La formazione per le rinnovabili

Le esperienze internazionali del progetto Leonardo AgEn-Future

FIDAF
Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali

Polo Formativo
e/a energia ambiente
Regione Lazio

A cura di

Marco Compagnone

La formazione per le rinnovabili

Le esperienze internazionali del progetto Leonardo AgEn-Future

A cura di
Marco Compagnone

Il presente volume è stato realizzato dalla FIDAF (Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali) con il contributo dell'ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) e del CERES (Centro di Ricerche Economiche e Sociali) e riporta le esperienze del progetto AgEn-Future 1 e 2 finanziato dall'Unione Europea mediante l'Agenzia Nazionale Italiana per il Leonardo (ISFOL), a cui vanno i nostri ringraziamenti.

Questo volume è stato realizzato nell'ambito del progetto "*Promozione della cultura dell'innovazione e trasferimento tecnologico*" finanziato dalla Regione Lazio, Polo Energia ed Ambiente.

Indice

Presentazione 1 ..... pag. 1
Di Andrea Forni, Polo Energia Ambiente

Presentazione 2 ……. pag. 5
Di Luigi Rossi, Presidente della FIDAF

Presentazione 3……..pag. 12
Di Gabriella Pappadà, Direttore del CERES (Centro di Ricerche Economiche e Sociali)

Indice

Il progetto AgEn-future ……. pag. 20
Di Angela Emmi, FIDAF

Le tecnologie rinnovabili: opportunità e sfide per il mondo agricolo ……pag. 32
Di Nicola Colonna, ricercatore ENEA

Gli articoli dei partecipanti al progetto AgEn-future…….pag. 49

- Opzioni tecniche, socio economiche e giuridiche per il trattamento dei reflui oleari in impianti di biogas nel bacino del Mediterraneo…….pag. 52
  Di Salvatore Marrone

- La tecnologia "*Power to Gas*": una soluzione efficace per lo stoccaggio energetico dell'energia rinnovabile in surplus…… pag.70
  Di Marco Compagnone, FIDAF

- Valutazione di scenari e criteri di allocazione delle culture a destinazione energetica nell'areale europeo: il *Panicum Virgatum L.* come caso studio…….pag. 93
  Di Maria Valentina Lasorella

- L'utilizzo delle pompe di calore geotermiche (GSHPs) come soluzione per l'energia sostenibile nei processi produttivi delle industrie agroalimentari……..…pag. 111
  Di Benvenuto Vicinanza

- La Green Economy si veste di nero…….pag. 126
  Di Massimo Ninfa

Indice

- La *Short Rotation Forestry* come opportunità nella filiera agroenergetica……pag. 137
  Di Daniela Pezzolla

- Energia dal legno: uno sguardo al mercato della biomassa legnosa in alcuni Paesi Europei……pag.147
  Di Stefania Martelli

- Dal pellet alle biomasse: le potenzialità crescono…….pag.169
  Di Andrea Sanna

- Biometano in Italia: situazione attuale, tecnologie e sviluppi…….pag.181
  Di Giampaolo Rossi

Le schede sugli autori……pag. 209

Mappa degli istituti di ricerca e delle aziende ospitanti……pag. 219

Le schede degli istituti di ricerca e delle aziende ospitanti……..pag. 221

IL POLO ENERGIA E AMBIENTE

di Andrea Forni

Il Polo Energia e Ambiente Regione Lazio ha svolto un'attività quinquennale, dalla data della sua costituzione, occupandosi di formazione e supporto alle imprese nei settori dell'energia rinnovabile dell'efficienza energetica e della tutela ambientale.

La formazione è stata principalmente indirizzata agli studenti post diploma, od all'ultimo anno del diploma, agli studenti universitari ed ai piccoli e medi imprenditori.

I risultati formativi più significativi, riassumibili nel fatto che il tasso di occupazione dei formati è stato superiore al 60%, si sono realizzati attraverso una collaborazione su più livelli:

1. Tra istituti scientifici della scuola superiore e POLO, nel mettere a disposizione presso le scuole, aule, strumenti e formatori;
2. Tra Università del Lazio, specificatamente Università Roma 1 La Sapienza, Università del Lazio meridionale-Cassino, Università di Viterbo La Tuscia, che hanno

concordato una univoca assegnazione di crediti agli studenti partecipanti;

3. Tra Università e ENEA e Palmer, che hanno messo a disposizione docenti e strumenti di laboratorio;
4. Tra imprese e Polo, nel mettere a disposizione i percorsi di stage per gli studenti;
5. Tra Polo e Istituzioni locali che hanno supportato le iniziative formative.

L'azione di supporto alle imprese è stata caratterizzata da una attività di certificazione delle azioni di *start up* specifiche per nuove imprese nei settori energetico e ambientale e nella diffusione di nuove tecnologie da utilizzare in progetti e impianti da inserire sul mercato.

Queste attività hanno consentito alle Università ed agli Enti di ricerca di seguire le esigenze del mercato, degli imprenditori e delle istituzioni, a costi accettabili per tutti i soggetti, ed hanno permesso la presentazione di vari progetti di ricerca ed innovazione finanziabili con fondi europei e regionali.

Il Polo ha anche collaborato con le Università per rendere sinergiche nel territorio laziale le proposte formative, attraverso una rimodulazione dei contenuti e delle proposte formative

sperimentali di laboratorio e sul campo, collegando gli studenti con il mondo delle imprese, seguendo l'evoluzione tecnologica e gestionale derivata sia dall'avanzamento delle conoscenze sul piano internazionale che delle *policies* nazionali ed internazionali.

Alla luce delle recente evoluzione del sistema energetico tutti i soggetti coinvolti nei settori delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica, dopo un decennio di applicazione e sperimentazione delle nuove tecnologie e delle norme di incentivazione ad esse collegate, sono oggi consapevoli che oltre alla conoscenza dei principi scientifici e delle loro applicazioni pratiche, sia ineludibile acquisire una competenza nella *governance* delle stesse.

Il Polo ha quindi curato le criticità connesse alla pianificazione condivisa dell'inserimento sul territorio delle nuove tecnologie alimentate da fonti rinnovabili, riuscendo spesso a trasformare azioni di semplice sensibilizzazione, in azioni di sviluppo e applicazione, fornendo alle imprese ed agli esperti, pubblici e privati, una competenza nell'interpretazione delle norme, nella definizione delle loro conseguenze autorizzative e nella stima degli effetti sociali, economici ed ambientali.

Il Polo con questo ultimo progetto di Promozione della Cultura dell'innovazione e del trasferimento delle tecnologie, si è proposto di mettere a sistema e divulgare una serie di esperienze regionali di formazione tra cui quelle del progetto AgEn-Future, che la Fidaf ha gestito nel corso degli anni grazie al contributo del progetto Leonardo, un tipo di formazione di tipo internazionale e questo volume aiuta a trasferire quell'esperienza, capitalizzandola a livello nazionale, attraverso il contributo degli stessi formandi.

LA FIDAF E IL PROGETTO AGEN_FUTURE

di Luigi Rossi

Il Progetto AgEn-future è ritenuto soprattutto "una piccola e bella iniezione di fiducia per chi crede ancora nel futuro del nostro Paese". *Leggendo questo volume e soprattutto gli interventi dei giovani protagonisti se ne ha precisa conferma, poiché esso utilizza i finanziamenti Leonardo dell'Unione Europea e offre a giovani laureati l'opportunità di* stage *di 5 mesi presso prestigiosi Istituti di Ricerca in Austria, Germania, Spagna, Inghilterra e Grecia, per approfondire i temi delle Fonti Rinnovabili in agricoltura.*

La FIDAF, che rappresenta i Laureati delle Facoltà di Agraria, si è assunta e l'onere e l'onore di tale iniziativa. Perché? Tra i suoi obiettivi, la FIDAF ha anche l'aggiornamento e la qualificazione professionale degli associati, nella consapevolezza che, in un sistema in forte evoluzione, saperi e competenze diventano rapidamente obsoleti. Pertanto la ricerca e l'innovazione tecnologica, che non ammettono confini, sono i fattori decisivi per

l'avanzamento culturale ed il progresso socio-economico dell'agricoltura.

L'impegno sulle fonti rinnovabili rientra nel potenziamento dell'agricoltura, - sistema complesso, multifunzionale - che produce alimenti, legno, materie prime per l'industria e l'energia, ambiente, salute e servizi per il cittadino. Essa ha riconoscimenti mondiali tra cui importante e attuale l' EXPO Milano 2015, *Feeding the planet- Energy for life*, dove si evidenzia, in particolare, lo stretto rapporto tra alimentazione ed energia.

La FIDAF è ben consapevole che il primo obiettivo dell'agricoltura è la produzione di cibo e non dimentica che *hunger is always with us*! (la fame ancora ci accompagna!). Entro il 2030 ci saranno 9 miliardi di abitanti sul pianeta e la produzione dovrà incrementare del 70% secondo le stime FAO. In un contesto di consumi crescenti e raffinati, nella scarsità delle materie prime, la terra è sempre più una risorsa strategica. Una delle maggiori preoccupazioni, che rischia di caratterizzare il prossimo futuro a livello globale, è proprio la scarsità alimentare, una emergenza strettamente connessa con

gli altri tasselli della sostenibilità dei processi di crescita e sviluppo.

Cambiamento climatico, erosione dei suoli, scarsità idrica, rifiuti, sono tutte emergenze che al pari di quella alimentare, sono divenute più urgenti con la crescita della popolazione e soprattutto con il processo di miglioramento degli stili di vita di tutti. La nuova comunità di consumatori delle cosiddette aree emergenti è pari alla metà della popolazione mondiale che tende ad imitare gli stili di vita e di consumo più elevati. I consumi di carne, latte e derivati di queste popolazioni stanno progressivamente avvicinandosi ai nostri. Si spiega così la corsa all'accaparramento di terreni agricoli (*land grabbing*), pari già a 12 milioni di ettari!

Si sottolinea che la *Food security* non è soltanto la sanità degli alimenti, come normalmente si dice e si legge in italiano. C'è sicurezza alimentare quando tutte le persone, in ogni momento, hanno accesso fisico, sociale ed economico a un cibo sufficiente, sano e nutriente, che risponda alle esigenze alimentari per una vita attiva e sana. In questo contesto appare problematico destinare i terreni agricoli alla produzione di biocarburanti: una vera e propria stortura. Negli USA il 46%

del mais viene attualmente utilizzato per produrre bioetanolo, con gravi ripercussioni sui prezzi mondiali delle derrate alimentari.

L'agricoltura è strettamente collegata all’energia e la utilizza nelle sue diverse forme: elettrica, termica o meccanica; e la autoproduce mediante una ampia gamma di tecnologie, rinnovabili e non, che spaziano dal solare alle biomasse, al geotermico. Tale opportunità, favorita e promossa da un sistema diversificato ed in evoluzione di incentivi, è in realtà limitata per le singole aziende agricole dallo specifico contesto climatico, geografico, orografico e dalle loro caratteristiche strutturali.

Le tecnologie delle rinnovabili odierne offrono una gamma molto elevata di soluzioni per cui è possibile affermare che per ogni azienda agricola, anche per quelle piccole e medie, è possibile introdurre una di tali tecnologie per soddisfare in tutto o in parte le proprie esigenze energetiche. La motivazione dell'investimento in rinnovabili dal punto di vista dell'azienda deve necessariamente basarsi su valutazioni di carattere economico e tecnico. Dato il carattere di essenzialità dell’energia in una agricoltura moderna l’investimento deve

essere valutato in un'ottica di medio-lungo periodo, poiché i relativi mercati sono soggetti a forti oscillazioni e a grande imprevedibilità.

Da queste considerazioni nasce l'esigenza di formazione per i giovani nel campo delle rinnovabili applicate al settore agricolo, una formazione non teorica ma effettuata direttamente nella realtà delle aziende agricole e negli Istituti di ricerca più qualificati in Europa nel settore delle Fonti Rinnovabili. Più in generale, la sfida dell'innovazione richiede conoscenze, capacità, abilità che non possono essere acquisite solo in via teorica. Il nostro Paese deve sviluppare e diffondere più rapidamente alcune tecnologie relative all'energia in agricoltura e può farlo anche con la preparazione di tecnici e dirigenti qualificati.

I criteri di selezione dei giovani laureati sono fissati dal Bando approvato dall'UE e riguardano le conoscenze linguistiche, le competenze trasversali e le motivazioni. Le Commissioni di esami hanno assunto detti elementi a base della propria valutazione. Esse sono state nominate dalla FIDAF ed erano costituite da professori universitari con grande esperienza umana e professionale e da esperti di energie rinnovabili. A

conclusione delle valutazioni, che hanno tenuto conto delle caratteristiche ed esigenze degli Istituti ospitanti, le Commissioni hanno stilato, per ogni anno, le graduatorie complessive e selezionato i candidati più idonei per le diverse realtà.

Conoscendo bene la rete degli Istituti ospitanti, la FIDAF ha operato al meglio per far incontrare le loro richieste con le aspettative dei candidati: le scelte non sono state particolarmente difficili. I vincitori sono giovani laureati con il massimo dei voti, provenienti da tutte le Regioni italiane e soprattutto da Campania, Sardegna, Veneto, Puglia e Sicilia. Essi sono fortemente motivati ad approfondire le conoscenze su biomasse, fotovoltaico, efficienza energetica e sono determinati ad applicare e promuovere quelle acquisite, supportando le iniziative già esistenti o avviandone nuove, in particolare start up *nel settore delle Fonti Rinnovabili.*

Desidero esprimere il mio ringraziamento e i miei complimenti ai giovani Colleghi che si sono distinti nei vari Istituti europei meritandosi espressioni convinte di apprezzamento e stima sul piano umano e professionale. Ringrazio CERES, ENEA, Spazioverde e Cortea per aver sostenuto il Progetto AgEn-

future; nonché, in particolare, la prof. Gabriella Pappadà e il dr. Nicola Colonna per i loro apporti determinanti nelle varie fasi del Progetto. Un grazie speciale alla dr.ssa Angela Emmi che ha accompagnato ciascun giovane in tutti gli aspetti formali e logistici, gestendo efficacemente i rapporti con gli Istituti esteri e con i rispettivi Tutors. Ringrazio l'ing. Marco Compagnone per aver curato la preparazione ed edizione di questo volume.

Infine un grazie ai Componenti la Commissione di esami, Colleghi di grande esperienza umana e professionale i quali, con scrupolo e obiettività, hanno applicato i criteri di selezione fissati dal bando. Un pensiero infine ai tanti bravi giovani che hanno risposto al bando, ai quali, per carenza di posizioni disponibili, non è stato possibile assegnare borse di studio. Essi esprimono chiaramente (molti si sono laureati con lode) l'attuale gravissimo disagio occupazionale dei giovani italiani, nonostante la loro qualificazione e disponibilità.

LE ENERGIE RINNOVABILI APPLICATE ALL'AGRICOLTURA: UN TEMA DI MARCATO INTERESSE PER L'EUROPA

di Gabriella Pappadà

Introduzione

Questa pubblicazione è dedicata al progetto AgEn-future che ha avuto ben tre edizioni consecutive nell'ambito della programmazione europea Lifelong Learning 2007-2013 e che non ha potuto sopravvivere nella successiva programmazione Erasmusplus 2014-2020, a causa del mancato rinnovo del programma di finanziamenti dedicati alla mobilità in Europa di giovani inoccupati. Il progetto AgEn-future è stato finanziato, infatti, nell'ambito dei progetti Leonardo di mobilità a favore delle persone disponibili sul mercato del lavoro "People on the Labour Market" (PLM). Il programma Lifelong Learning prevedeva anche un ramo di finanziamenti per favorire la mobilità degli studenti del sistema di istruzione e formazione (IVT) o dei loro docenti (VETPRO). Nella corrente programmazione sopravvivono solo questi ultimi con qualche

possibilità di coinvolgere i giovani inoccupati, ma solo quelli usciti da poco dal sistema di istruzione.

La formazione nel settore delle energie rinnovabili: una buona pratica per l'Europa

Fin dall'inizio degli anni '70, l'Europa ha preso un forte impegno a favore dell'ambiente, della tutela della qualità dell'aria e dell'acqua, della conservazione delle risorse e della biodiversità, della gestione dei rifiuti. La politica europea per l'ambiente, fondata sull'articolo 174 del trattato della Comunità europea, mira a garantire uno sviluppo sostenibile del modello europeo di società.

Inoltre, nel 2007, l'Unione Europea ha delineato l'obiettivo di produrre entro il 2020 una quota del 20% del consumo energetico europeo da fonti rinnovabili. Per raggiungerlo, l'UE ha adottato misure miranti a promuovere le fonti di energia rinnovabili e a sviluppare il relativo mercato, tra l'altro nei settori della biomassa e dei biocarburanti.

Per raggiungere gli obiettivi di ecosostenibilità Europa2020 è necessario creare in Europa almeno tre milioni di posti di lavoro in questo settore e preparare adeguatamente i futuri lavoratori.

Nell'arco della programmazione 2007-2013, circa 300 progetti sono stati finanziati in Europa sul tema delle energie rinnovabili nell'ambito del programma Lifelong Learning Leonardo. Questi erano principalmente dedicati alla creazione o adattamento di materiali didattici e non solo. Tali finanziamenti erano denominati TOI nel caso di trasferimento dell'innovazione o DOI nel caso di sviluppo dell'innovazione. Molti di questi progetti ponevano l'obiettivo di definire le competenze e i curricula degli operatori del settore. Di questi progetti finanziati, si citano di seguito alcuni in particolare, che hanno condiviso un obiettivo generale molto vicino ad AgEn-future.

Il progetto RUBIGAS[1] "*Agrobiogas as an alternative source of energy in rural area*s", che ha coinvolto Polonia, Bulgaria, Cipro, Romania e Slovacchia, è stato espressamente dedicato

[1] Per maggiori informazioni cfr. www.rubigas.eu

all’agrobiogas. I beneficiari sono stati gli agricoltori e gli abitanti delle zone rurali affinché possano sviluppare fonti alternative di reddito, prendendosi cura dell'ambiente naturale.

L’idea di base è che tutte le attività agricole, compresa la produzione di alimenti, registrano una domanda crescente di energia. In molte aree rurali, infrastrutture e sistemi energetici obsoleti, ed una cronica mancanza di fondi per nuovi investimenti porta al collasso economico e all’abbandono delle campagne. Garantire la fornitura di energia e, allo stesso tempo, gestire lo smaltimento di rifiuti ridurrebbe i suddetti fenomeni socio-economici negativi e consentirebbe lo sviluppo sostenibile dell'imprenditoria locale, sulla base di risorse naturali locali e fonti locali di energia rinnovabili. Il progetto RUBIGAS si è pertanto posto l’obiettivo di sostenere la formazione nel settore del biogas con particolare riguardo ai paesi dell’Europa orientale, dove i sistemi non sono ancora molto sviluppati ma che tenderanno ad estendersi in tutti i comuni delle aree rurali secondo quanto previsto, ad esempio, dalla Politica energetica polacca al 2030.

L'agricoltura è anche il settore beneficiario di un altro progetto europeo denominato "*On-line learning modules for renewable energy resources for landscape development*[2]", il cui obiettivo principale è stato quello di creare materiali didattici per i dipendenti del settore agricolo incentrati sull'energia prodotta da fotovoltaico, idrico, eolico, geotermico e biomasse. Il progetto ha coinvolto Austria, Bulgaria, Germania, Slovacchia, Regno Unito.

Un altro progetto Leonardo, denominato "Q-BICON: *Competences for tomorrow´s energies: A qualification scheme for biomass consultancy*[3]", ha in comune con AgEn-future l'obiettivo di far acquisire competenze nell'ambito della produzione di biomasse. Il progetto Q-BICON risponde ad una carenza di corsi di formazione adeguati sul tema delle biomasse. Si tratta di un progetto di sviluppo dell'innovazione con capofila Berufsförderungsinstut Steiermark della città di Graz in Austria, considerata una delle *best practice* in Europa in tema di sviluppo sostenibile e utilizzo di energie rinnovabili per garantire l'autonomia della città e la protezione

[2] Per maggiori informazioni cfr. www.resnet-project.org

[3] Per maggiori informazioni cfr. www.q-bicon.eu

dell'ambiente. Altri Paesi partner sono: Ungheria, Polonia, Germania. Il progetto Q-BICON ha prodotto un corso di formazione innovativo nel campo delle bioenergie per professionisti e consulenti che dovrebbero a sua volta promuovere *multiplier training events* a favore di altri beneficiari.

Un altro progetto Leonardo TOI interessante è BIOTRANSF[4], con partner in Spagna, Polonia, Lettonia, Slovenia e Portogallo. Anche in questo caso l'obiettivo è stato quello di aumentare e migliorare l'offerta formativa per i professionisti che operano nel settore ambientale e delle biomasse a livello locale, con particolare riferimento alle donne e alle piccole e medie imprese.

Merita di essere citato anche il progetto Leonardo TOI "DELOS: Development of an e-learning platform for the operation and management of biogas production units[5]" che ha coinvolto Spagna, Grecia e Cipro con l'obiettivo di promuovere il processo di digestione anaerobica dei rifiuti

[4] Per maggiori informazioni cfr. www.biotransf.org

[5] Per maggiori informazioni cfr. http://delosproject.eu

agricoli sia nella produzione di energia, sia nel recupero sicuro del sottoprodotto (compost, acqua di irrigazione). Lo scopo del progetto è stato anche quello di sviluppare la consapevolezza del problema ambientale tra il pubblico, gli attori locali e i decisori politici.

Conclusioni

AgEn-future ha puntato su un tema di marcato interesse, quale le energie rinnovabili da impiantare non solo come buone pratiche ma come sistema strutturato e permanente.

Un elemento comune emerge dai progetti dedicati alle energie rinnovabili in genere. Da un lato la crescita dei green jobs con nuovo opportunità lavorative, dall'altro un'offerta di lavoro non adeguata alle esigenze di un settore con forte impatto tecnologico.

Pertanto, progetti come AgEn-future dovrebbero essere messi a regime nell'ambito dei percorsi formativi, al fine di far acquisire competenze specifiche ai giovani interessati ai green jobs e aggiornare quelle esistenti, favorendo lo scambio di

buone pratiche con realtà avanzate come Graz in Austria dove lo sviluppo sostenibile è diventato possibile.

Inoltre, i risultati dei progetti di sviluppo e trasferimento dell'innovazione hanno prodotto diversi risultati interessanti che dovrebbero essere sfruttati in modo più efficiente dagli stakeholders e non lasciare che l'impatto si disperda dopo la fine del progetto.

AGEN-FUTURE "AGROENERGY FOR THE FUTURE: A CHALLENGE FOR THE SOUTHERN EUROPEAN AREAS"

di Angela Emmi

Attività di gestione dei Progetti AgEn-future

1. OBIETTIVO DEL PROGETTO

Il progetto *AgEn-future* "*Agroenergy for the future: a challenge for the southern european areas*" offre opportunità per iniziative di formazione e stage per laureati nell'ambito del programma LLP Leonardo da Vinci (People in the Labour Market) finanziato dall'Unione Europea mediante l'Istituto per lo Sviluppo della Formazione Professionale dei Lavoratori (ISFOL)..

Il progetto ha già offerto a giovani Laureati (15 in *AgEn-future1* e 21 in *AgEn-future2,5 in AgEn-future 3)* un periodo di formazione nel settore delle agroenergie; ossia un periodo di quattro/cinque mesi presso strutture di ricerca, operanti nel campo delle energie rinnovabili, con specifico riferimento alle biomasse. Dopo una prima valutazione dei curricula e una

accurata selezione dei candidati, quelli prescelti hanno svolto, dal 2012 al 2015, stage presso centri di ricerca in Austria, Germania, Inghilterra, Spagna e Grecia.

I progetti - presentati da FIDAF (Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali) con la collaborazione di CERES (Centro di Ricerche Economiche e Sociali), SPAZIO VERDE s.r.l. e CORTEA - hanno avuto durata complessiva di cinque anni ed hanno contribuito a formare nuove professionalità su temi agricoli ed energetici.

Gli stagisti hanno avuto l'opportunità di lavorare in prestigiosi Istituti di Ricerca e formarsi con la guida di Tutors ad essi dedicati. In diversi casi tale esperienza è stata determinante per l’attività da essi svolta successivamente.

L'esperienza all'estero ha favorito l’approfondimento della lingua straniera e la comprensione dei meccanismi di lavoro e dei mercati esteri, elementi fondamentali in un settore sempre più transnazionale.

Nello specifico i progetti hanno favorito:

- l'acquisizione di conoscenze, abilità e competenze utili a intraprendere una professione connessa alla produzione di energie da fonti rinnovabili, integrandole con la produzione agricola;

- lo sviluppo professionale dei laureati agevolando le opportunità occupazionali;
- la transizione dalle conoscenze teoriche acquisite all'Università alla concretezza dell'impegno lavorativo negli Istituti e nelle imprese;
- la possibilità di acquisire nuove competenze e nuovo "saper fare";
- le imprese del settore che possono pertanto avvalersi di nuove risorse umane competenti in un settore strategico;
- la integrazione fra agricoltura e temi energetici;
- la cooperazione europea nel campo delle energie rinnovabili.

La relativa strategia dei progetti consisteva nel realizzare per *AgEn-future1* la mobilità per 15 giovani laureati, della durata di 16 settimane di cui 2 di corso linguistico intensivo in inglese, se necessario, e le restanti di *internship* da svolgersi con un flusso di 10 di loro il primo anno e 5 il secondo; 21 mobilità per 20 settimane, con un flusso di 11 stagisti per il primo anno e 10 per il secondo, per *AgEn-future2*; 5 complessivamente per *AgEnfuture3*.

I primi due Progetti AgEn-future erano riservati a giovani laureati residenti nelle aree del Mezzogiorno, mentre il terzo era esteso a tutto il Paese.

I contenuti formativi degli stage sono stati personalizzati sulla base dell'analisi dei fabbisogni formativi dei singoli partecipanti al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati.

I Paesi sono stati scelti sulla base del valore e della disponibilità degli Istituti: Austria, Inghilterra, Germania, Spagna e Grecia.

I tirocini sono stati realizzati - con uno schema di flussi per singolo Paese - presso imprese o Enti di ricerca quali per esempio imprese agricole che producono energia con modelli di integrazione agricoltura-energia, Enti di ricerca per l'utilizzo delle biomasse, imprese che producono impianti per le energie rinnovabili e che potrebbero formare dei potenziali operatori in Italia.

Alcuni partner sono stati selezionati sulla base di precedenti positive collaborazioni con l'ENEA e considerati all'avanguardia nel settore dell'energia verde. Si è pertanto costituita una reale Rete europea di Istituzioni di Ricerca nel settore delle fonti rinnovabili.

2. PARTECIPANTI SELEZIONATI IN *AgEn-future1*

Per il primo progetto sono pervenute 72 candidature e sono stati selezionati i seguenti partecipanti:

COGNOME	**NOME**	**REGIONE**	**PAESE ESTERO**
CAPOLONGO	NUNZIA NICOLETTA	PUGLIA	SPAGNA
CAPURSO	FILIPPO GIUSEPPE	PUGLIA	SPAGNA
COLOSI	STEFANIA	BASILICATA	AUSTRIA
DOZ	MARCO	SICILIA	AUSTRIA
LASORELLA	MARIA VALENTINA	PUGLIA	UK
LO CASCIO	MAURO	CALABRIA	AUSTRIA
MARINARI	MARIANO	ABRUZZO	UK
OGNISSANTO	MONICA	PUGLIA	AUSTRIA
PEZZOLLA	DANIELA	PUGLIA	AUSTRIA
PIAZZA	SALVUCCIO	SICILIA	SPAGNA
RAGNO	EMILIANO	PUGLIA	SPAGNA

SANNA	ANDREA	SARDEGNA	UK
SANSONE	DALILA	CAMPANIA	AUSTRIA
VALENTINI	SIMONE	CALABRIA	AUSTRIA

Gli assegnatari delle borse - 8 uomini e 6 donne - sono Laureati in Scienze Agrarie e Forestali (12), di essi due sono iscritti all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali). Essi provenivano - nell'ordine - da Puglia, Abruzzo, Campania, Calabria, Sicilia e Sardegna; ed erano stati scelti sulla base della loro preparazione tecnica, della capacità di interazione, dalla conoscenza di lingue straniere, nonché delle motivazioni espresse per effettuare lo stage e per l'impegno a valorizzare l'esperienza fatta.

Il numero delle candidature nella seconda edizione si è triplicato con molti interessati al tema delle energie rinnovabili e all' esperienza all'estero.

Tra i documenti richiesti ai fini della candidatura vi era una lettera in cui il candidato doveva indicare le motivazioni che lo spingevano a effettuare tale stage all'estero.. Tale documento è stato spesso determinante per capire il reale interesse dei giovani a studiare le energie rinnovabili e a svolgere la successiva attività lavorativa.. Una riflessione va fatta sulla

lingua inglese: l'esperienza ha evidenziato come in Italia sia ancora piuttosto basso il livello della sua conoscenza.

3. CRITERI DI VALUTAZIONE

I criteri di valutazione secondo quanto riportato dal Bando erano:

- curriculum studiorum fino a punti 25;
- competenze trasversali, fino a punti 24;
- motivazioni fino a punti 24;
- conoscenze linguistiche fino a punti 25;
- iscrizione all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali (2 punti).

La Commissione di selezione era composta da esperti del settore delle energie rinnovabili, della formazione e dell'orientamento al lavoro. Sono stati utilizzati anche test psicoattitudinali. La valutazione della conoscenza della lingua straniera (inglese) è stata accertata mediante la lettura di un brano tratto da pubblicazioni scientifiche del settore, con

successiva esposizione dei contenuti, in inglese, da parte dei candidati.

4. PARTECIPANTI SELEZIONATI IN *AgEN-future2*

Tra le numerose domande pervenute, sono stati ammessi e ed esaminati 98 curricula, di cui 40 di laureati con 110 e lode.
La Commissione ha stabilito i criteri di valutazione secondo quanto riportato dal Bando e cioè:
- curriculum studiorum fino a punti 25;
- competenze trasversali, fino a punti 24;
- motivazioni fino a punti 24;
- conoscenze linguistiche fino a punti 25;
- iscrizione all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali (2 punti).

I vincitori selezionati sono riportati nella seguente tabella:

COGNOME	NOME	REGIONE	PAESE ESTERO
AMBU	ZAIRA	SARDEGNA	GERMANIA
ARCADIO	VALENTINA	PUGLIA	GRECIA
BERLOCO	TEODORO	PUGLIA	AUSTRIA
BRUNO	MARIA ROBERTA	BASILICATA	AUSTRIA
CHIERA	ELEONORA	CALABRIA	AUSTRIA
COMPAGNONE	MARCO	SARDEGNA	GERMANIA
DANZA	ALESSIA	PUGLIA	GERMANIA
DI BLASI	VITA	SICILIA	AUSTRIA
DUINO	FRANCESCA	BASILICATA	AUSTRIA
FIORELLA	ALESSANDRA MARIA	PUGLIA	AUSTRIA
FRANCO	FRANCESCO MARIA	PUGLIA	GRECIA
GULLO	FRANCESCO	SICILIA	GRECIA
IORIO	RAFFAELE	CAMPANIA	GRECIA
MARRONE	SALVATORE	CAMPANIA	GERMANIA

MARTELLI	STEFANIA	CALABRIA	AUSTRIA
NARDIELLO	CLAUDIO	BASILICATA	GRECIA
NINFA	MASSIMO	SICILIA	GERMANIA
PERRA	ALESSANDRO	SARDEGNA	GERMANIA
SALARIS	ELENIA	SARDEGNA	AUSTRIA
SERRA	FULVIO	CALABRIA	GERMANIA
VICINANZA	BENVENUTO	CAMPANIA	GRECIA

Assegnatari delle borse: 11 uomini e 10 donne, laureati in Scienze Agrarie e Forestali (11), Scienze Ambientali (3), Ingegneria Ambientale (5), Lauree equipollenti (2), provenienti soprattutto dalla Puglia, ma anche da Sardegna, Campania, Calabria, Sicilia e Basilicata.

Dieci tra i partecipanti selezionati, hanno preso parte nella sede della FIDAF, ad una giornata di formazione (15.02.2012) in merito agli aspetti organizzativi del tirocinio.

Progetto AgEn-future3

COGNOME	NOME	REGIONE DI PROV.	PAESE ESTERO
CECCARELLI	DARIO	LAZIO	GRECIA
CHERUBINI	MARTINA	LAZIO	AUSTRIA
CRUCIL	GIACOMO	FRIULI-VENEZIA GIULIA	GERMANIA
MIGLIOSI	ANNA	UMBRIA	AUSTRIA
ROSSI	GIAMPAOLO	VENETO	GERMANIA

Assegnatari delle borse: 3 uomini e 2 donne, laureati in Scienze Agrarie e Forestali (4) e in Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (1), provenienti da Veneto, Friuli - Venezia Giulia, Umbria e Lazio.

5. DISSEMINATION

I progetti sono stati diffusi mediante i siti internet FIDAF, ENEA, CERES; il Consiglio Nazionale della FIDAF e le sue Associazioni Provinciali; gli Ordini Professionali dei Dottori

Agronomi e dei Dottori Forestali; la Piattaforma Jobsoul dell'Università "La Sapienza"; la rivista "Sherwood"; il sito web dell'Accademia dei Georgofili, di ITABIA (Italian Biomass Association) e "Pugliaimpiego"; le Università di Perugia, Catania, Viterbo, Campobasso, Palermo, Bari, Teramo, Roma "Tor Vergata", "Roma Tre" e "La Sapienza".

Nel marzo 2012, durante l'evento "Brain at work" a Roma, *AgEn-future1* è stato presentato ad aziende, a studenti e laureati.

Il 7 luglio 2012 è stato organizzato a Montepulciano (SI) un Convegno "Luci sul lavoro", *strumenti europei per favorire la mobilità e occupazione* in cui la Prof.ssa Pappadà e il Dr. Colonna hanno illustrato il Progetto *AgEn-future1* e il Dr. Simone Valentini (stagista del progetto) ha parlato della sua esperienza nell'Istituto Joanneum, in Austria.

Sul sito web della FIDAF sono state inserite puntualmente le news relative ai progetti.

LE TECNOLOGIE RINNOVABILI: OPPORTUNITA E SFIDA PER IL MONDO AGRICOLO

di Nicola Colonna
Centro Ricerche Casaccia - Roma

Introduzione

L'energia è un fattore indispensabile della produzione agricola ed un'agricoltura moderna non può prescindere dall'impiego di energia sotto diverse forme: carburanti, elettricità, calorie, frigorie. Nello stesso tempo è elevata l'energia contenuta (incorporata) in molti dei mezzi tecnici utilizzati in agricoltura (macchine, concimi, fitofarmaci, acqua).

Storicamente abbiamo assistito, negli ultimi 50 anni, al progressivo diminuire dell'intensità di lavoro in agricoltura ed al crescere dell'intensità energetica; è un fenomeno generale di tutte le moderne agricolture: la sostituzione del capitale umano con il capitale di macchine e mezzi e quindi, in ultima analisi, di energia.

Tutto ciò fa si che le attività agricole, ed alcuni settori produttivi più di altri, risentano in modo considerevole delle

oscillazioni del prezzo dell'energia sui mercati.

Nello scenario odierno, complesso ed in rapida evoluzione, si aprono prospettive interessanti per le aziende agricole di accesso all'energia attraverso forme di autoproduzione incentivate che utilizzano le tecnologie delle fonti rinnovabili, mature ed affidabili.

La sfida di lungo periodo, è quella di poter disporre nell'azienda agricola di energia a basso costo ed autoprodotta ottenendo dei significativi risparmi attraverso anche azioni di efficienza energetica.

Si tratta di cogliere oggi le opportunità date da un contesto sociale culturale, economico. legislativo e tecnologico in rapida evoluzione e di poter disporre in modo diffuso delle competenze e conoscenze qualificate per far crescere una nuova cultura dell'energia anche nel mondo agricolo.

Elemento necessario per cogliere questa sfida è disporre di tecnici qualificati capaci di dialogare con le imprese agricole conoscendone le esigenze. In questo contesto il nuovo paradigma energetico della energia distribuita richiede nuove professionalità che con il progetto AgEn-Future abbiamo

cercato di ampliare promuovendo periodi di formazione di giovani neolaureati attraverso periodi di stage in paesi europei e selezionati in quelle regioni italiane dove, per una molteplicità di motivi, vi è stato un ritardo nel cogliere le opportunità date dalla liberalizzazione del mercato dell'energia e degli incentivi alle rinnovabili.

La diffusione delle fonti rinnovabili implica un modello diverso di produzione e gestione dell'energia che da centralizzata diviene diffusa e si distribuisce sul territorio in tante unità produttive piccole, andando anche ad interessare le aree agricole e forestali e quindi le aziende. Il processo di liberalizzazione della produzione dell'energia è avvenuto quasi in parallelo a profonde modifiche delle politiche agricole comunitarie e della legislazione di settore nazionale che hanno nel tempo enfatizzato la multifunzionalità dell'azienda agricola. La produzione di energia entra a pieno titolo in questo processo.

E' necessario oggi introdurre, integrare e diffondere le tecnologie rinnovabili con un'ottica capace di armonizzare i punti di vista energetico, ambientale e territoriale per un modello innovativo di sviluppo sostenibile. In questo senso

l'agricoltura che opera nel e sul territorio e consuma energia per realizzare le proprie produzioni, ha pieno titolo a produrre energia utilizzando le risorse naturali: sole, acqua, suolo, vento, biomasse che sono alla base di ogni sistema agricolo.

Divenire produttori di energia rappresenta una sfida ed una opportunità per le imprese. Sfida in quanto si tratta di immaginare e pianificare il proprio futuro attraverso investimenti anche consistenti, una opportunità per integrare il reddito, ottenere risparmi significative rimanere competitivi su un mercato che lascia margini molto ridotti alle imprese.

Le tecnologie rinnovabili

Potenzialmente tutte le tecnologie delle rinnovabili dal più semplice solare fotovoltaico fino al solare termodinamico ed alla geotermia sono integrabili nell'azienda agricola; la ricerca e l'innovazione ci mettono oggi a disposizione un ventaglio molto ampio di tecnologie, taglie e soluzioni.

Una distinzione necessaria e preliminare è tra le tecnologie che producono esclusivamente energia elettrica (fotovoltaico, eolico), quelle che producono esclusivamente energia termica, (solare termico, geotermico) e quelle versatili (biomasse) che

permettono di cogenerare (energia termica ed elettrica insieme) o produrre biocarburanti.

Per ciascun settore tecnologico possiamo inoltre distinguere tra le tecnologie quelle mature, commerciali e di provata affidabilità, ad esempio nel caso del solare i moduli fotovoltaici solari in silicio cristallino e per le biomasse le caldaie alimentate a cippato di legno o quelle sperimentali o che ancora non hanno raggiunto un grado di affidabilità operativa e di semplicità applicativa quali ad esempio il solare termodinamico o, per le biomasse, la gassificazione su piccola scala.

Quello che risulta estremamente importante è trasferire esperienze, casi studio di applicazioni reali, nati in contesti normativi e sociali differenti, per cogliere quegli aspetti caratteristici ed invarianti che permettono di comprendere gli elementi che sono alla base del successo della introduzione delle FER nel contesto aziendale agricolo. Contesto che varia ampiamente da azienda ed azienda rendendo ogni azione, ogni investimento, ogni progetto, un unicum.

In questo senso le esperienze riportate nelle ultime pagine del volume costituiscono una casistica di soluzioni, analisi, studi, divenuti patrimonio dei giovani neolaureati italiani e potenzialmente trasferibili al nostro contesto.

Al di là di poche e grandi realtà produttive del Nord Italia appare chiaro come alle rinnovabili per l'agricoltura si applichi alla perfezione la regola, parafrasando un famoso libro, del "piccolo è bello". Ma questa ovvietà nel contesto della frammentata agricoltura italiana non ci deve distrarre dall'obiettivo vero di ogni intervento di introduzione delle rinnovabili in una azienda che è quello di supportare la produzione primaria attraverso l'introduzione di tecnologie semplici, adeguate, capaci di fornire o integrare il reddito attraverso la vendita di servizi od il risparmio diretto ed indiretto.

Le tecnologie delle biomasse

Poiché il settore agricolo è primariamente produttore di biomasse approfondiremo alcuni aspetti relativi alla loro produzione impiego e trasformazione. Parlando di biomasse ci troviamo di fronte ad un'ampia gamma di tecnologie e di

applicazioni, assai più elevata, per numero di varianti, delle altre tecnologie rinnovabili.

Le biomasse per loro intrinseca natura sono “plurali”, esse sono eterogenee: per tipo (solide, liquide, gassose), per origine (residuali, coltivate, forestali, agricole, zootecniche, agroindustriali), e molteplici sono sia i processi di trasformazione (termochimici, fisici, biologici), cui possono essere sottoposte, che le tecnologie di conversione energetica e, da ultimo, sono “plurali” anche gli usi finali energetici.

Tra le fonti rinnovabili sono le più complesse e le più versatili ed hanno caratteristiche vantaggiose quali, ad esempio, la possibilità di generare energia elettrica con continuità, ovviando alla intermittenza delle fonti eoliche e solari. Nel Piano d’Azione Nazionale Italiano per le rinnovabili le biomasse rivestono un ruolo centrale per il raggiungimento degli obiettivi del Paese anche in virtù del fatto che sono candidate a dare un importante contributo alla generazione di energia termica.

I sistemi agroenergetici basati sulle biomasse includono una vasta gamma di tecniche produttive, di matrici biologiche e di

tecnologie di conversione energetica, ed è complessa la valutazione della migliore opzione in termini di efficienza e redditività. Inoltre mentre le tecnologie e gli impianti di conversione sono svincolati dal luogo in cui vengono realizzati, la prima parte della filiera, quella agricola, che alimenta la filiera, è fortemente connessa al territorio e non può prescinderne.

Produrre e raccogliere biomasse costituisce la natura stessa dell'azienda agricola e appare logico che proprio l'azienda agricola faccia proprie queste tecnologie per produrre energia.

La produzione di una determinata biomassa si realizza in un territorio in virtù delle condizioni pedoclimatiche ma anche delle condizioni organizzative, economiche e sociali; il termine filiera, normalmente inteso come una catena di passaggi produttivi sequenziali deve essere coniugato sul territorio e immaginato anche nella sua spazialità. La filiera è un modello organizzativo e di relazioni che vede coinvolti gli agricoltori di un dato territorio nel quale determinate colture si realizzano e producono biomasse che possono trovare un impiego nello stesso territorio di produzione, o al di fuori di esso, secondo la convenienza economica e la domanda energetica locale.

La situazione è resa ancora più complessa dal fatto che per alcune tipologie di biomasse esistono diverse filiere processi/tecnologie attraverso le quali possono essere valorizzate. Esempio classico il mais la cui granella può essere utilizzata per produrre etanolo, può invece essere bruciata in caldaie specifiche per produrre calore o la pianta intera, dopo trinciatura ed insilamento, può essere impiegata in un biodigestore per produrre biogas.

Il posizionamento dell'azienda agricola lungo la catena di fasi che dalla biomassa porta alla produzione di energia può essere definito "corto", l'azienda si occupa solo delle prime fasi della filiera, o "lungo" l'azienda fa proprie più fasi della filiera o la filiera nella sua interezza.

In Italia le esperienze che al momento appaiono le più mature e/o valide sono quelle relative alla generazione di calore e/o di elettricità da biocombustibili solidi e da biogas, tramite, nel primo caso, l'impiego di cippato di legno dal settore agroforestale o dalla pioppicoltura specializzata e, nel secondo, l'impiego combinato di liquami zootecnici e colture dedicate.

La filiera legno-energia è consolidata e presenta molti casi di successo, soprattutto al Nord e nelle aree interne dove è finalizzata alla generazione di calore su piccola scala o in impianti di teleriscaldamento.

La filiera della digestione anaerobica invece ha conosciuto una espansione rapida sia di impianti basati solo su reflui zootecnici sia di quelli che integrano i liquami con colture erbacee ricche di carboidrati fermentescibili (mais, sorgo, triticale) appositamente coltivate ed insilate. Il biogas è poi utilizzato in motori endotermici per generare elettricità ed energia termica (cogenerazione) recuperata dai sistemi di raffreddamento del motore stesso.

Per quanto riguarda invece i biocarburanti alcune esperienze pilota indicano nella produzione di olii su piccola scala una strada percorribile per generare calore ed elettricità con motori endotermici mentre, per la produzione di biodiesel, non ci sono esperienze su taglie di impianto medio piccole ma prospettive che andrebbero verificate operativamente ed economicamente.

Biomasse solide

Negli ultimi anni le tecnologie per la combustione dei prodotti lignocellulosici si sono affermate e diffuse ed hanno mostrato un'ottima affidabilità; sono oggi presenti sul mercato moltissimi produttori, anche nazionali, che hanno in catalogo impianti in un intervallo di potenza dai pochi chilowatt, per i sistemi di riscaldamento domestico, fino ai centinaia di chilowatt dei sistemi di riscaldamento di comunità e ai megawatt degli impianti per la produzione di energia elettrica.

Tipicamente le forme principali di biomassa usate in tali impianti sono:

- Legna tal quale in ciocchi,
- Pelletts ottenuti da sistemi di pressatura della segatura di legno (mercato domestico, ma anche impianti per comunità),
- Briquettes e analoghi per il mercato domestico,
- Cippato ottenuto dalla sminuzzatura di legno con apposite macchine anche semoventi,
- Sanse esauste, gusci di frutta, potature arboree.

Le caldaie sono sostanzialmente simili anche se diversi sono gli accorgimenti tecnici relativamente a: sistemi di alimentazione, conformazione della camera di combustione, sistemi di asportazione ceneri, livello di automazione e sistemi di trattamento fumi; elementi che variano secondo le dimensioni dell'impianto, la tipologia di biomassa ed il suo livello di umidità. Sono disponibili impianti a griglia fissa, mobile o a letto fluido, idonei a tipologie di biomasse e a scale di impianto diverse.

L'ampia gamma di soluzioni e di taglie di potenza disponibili consente di utilizzare le caldaie a biomassa a fini termici a servizio di utenze domestiche singole, condomini, comunità, aziende agricole, riscaldamento serre, teleriscaldamento di plessi scolastici e cittadine dai pochi kWt ad una decina di MWt.

La convenienza economica dell'investimento è elevata in aree interne dove la stagione invernale è più rigida e lunga e quindi gli impianti lavorando più ore consentono risparmi economici sensibili, su base annua, rispetto all'utilizzo dei tradizionali impianti a gasolio o metano. La produzione di energia elettrica

è invece solitamente realizzata in impianti di taglia medio grande ed esula dal nostro interesse.

Le moderne caldaie sono dotate di sistemi per l'accensione automatica, di segnalazione in remoto di eventuali malfunzionamenti e di dispositivi automatici per la rimozione delle ceneri e per la pulizia degli scambiatori di calore. La combustione viene controllata in modo automatico a seconda della domanda energetica, della qualità del combustibile e della composizione dei gas di scarico.

Da questi pochi elementi risulta evidente che la tecnologia di combustione offre all'imprenditore un'ampia gamma di soluzioni tra le quali trovare la più idonea per lo specifico contesto. La scelta tecnologica sarà quindi basata su criteri di efficienza, economicità, affidabilità e determinata dai "bisogni" energetici dell'utenza da una parte e dalla tipologia e disponibilità di biomassa dall'altra.

Biocarburanti

Tre sono essenzialmente le tipologie di biocarburanti producibili a partire da materie prime agricole: il biolio, il biodiesel ed il bioetanolo. Limitatamente alle aziende agricole solo il primo è una opzione praticabile oggi. Il biodiesel, pur se esistono impianti di piccola taglia, è un prodotto chimico industriale con ben precisi standard di riferimento che devono essere rispettati tramite la scelta della materia prima ed il controllo del processo di transesterificazione che non è alla portata della singola azienda agricola. Esistono esperienze interessanti (progetto S.i.e.n.a.) di cooperazione tra società di trasporti, aziende agricole e industria petrolifera per la produzione di biodiesel a servizio delle flotte di trasporto pubblico ma la tecnologia esula comunque dall'azienda agricola che svolge sempre il ruolo di produttore primario di biomassa.

Il bioetanolo pur se ottenibile a partire da colture largamente praticate in Italia (cereali), è un prodotto industriale che si ottiene attraverso l’estrazione dei glucidi, la loro fermentazione alcoolica e la successiva distillazione dell’alcool.

Relativamente al biolio vi sono state esperienze significative sia per utilizzarlo nei motori agricoli sia per l'impiego in piccoli motori stazionari per cogenerare elettricità e calore.

Il cosiddetto olio vegetale combustibile si ricava dalla spremitura a freddo di semi di oleaginose (colza, girasole, soia). Tramite una pressa meccanica, a vite o coclea, si ottengono l'olio ed un panello proteico a sua volta utilizzabile nell'alimentazione animale. L'olio ottenuto deve essere successivamente sottoposto a filtrazione per eliminare le impurità e a questo punto è pronto per essere utilizzato.

Nei tradizionali motori diesel esso può essere usato preferibilmente in miscela con il gasolio tradizionale fino a percentuali di circa il 25-30% a meno che non si operino modifiche ad alcune parti del motore.

Alternativa è quella di utilizzare dei motori endotermici statici per la produzione combinata di calore ed elettricità. Essi, con un rendimento elettrico che arriva al 42% possono consentire di accedere agli incentivi per la produzione di energia da biomasse.

Elemento interessante di questa tecnologia è quello di poter

chiudere completamente la filiera nell'azienda agricola incluso il riuso dei sottoprodotti (panello per alimentazione animale) e di poter recuperare il calore per usi domestici o aziendali.

L'economicità e la sostenibilità di lungo periodo della filiera chiusa è legata alla capacità di valorizzare i cascami termici. Pertanto è necessario poter collocare gli impianti nelle immediate vicinanze di una o più utenze termiche.

Biogas

Una ulteriore opzione tecnologica è quella di produrre biogas attraverso la digestione anaerobica di biomasse, residuali o coltivate, e di bruciarlo in motori endotermici, cogenerando. In Europa sono attivi alcune migliaia di impianti che producono biogas a partire da fanghi di depurazione, acque reflue industriali, da discariche o da liquami zootecnici; nella sola Germania sono presenti oltre 6000 impianti che operano a partire da liquami zootecnici in codigestione con biomasse vegetali prodotte o di scarto mentre in Italia abbiano superato recentemente la quota dei mille impianti. La digestione anaerobica consente, da un lato, di produrre energia dall'altro di controllare le emissioni maleodoranti e di gas serra e di

stabilizzare le biomasse prima del loro impiego agronomico (spandimento digestato).

Produrre energia da biogas significa introdurre in azienda due tecnologie accoppiate: un digestore anaerobico e un motore a combustione interna. I sistemi oggi più diffusi, i quali consentono di stabilizzare la produzione di biogas nel tempo e quindi assicurano che il motore lavori per un numero di ore elevato durante l'anno, utilizzano la tecnica della digestione a umido. Essi prevedono dei sistemi di agitazione della biomassa e un sistema di riscaldamento, di solito collocato nella parete interna del digestore, ove circola acqua calda prodotta da uno scambiatore connesso al sistema di raffreddamento del motore. In questo modo si ottiene che la massa di liquami contenuta nel digestore mantenga nel corso dell'anno la medesima temperatura. I sistemi più diffusi lavorano in mesofilia nel range di temperatura tra i 35 ed i 38 °C.

Il sistema di raffreddamento del motore produce calore che solo in parte è utilizzato per mantenere in temperatura la biomassa e l'eccesso viene utilizzato per riscaldare ambienti o servizi connessi alla azienda agricola. Il principale ostacolo all'uso del calore in eccesso è la distanza che spesso intercorre

tra l'impianto e le potenziali utenze.

La moderna tecnologia del biogas richiede investimenti consistenti ed una gestione attenta in quanto è necessario controllare il corretto procedere dei processi fermentativi.

L'introduzione di queste tecnologie ha dei risvolti ambientali significativi per le imprese agricole: l'abbattimento delle emissioni di metano e dall'altra, attraverso l'investimento ripagato dagli incentivi, una diversa modalità di gestione dei liquami e l'ottenimento di un prodotto di risulta, il digestato, che, con le dovute accortezze, può ritornare al terreno. E' utile ricordare che il digestato ha un significativo contenuto di azoto del quale si deve tener conto nel piano di spandimento per non superare i limiti normativi di apporto azotato ai terreni soprattutto nelle aree classificate come vulnerabili ai nitrati.

Nei nostri territori le dimensioni delle aziende zootecniche sono generalmente limitate a poche decine o centinaia di capi. La produzione potenziale di biogas, associata alla sola digestione dei liquami autoprodotti in azienda è limitata, e questo rende difficile investire nella tecnologia odierna che è onerosa. Un impianto può venire a costare tra i 3500 ed i 4000

euro per kWe installato e richiede un investimento consistente. Per ovviare alle limitate produzioni aziendali di biomasse idonee vi sono sostanzialmente tre opzioni: realizzare impianti semplificati (copertura vasche stoccaggio), disporre di terreni per produrre colture dedicate da insilare ed utilizzare nel digestore, realizzare strutture consortili che mettano a sistema le biomasse di più aziende zootecniche o che le miscelino a biomasse prodotte dal settore agroindustriale per realizzare impianti medio grandi. Questa ultima opzione comporta l'organizzazione efficiente dei flussi logistici della biomassa in entrata ed in uscita.

Conclusioni

La scelta di un imprenditore deve necessariamente basarsi su un’analisi dettagliata che, iniziando dalle caratteristiche intrinseche della propria azienda e dalla disponibilità naturale di risorse (sole, vento, acqua, biomasse, suolo), selezioni quella tecnologia/e che può essere opportunamente inserita garantendo un ritorno economico dell'investimento a fronte di un impegno di manodopera compatibile con le altre esigenze aziendali.

Anche aziende di limitate dimensioni possono trovare delle valide opportunità al fine di integrare il reddito o risparmiare sui costi energetici; grazie infatti agli incentivi è possibile assicurarsi oggi una tecnologia che potrà continuare a generare utili o risparmi anche al termine di validità degli stessi, quando cioè il costo di investimento sarà stato ampiamente remunerato.

Raramente le aziende dispongono al proprio interno di professionalità adeguate per la valutazione ed il dimensionamento di un investimento energetico e devono necessariamente ricorrere alla consulenza o dello stesso venditore di tecnologie o a consulenti esterni al mondo agricolo. Il progetto AgEn-future, coordinato dalla FIDAF, ha permesso di formare più di 40 giovani neolaureati italiani, la maggior parte dei quali afferenti ai corsi di laurea delle ex facolta di agraria, ed è un potenziale modello di capacity bulding postlaurea utile al trasferimento di conoscenze, primo passo indispensabile nella direzione di un trasferimento di soluzioni (più che di semplici tecnologie) che il progetto Polo "Trasferimento Tecnologico", finanziato della regione Lazio, ha reso possibile attraverso la presente pubblicazione.

OPZIONI TECNICHE, SOCIO ECONOMICHE E GIURIDICHE PER IL TRATTAMENTO DEI REFLUI OLEARI IN IMPIANTI DI BIOGAS NEL BACINO DEL MEDITERRANEO

Di Salvatore Marrone

La produzione di olio d'oliva è di vitale importanza per l'ambiente, l'economia e la vita sociale della regione mediterranea, ma ci sono diversi aspetti negativi da considerare, tra cui la produzione di enormi quantità di rifiuti biotossici in un breve periodo di tempo (tre quattro mesi). Questo articolo discute le opzioni, tecniche, socio economiche e giuridiche per il trattamento delle acque reflue olearie negli impianti di biogas. A tal fine, sono state studiate le opzioni per quanto riguarda la struttura, la situazione tecnica e dimensionale e il trattamento dei reflui in corso nei diversi paesi europei.

I due principali problemi da superare per permettere una produzione economicamente sostenibile di metano da rifiuti oleari sono: l'eliminazione della tossicità dei rifiuti a causa della loro composizione organolettica e l'estensione dei frantoi, generalmente di piccole e medie dimensioni.

Oggigiorno per sviluppare ulteriormente bioenergia da acque reflue, è necessario adottare approcci integrati e multidisciplinari, al fine di limitare o eliminare completamente il rischio ambientale.

Sin dai tempi antichi, la coltivazione dell'olivo (*Olea europea*) è sempre stata una pratica molto comune nel bacino del Mediterraneo, luogo ideale di crescita per le sue favorevoli condizioni pedoclimatiche. L'olivo è l'albero emblematico di tale territorio e, così come Vite e Cereali, rappresenta l'attività agricola più tradizionale e caratterizzante del paesaggio agricolo [4].

La flora mediterranea è contraddistinta dalla presenza di un enorme patrimonio genetico che riunisce varietà di olivo dalle molteplici caratteristiche (cultivar), comprendenti piante secolari o addirittura millenarie, significative di una riserva biologica (biodiversità) radicata in ambienti e territori diversi.

Ci sono due sistemi principali di olivicoltura: quello tradizionale, sprovvisto di irrigazione, comunemente praticato in zone collinari o montane, e recenti metodi che impiegano l'irrigazione e la meccanizzazione. Nel 2007 nell'Unione

Europea sono state stimate circa 2 milioni di aziende agricole olivicole, la maggior parte delle quali di piccole dimensioni.

Nel Bacino del Mediterraneo viene prodotto il 98% dell'olio d'oliva mondiale, nella comunità Europea il 79%, dove Spagna, Italia e Grecia contribuiscono per ben il 72%. La Spagna è il primo produttore ed esportatore mondiale con il 43% ed ha il più alto numero di piante di olivo coltivate [7]. L'Italia è il secondo produttore mondiale con il 17% ed una produzione media di circa 500.000 tonnellate nella campagna 2006-2010. Al terzo posto troviamo la Grecia con il 12% ed il primato di maggiore produttore di olive nere. La produzione di olio d'oliva in Spagna sembra essere relativamente meno frammentata rispetto alla Grecia o all'Italia, che ha il più alto numero di aziende [2].

Paese	Aziende	Estensione media
Italia	776000	1,3
Grecia	531000	1,6
Spagna	413000	5,3

Figura 1: Dimensione media delle aziende nei paesi maggiori produttori mondiali di olio d'oliva

L'olio di oliva è ottenuto mediante due principali metodi di estrazione: per pressione (tradizionale) e continuo (centrifuga solido-liquido). La prima fase nella produzione di olio d'oliva è la rimozione di steli, rami e foglie per consentire una migliore pulizia delle drupe che vengono lavate per rimuovere i pesticidi, residui, sporcizia, etc. In alcuni impianti l'acqua di lavaggio viene riciclata nel processo dopo sedimentazione dei solidi o filtrazione, mentre in altri le olive vengono trasformate direttamente senza essere lavate. Durante la raccolta si producono grandi quantità di residui solidi, dovuti alla potatura di foglie e rami che vengono tagliati al fine di migliorare la produzione dell'anno successivo, eliminando le parti non produttive della pianta [2].

L'evoluzione dei sistemi continui ha portato ad efficienze maggiori, ma anche a problemi di trattamento e smaltimento dei reflui oleari. Il sistema continuo può funzionare mediante un processo di estrazione a 2-fasi o a 3-fasi, in cui i due metodi si differenziano tra loro sostanzialmente per l'apporto d'acqua da fornire. Il processo di estrazione a tre fasi ha una resa leggermente migliore, portando alla produzione di una minor quantità di sansa ma ad una produzione significativa di reflui oleari [10]. Per consentire la separazione di piccole quantità di

acque reflue e solidi sospesi che accompagnano l'olio, si aggiunge acqua al processo di purificazione, che si ottiene con l'aiuto della centrifugazione.

I paesi produttori di olio d'oliva hanno l' enorme problema dello smaltimento del refluo oleario (in inglese più precisamente definito *Olive mill wastewater*, in sigla OMW), un sottoprodotto liquido generato durante il processo di estrazione dell'olio.

Ci sono circa 2 milioni di aziende nel Mediterraneo coinvolte nella spremitura delle olive, con la produzione di tre prodotti principali: l'olio d'oliva (20%), la sansa (30%), i reflui oleari (50%). Le industrie di trasformazione dell'olio di oliva svolgono un importante funzione economica, ma purtroppo per ogni tonnellata di olio prodotto vi sono tre o più tonnellate di sottoprodotti di difficile smaltimento che comportano un serio problema ambientale [12].

Tali rifiuti sono pericolosi perché hanno una domanda biologica (BOD_5) e chimica (COD) estremamente elevata di ossigeno, un elevato contenuto di sostanza organica e contengono grandi quantità di terreni in sospensione e di elementi minerali [8].

Nonostante la produzione di olio di oliva sia stagionale e racchiusa in un arco temporale limitato, si stima che la produzione annuale di OMW nell'area mediterranea superi i $30x10^6$ m^3 [10]. La composizione chimica dei reflui oleari (OMW) è molto variabile: dipende dalla varietà di olivo, dalla maturità della drupa, dall'epoca di raccolta, dal processo di trasformazione, dalle condizioni climatiche, dal metodo di coltivazione del suolo e dalla presenza di pesticidi e fertilizzanti.

L'OMW è un liquido recalcitrante marrone scuro, con un odore caratteristico, un pH acido (4,0-5,5), un sistema redox molto complesso, un'elevata capacità tampone, ed una composizione che varia a seconda del contenuto dell'acqua di vegetazione, il processo di estrazione dell'olio d'oliva e il tempo di conservazione delle drupe. Esso contiene quantità apprezzabili di zuccheri, minerali e altri promotori della crescita, quindi potrebbe essere utilizzato sostanzialmente come fertilizzante e ammendante con effetti positivi diretti e indiretti sulle piante [5].

La composizione tipica dell'OMW è: 83-96% di acqua, 3,5-15% di materiale organico e di 0,5-2% di sali minerali. L'alta concentrazione di polifenoli di colore scuro presenti, può

inquinare i torrenti e fiumi, a causa delle seguenti proprietà: colore dal marrone scuro al nero, odore acido, alto contenuto organico, un rapporto COD/BOD_5 da 2,5 a 5,0, che indica bassa biodegradabilità, pH acido, elevata concentrazione di composti fenolici ed elevato contenuto di materia solida.

L'ampia gamma di componenti trovati nell'OMW rende difficile il loro trattamento ed il loro corretto smaltimento, provoca gravi problemi ambientali, come ad esempio la colorazione delle acque naturali, minacce enormi per la vita acquatica (diminuzione della popolazione di pesci), di superficie e l'inquinamento delle acque sotterranee, la qualità del suolo e la crescita delle piante [2].

Tutti i test di digestione anaerobica, prevedono a monte, pre-trattamenti di triturazione e omogeneizzazione della biomassa in ingresso, finalizzati a solubilizzare la matrice organica e ad incrementare la superficie di attacco tra substrato e batteri. Considerando le quantità prodotte, lo scarso valore economico e i problemi di smaltimento, gli scarti di provenienza dall'attività di produzione dell'olio di oliva sono i più elevati in assoluto.

Il processo di trasformazione delle olive in olio può essere implementato in diversi modi, e precisamente secondo tre categorie principali:

1. il metodo di pressatura tradizionale, utilizzato sin dai tempi antichi nel corso dei secoli solo apportando piccole variazioni, usato ancora oggi nelle aree rurali;
2. il sistema 3-fasi così chiamato per le tre fasi che si generano durante il processo, vale a dire: la produzione di olio di oliva, di sansa e di reflui oleari (OMW);
3. il sistema più rispettoso dell'ambiente 2-fasi che produce il tutto in soli due passi: attraverso l'utilizzo di un sistema di centrifugazione più efficace produce olio ed un secondo prodotto, una miscela di sansa e di acqua contenuta nelle olive, simile ad una sansa semi-solida molto umida [9].

Il metodo tradizionale è ancora ampiamente usato oggi come un modo valido di produrre olio di alta qualità, in cui le olive vengono lavate, schiacciate ed impastate con l'aggiunta di acqua calda. Il suo vantaggio è una migliore molitura delle drupe, diminuendo così la liberazione di enzimi ossidativi dell'olio, grazie anche all’azione della pressa che separa l'olio liquido e l’acqua di vegetazione dal materiale solido. Il metodo tradizionale genera tipicamente circa il 50% dell’OMW,

rispetto al peso iniziale delle olive, mentre il processo di centrifugazione continua genera tra l'80-110% delle OMW.

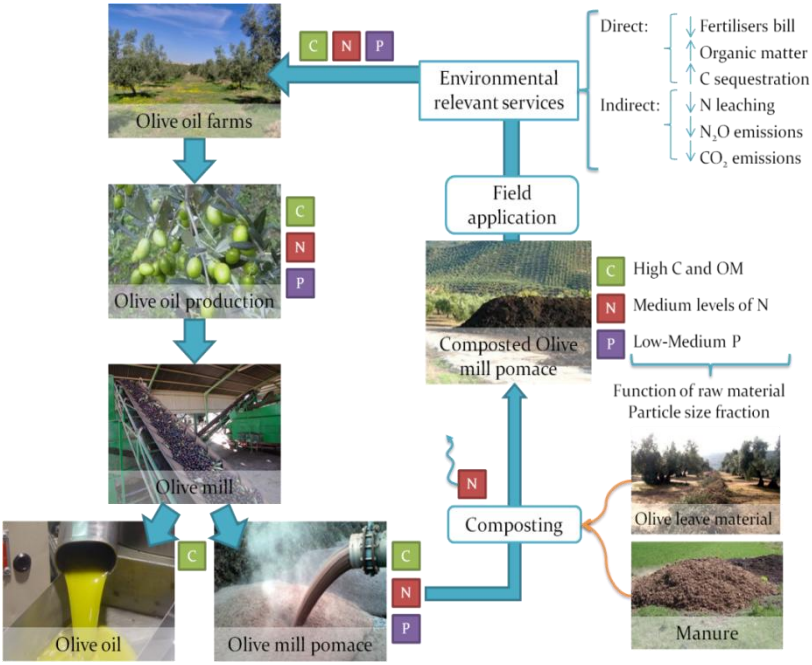

Figura 2: Produzione dell'olio di oliva con particolare riferimento ai sottoprodotti generati durante il processo di estrazione

Il metodo 3-fasi ha il vantaggio di quintuplicare la produzione di olio d'oliva giornaliera paragonato al metodo tradizionale di estrazione, ma lo svantaggio di usare più del 50% di acqua in

più durante il processo, producendo di conseguenza più del doppio dei reflui oleari (OMW) [11].

Il principale difetto del metodo 3-fasi è la produzione in un periodo limitato di tempo (Novembre-Febbraio) di una grossa quantità di reflui, difficili da smaltire o riutilizzare.

Il metodo 2-fasi è stato creato negli anni ‘90, con il preciso scopo di risolvere i problemi degli altri due metodi: è, infatti, considerato il processo più ecologico perché, sacrificando parte della capacità estrattiva, non richiede l’aggiunta di acqua per la produzione di olio, limitando il suo consumo di ben il 75%. L’unico residuo risultante è quindi un mix tra rifiuto solido e liquido, più umido e contenente l’80% dell’olio d’oliva, incluso epicarpo, semi, polpa e altri residui [13]. Il processo è simile al 3-fasi eccetto per il composto di uscita finale, che purtroppo è molto difficile da processare dalle industrie richiedendo un elevato costo di gestione.

L’estrazione di 1.000 kg di olive con il metodo 3-fasi genera 210 kg di olio di oliva, 550 kg di sansa e 1-1.6 m^3 di OMW, dove la stessa quantità con il metodo 2-fasi genera 200 kg di olio, 800 kg di sansa e solo 0.2 m^3 di OMW [3]. Si può notare quindi che il sistema 2-fasi risolve il problema dell’aggiunta di acqua ma incrementa quello della gestione dei residui.

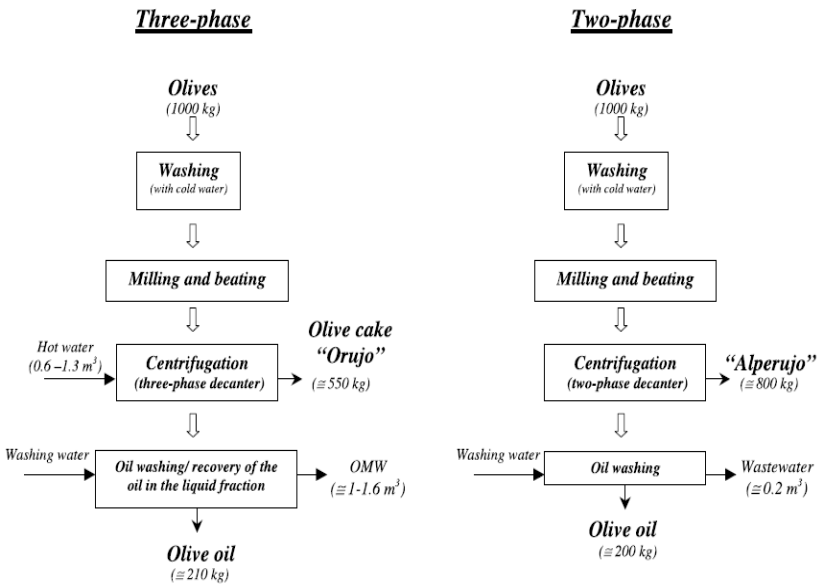

Figura 3: Confronto tra il sistema a 3 fasi e quello a 2 fasi per l'estrazione dell'olio d'oliva (Alburquerque et al., 2004).

I reflui oleari sono prodotti principalmente nella regione del Mediterraneo; l'Unione Europea non ha ancora adottato una politica comune, ma solo emanato una linea guida da seguire, precisamente tramite la direttiva del Consiglio Europeo 91/271/EEC sul "Trattamento dei rifiuti reflui urbani", riguardante la protezione dell'ambiente e la prevenzione dal possibile riutilizzo di essi senza le dovute norme di sicurezza ambientali. All'interno dell'Unione Europea ogni Stato

stabilisce differenti limiti per il riutlizzo dei reflui oleari (OMW), tutti questi limiti sono al di sotto dei 180 $m^3 ha^{-1}$.

Solo in Italia ed in Portogallo c'è una legislazione ben chiara sul riutillizo dei reflui oleari per il trattamento/applicazione degli stessi su suoli agricoli (Legge No. 574/1996 e No. 626/2000, rispettivamente).

La legge italiana stabilisce le quantità limite annuali che possono essere applicate ogni anno sui suoli agricoli, e precisamente:

- 50 m^3/ha per OMW ottenuti tramite processi discontinui di estrazione;
- 80 m^3/ha per OMW ottenuti tramite processi continui di estrazione;

In Portogallo, invece, la legge stabilisce la quantità massima utilizzabile in 80 $m^3 ha^{-1}$annui.

Altri stati europei e non (Spagna, Grecia, Cipro, Turchia, etc.) hanno leggi e regolamentazioni interne, simili tra loro, ma purtroppo sempre differenti.

Vi è una forte esigenza di norme internazionali per adottare una linea guida unitaria per l'efficace tutela dell'ambiente. Considerato quanto sopra, l'unico piano di azione comune da parte dell'Unione europea (EU) è quello di obbligare i

produttori di olio di cambiare metodo passando dal sistema a 3-fasi a quello a 2-fasi.

Purtroppo i sistemi a 2-fasi sono stati adottati largamente solo in Spagna (98% degli impianti in Andalusia) e Croazia. In tutti gli altri paesi rappresentano meno del 5 % della produzione.

Sistemi tradizionali dominano in Portogallo, mentre i sistemi a 3-fasi sono dominanti negli altri paesi [6].

Il riutilizzo in agricoltura delle acque usate è una pratica diffusa in molti paesi e sempre più spesso raccomandato dagli organismi internazionali che promuovono lo sviluppo sostenibile. A livello nazionale il riuso delle acque reflue è stato spesso citato come possibile fonte alternativa di risorse idriche da destinare all'uso irriguo, in particolare nel Mezzogiorno. Fino ad oggi però sono molto poche le esperienze concrete di riutilizzo irriguo di acque di scarico, anche se le risorse che si renderebbero disponibili ricorrendo a questa pratica sarebbero rilevanti. Oggi la maggior parte delle soluzioni proposte per il trattamento e recupero dei reflui oleari richiedono una grande quantità di energia, elevati costi di realizzazione e manutenzione, di personale altamente qualificato per le operazioni . Tutto questo è difficilmente praticabile per i singoli produttori di olio, a causa dei costi

iniziali elevati, ma sarebbe fattibile con l'unione di diversi agricoltori in una forma di associazione per ripartire equamente i compiti e le spese. Ultimo, ma non meno importante, il fatto che nessuna metodologia di trattamento dei rifiuti olivicoli sia stata universalmente adottata non è soltanto un'indicazione dei possibili inconvenienti che ciascuno di essi possiede, ma è principalmente un risultato della larga gamma di condizioni particolari incontrati al livello di piccole e medie imprese.

C'è urgenza di sviluppare soluzioni efficaci ed economicamente fattibili per la gestione dei rifiuti, mediante tecnologie che consentano il minimo impatto ambientale, basso costo di realizzazione, in particolare per i produttori di piccole dimensioni. L'impatto dei reflui oleari sulle proprietà fisico-chimiche del suolo è il risultato di effetti opposti, dovuti alle diverse quantità di composti organici ed inorganici presenti nei diversi componenti. Sebbene la disponibilità di acque reflue è un'alternativa molto interessante per l'agricoltura, i rischi sanitari connessi con questa pratica possono costituire un vero e proprio ostacolo allo sviluppo di tale pratica. L'utilizzo di un solo metodo di gestione dei rifiuti o di diverse combinazioni può trasformare i diversi tipi di rifiuti in materiali di partenza

per la produzione di energia o per il riutilizzo dell'acqua (blocchi combustibile, biogas e riutilizzo dell'acqua) .

Sono state proposte numerose soluzioni per i trattamenti degli OMW, ma nessuna può essere considerata definitiva, sia sotto il profilo economico che di efficienza di depurazione, c'è ancora molto da fare in questo ambito per trovare una soluzione che sia il più possibile economicamente ed ecologicamente compatibile.

Una chiara conclusione generale è che l'olivicoltura ha effetti ambientali sia positivi che negativi, ed è assolutamente necessario sviluppare norme europee comuni per il trattamento e lo smaltimento di questi residui nel pieno rispetto dell'ambiente. La sfida è quella di trasformare prodotti di scarto in nuovi elementi ecocompatibili, in grado di risolvere i problemi ambientali e permettere nuovi guadagni agli imprenditori agricoli.

L'uso alternativo dei residui organici olivicoli è il recupero delle sostanze preziose contenute in essi, infatti utilizzando una tecnologia adeguata, possono essere convertiti in prodotti dall'alto valore commerciale, permettendo di aumentare la competitività in settori diversi, come quello farmaceutico e cosmetico.

Bibliografia:

[1] APAT, "Le biomasse legnose: un'indagine sulle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti di energia", Rapporto 30/2003.

[2] Akdemir E. O., Ozer A., (2008). "Application of a statistical technique for olive oil mill wastewater treatment using ultrafiltration process". Sep Purif Technol, 62 (1), 222-227.

[3] Alburquerque J.A., Gonzálvez J., García D., Cegarra J., (2004). "Agrochemical characterisation of "alperujo", a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction". Bioresource Technology 91 (2004) 195–200

[4] Angles, S., (1999)."The changes in the olive-growing geography of Andalusia".Olivae 78: 12–22.

[5] Ehaliotis C., Papadopoulu K., Kardikami A., (2003)." The capacity of agricultural soil to auto-regulate bioremediation of olive-mill waste water".In : Sasek V, Glaser JA, Baveye P (Eds). The utilization of Bioremediation to Reduce Soil Contamination: Problems and Solutions. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 353-358.

[6] Kotronarou N., Méndez M. (2003)."Impel Olive Oil Project". Impel Review Initiative (IRI) - European Union

Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law. Rome, 15-19 November 2003.

[7] IOOC (International Olive Oil Council), (2013). www.internationaloliveoil.org (accessed June 21, 2013)

[8] Niaounakis M., Halvadakis C.P., (2004). “Olive-mill Waste Management: Literature Review and Patent Survey”. Typothito–George Dardanos, Greece.

[9] Quaratino D., D'Annibale A., Federici F., Cereti C.F., Rossini F., Fenice M., (2007). “Enzyme and fungal treatments and a combination thereof reduce olive mill wastewater phytotoxicity on Zea mays L. seeds”, Chemosphere, 66 (9), 1627-1633;

[10] Roig A., Cayuela M.L., Sanchez-Mondero M.A., (2006). “An overview on olive mill wastes and their valorisation methods”. Waste Management, 26(9), 960-969.

[11] Stamatakis G., (2010). “Energy and geo-environmental applications for Olive Mill Wastes. A review”. Hellenic Journal of Geosciences, vol.45, 269-282.

[12] Vera R., Aguilar C., Lira R., Toro P., Barrales L., Pena I., Squella F., Perez P., Quenaya J., Yutronic H., Briones I., (2009). “Feeding dry olive cake modifies subcutaneous fat composition in lambs, noting cake resistance to degradation and peroxidation”. Chilean J. Agric. Res. 69, 548–559.

[13] Vlyssides A.G., Loizides M., Karlis P.K., (2004). “Integrated strategic approach for reusing olive oil extraction”. Journal of Cleaner Production. 12, 603-611.

LA TECNOLOGIA "POWER TO GAS": UNA SOLUZIONE EFFICACE PER LO STOCCAGGIO ENERGETICO DELL'ENERGIA RINNOVABILE IN SURPLUS

di Marco Compagnone

L'importanza della tecnologia "Power To Gas" a supporto dei sistemi energetici basati sulle fonti rinnovabili

1.INTRODUZIONE

Le reti elettriche tradizionali non sono in grado di soddisfare le esigenze di un settore in rapida evoluzione come quello energetico. La convergenza di diversi fattori, tra i quali la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e la generazione distribuita, promuove e richiede lo sviluppo di tecnologie come lo stoccaggio energetico.
Negli ultimi decenni, l'energia elettrica è stata prodotta essenzialmente da centrali elettriche di grandi dimensioni alimentate con combustibili fossili, da centrali nucleari e dai sistemi idroelettrici . Sebbene questi sistemi offrano un servizio efficiente in tutto il mondo da più di un secolo, i tempi stanno cambiando. La domanda di energia sta crescendo rapidamente a causa della forte crescita demografica, ma anche a causa di

sistemi economici sempre più energivori. Allo stesso tempo però, le società moderne hanno compreso la necessità di ridurre le emissioni per combattere i cambiamenti climatici causati dalle attività antropiche. Per perseguire tale obiettivo, oltre ad un impiego ottimale delle fonti energetiche tradizionali, è necessario sostenere lo sviluppo e la diffusione delle energie rinnovabili. Per questi motivi, il Consiglio dell'Unione Europea ed il Parlamento Europeo, hanno approvato la direttiva 2009/28/CE con la quale è stato adottato un quadro comune all'interno dell'UE per la promozione dell'energia da fonti rinnovabili. Lo scopo di tale atto legislativo è quello di raggiungere entro il 2020 una quota del 20% di energia da fonti rinnovabili sul consumo totale dell'UE ed una quota del 10% di energia da fonti rinnovabili nel consumo energetico dei trasporti di ogni Stato membro. Per raggiungere questi obiettivi, la direttiva ha stabilito quindi, per ciascuno Stato membro, un obiettivo nazionale obbligatorio per la quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo totale lordo di energia. Ogni obiettivo è stato fissato sulla base dei diversi punti di partenza dei vari Paesi.

Stiamo quindi assistendo a considerevoli cambiamenti all'interno del settore energetico in cui la produzione da fonti rinnovabili sta gradualmente sostituendo quella da fonti energetiche tradizionali. Secondo le stime dell'AIE (Agenzia Internazionale dell'Energia), la produzione globale di energia da fonti rinnovabili avrà un significativo incremento nel 2030 con un investimento complessivo di 5.500 miliardi di dollari [1]. Una situazione di questo tipo, ovvero di coesistenza di fonti energetiche differenti con un ruolo sempre più importante delle energie rinnovabili, comporta però numerose complessità sia in termini di progettazione che di gestione delle reti elettriche. Occorre infatti considerare che le condizioni metereologiche hanno una notevole influenza sulle fonti rinnovabili determinando quindi una produzione energetica intermittente. La produzione di energia in impianti eolici è ad esempio caratterizzata da periodi di elevata produttività seguiti da momenti di stasi, mentre le prestazioni dei sistemi fotovoltaici peggiorano in condizioni di cielo nuvoloso e si annullano durante le ore notturne. E' quindi evidente che in un sistema elettrico fortemente rinnovabile, si registrano forti fluttuazioni energetiche all'interno delle reti elettriche. Tutto ciò costituisce un problema. Infatti, tali fluttuazioni (o picchi)

molto spesso non sono allineate con le esigenze energetiche delle utenze. In altre parole, vengono immesse in rete considerevoli quantità di energia elettrica nei periodi in cui vi è una scarsa domanda e si ha invece una bassa produzione energetica quando la domanda è maggiore. Oltre ai problemi di gestione della rete, accade che l'energia elettrica in eccesso rimanga inutilizzata e quindi sprecata. L'energia sotto forma di elettricità, non può infatti essere accumulata in grandi quantità. La natura intermittente delle rinnovabili rappresenta quindi, un vero e proprio limite che può mettere a rischio la loro stessa sopravvivenza ed il loro sviluppo futuro. Sono pertanto necessarie delle tecnologie che permettano lo stoccaggio energetico ("*energy storage*") di grosse quantità di energia eccedente che vengono prodotte nei periodi di bassa domanda. I sistemi di stoccaggio, devono avere rendimenti elevati e capacità di immagazzinamento tali da poter accumulare l'energia anche per lunghi periodi temporali e minimizzare al tempo stesso le perdite. La realizzazione di nuovi sistemi di stoccaggio, comporta benefici significativi come ad esempio l'attenuazione delle fluttuazioni dei prezzi e la diminuzione dei picchi di carico delle centrali elettriche.
Un approvvigionamento basato totalmente sulle fonti

energetiche rinnovabili può esistere solo se è disponibile una capacità di stoccaggio sufficiente. La questione *dell'energy storage* sta trovando quindi terreno fertile in quelle nazioni come la Germania, che hanno deciso di orientarsi verso un sistema energetico fortemente rinnovabile. Per comprendere il motivo di tale sensibilità da parte della Germania per le tecnologie di stoccaggio, ci vengono in aiuto alcuni numeri significativi, forniti dal *Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Ministero Tedesco per le Tecnologie e l'Energia)*. Fino al 2010, in Germania sono stati infatti installati impianti per la generazione elettrica da fonti rinnovabili per una potenza di circa 54 GW. Essi hanno generato 97.000 GWh di energia. Tuttavia, le efficienze delle diverse tipologie di impianto sono molto diverse. Mentre il PV raggiungeva una media di 880 ore a pieno carico all'anno, le turbine eoliche fornivano circa 1380 ore e gli impianti a biomasse circa 6.090 ore. Nel 2022, data prevista per la definitiva chiusura di tutte le centrali nucleari, la Germania otterrà il 60% della propria energia da fonti rinnovabili e, secondo quanto sostiene l'Agenzia federale delle reti, già a partire dal 2020 il fotovoltaico sarà la fonte energetica primaria del paese con 54 GW installati, seguito poi

dai 47,5 GW dell'eolico *onshore*. Ulteriori 13 GW saranno invece garantiti dall'eolico *offshore*.

2. LE DIVERSE TECNOLOGIE DI STOCCAGGIO ENERGETICO DISPONIBILI PER LE ENERGIE RINNOVABILI

L'energia rinnovabile viene convertita in energia elettrica in una forma trasportabile. L'energia, sotto forma di elettricità può essere stoccata solo in quantità limitate. Ai fini dello stoccaggio energetico, è quindi necessario trasformare l'energia elettrica in altre forme di energia per poi essere nuovamente convertita in energia elettrica. Tali forme sono le seguenti [2]:

- energia elettrica (supercapacitori)
- energia potenziale (centrali idroelettriche con impianti ad accumulazione PHS)
- energia meccanica (CAES, flywheels o Volani)
- energia elettrochimica (batterie)
- energia chimica (combustibili)

Le centrali idroelettriche con impianti ad accumulazione (PHS) sono generalmente utilizzate per immagazzinare energia elettrica sotto forma di energia potenziale, per periodi che vanno da diverse ore a diversi giorni (vedi figura 1). I CAES, ovvero i sistemi di stoccaggio ad aria compressa, hanno delle capacità di stoccaggio simili a quelle degli impianti idroelettrici (vedi figura 1). Tuttavia, attualmente vengono poco utilizzati.

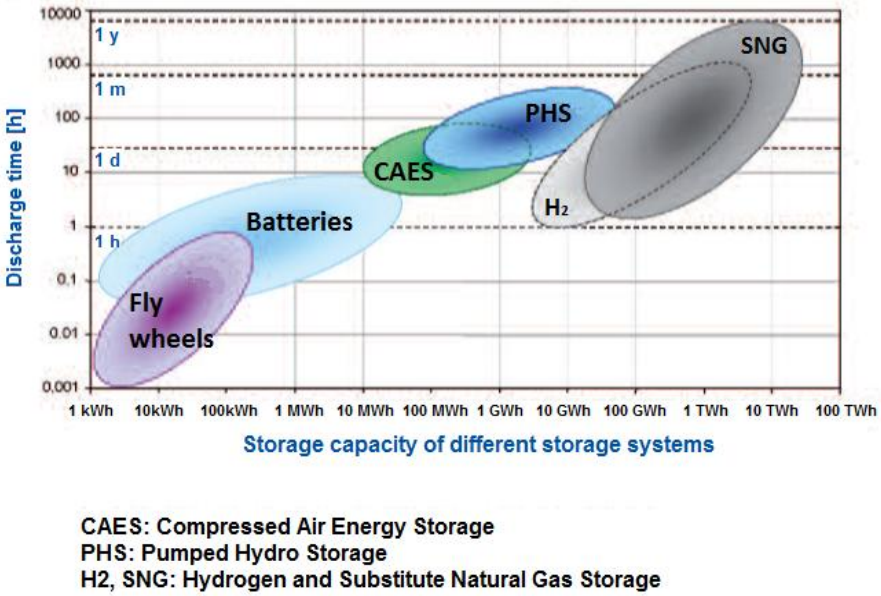

Figura 1. Confronto tra le capacità di stoccaggio delle diverse tecnologie di stoccaggio [2]

Anche i sistemi di stoccaggio mediante volani e supercapacitori vengono impiegati raramente a causa della loro scarsa durata e capacità di stoccaggio. Sono principalmente utilizzati per la fornitura di energia a breve termine (tempi di fornitura inferiori ad 1 h) per compensare le fluttuazioni energetiche. Le batterie rappresentano invece dei sistemi di accumulo a medio termine (< 1 giorno) e il loro impiego è limitato dalla loro bassa capacità di stoccaggio e dalla loro vita. Attualmente per la conservazione a lungo termine e il bilanciamento stagionale delle fonti energetiche rinnovabili, l'unica soluzione conveniente è la conversione chimica dell'energia elettrica in combustibili chimici come l'idrogeno e i combustibili a base di carbonio (*synthetic natural gas*, metanolo e combustibili liquidi).

Le tecnologie necessarie per effettuare tale conversione prendono il nome di "*Power to Gas*" e "*Power to Fuel*".

Con i sistemi "**Power to Gas**" è possibile produrre idrogeno e "*synthetic natural gas*" (detto anche "*substitute natural gas*" o SNG) in grosse quantità, che potranno poi essere stoccate all'interno di particolari formazioni geologiche o all'interno delle reti nazionali di distribuzione del gas naturale. In questo modo è possibile ottenere delle riserve energetiche comprese

tra l'ordine dei 10 GWh e i 50 TWh che, in termini temporali, corrispondono ad avere una disponibilità energetica per un periodo di diversi mesi (vedi figura 1). I vantaggi non finiscono qui, l'idrogeno ed il SNG possono infatti essere utilizzati direttamente come combustibili nel settore dei trasporti [2].

3. LA TECNOLOGIA "POWER TO GAS"

Come è stato detto precedentemente, il surplus di energia elettrica prodotta mediante le fonti rinnovabili (in particolare eolica e solare), viene convertito in idrogeno e poi in gas naturale sintetico (SNG). L'idrogeno e l'SNG vengono successivamente stoccati in grandi quantità nelle reti del gas o in particolari formazioni geologiche.

La conversione avviene in due fasi. Nella prima fase, l'energia elettrica viene trasformata in idrogeno attraverso **l'elettrolisi**. Nella seconda fase il gas SNG viene prodotto mediante un processo di **metanazione** (vedi figura 2).

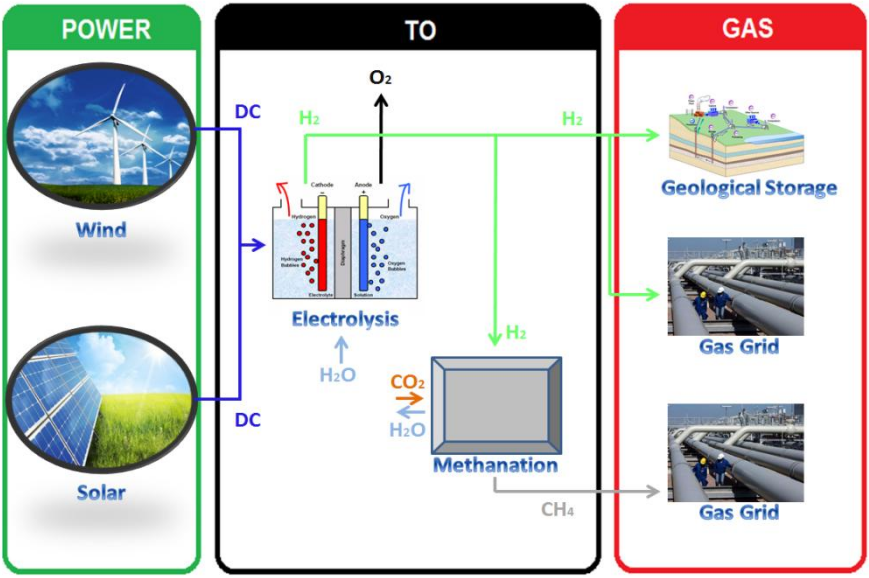

Figura 2. La Tecnologia "Power To Gas"

3.1 *L'elettrolisi*

Per effettuare il processo di elettrolisi dell'acqua possono essere utilizzati tre metodi:

- l'elettrolisi alcalina (AWE)
- l'elettrolisi mediante la membrana a scambio protonico (PEM)
- l'elettrolisi ad alta temperatura (HTE).

Mentre l'elettrolisi alcalina, a partire dalla metà del XX secolo è usata su larga scala principalmente per la produzione di idrogeno per sistemi commerciali, l'elettrolisi con membrana a scambio protonico si trova ancora in una fase di sviluppo ed è stata usata a livello commerciale solo per applicazioni a bassa potenza. L' elettrolisi ad alta temperatura, in particolare quella effettuata mediante le celle ad ossidi solidi (SOEC), attualmente si trova in una fase di ricerca di base [3].

3.1.1 *L'elettrolisi alcalina (AWE)*

I componenti di una cella elettrolitica sono due elettrodi (catodo e anodo) e un separatore detto diaframma. La membrana è posta tra gli elettrodi e la sua funzione è quella di agire da barriera per mantenere separati i gas prodotti ed evitare il corto circuito [4]. Nell'elettrolisi alcalina, la molecola dell'acqua viene divisa in ossigeno ed idrogeno. Questo

fenomeno lo si ottiene applicando una corrente elettrica ai due elettrodi, che sono immersi in un elettrolita. Il risultato di questo processo è l'accumulo di idrogeno al catodo e di ossigeno all'anodo. L'elettrolita è una soluzione acquosa di idrossido di potassio con una concentrazione del 20-40 % in peso. Generalmente, la temperatura di esercizio degli elettrolizzatori è di 80 ° C, con densità di corrente nell'intervallo 0.2-0.4 A/cm^2. Il costo di questo tipo di elettrolizzatori è stato stimato in circa 1000 € / kW [4].

3.1.2 *L'elettrolisi con membrane a scambio protonico (PEM)*

Originariamente, la tecnologia PEM è stata sviluppata per applicazioni utilizzate nell'industria spaziale. Nel 1966, General Electric ha sviluppato il primo elettrolizzatore commerciale basato su una membrana polimerica a scambio protonico [5]. Il sistema è composto da un anodo, un catodo e da una membrana posta tra i due elettrodi. Come elettrocatalizzatori vengono utilizzati l'iridio ed il platino. Il materiale della membrana è il Nafion. In questo tipo di elettrolisi, l'elettrolita liquido è sostituito con una membrana polimerica solida. Nel processo elettrolitico, l'acqua viene

ossidata elettrochimicamente in prossimità dell'anodo. Si formano cosi ossigeno, ioni idrogeno ed elettroni liberi. Gli ioni idrogeno hanno la possibilità di migrare attraverso la membrana e ricombinarsi con gli elettroni, formando così idrogeno gassoso in prossimità del catodo [6].

3.1.3 *L'elettrolisi ad alta temperatura (HTE)*

Solitamente l'elettrolita utilizzato è un materiale ceramico solido in grado di condurre ioni ossigeno. Gli elettrolizzatori ad alta temperatura sono ancora in fase di ricerca e sviluppo e non sono stati commercializzati. L'elettrolisi ad alta temperatura è un processo che richiede temperature comprese tra i 900 e i 950 ° C. L'acqua viene quindi utilizzata sotto forma di vapore. Il vapore viene immesso in prossimità del catodo. Il vapore si comporta quindi come un reagente e reagisce con gli elettroni dando origine alla formazione di ioni idrogeno e ioni ossigeno. Gli ioni ossigeno essendo liberi di muoversi, migrano verso l'anodo, in prossimità del quale scaricano gli elettroni e formano ossigeno gassoso.

3.1.4. *Il processo di metanazione*

Durante il processo di metanazione, viene prodotto metano sintetico (SNG) mediante la reazione di Sabatier [8].
Si tratta di una idrogenazione catalitica dell'anidride carbonica a metano ed è la combinazione di due tipologie di reazione. La prima è una reazione endotermica di shift del gas d'acqua,

Water-Gas Shift Reaction		
$H_2O\,(g) + CO$	$\rightarrow H_2 + CO_2$	$\Delta H_R^0 = -\ 41$ kJ/mol
Methanation Reaction		
$3\,H_2 + CO$	$\rightarrow CH_4 + H_2O\,(g)$	$\Delta H_R^0 = -\ 206$ kJ/mol
$4\,H_2 + CO_2$	$\rightarrow CH_4 + 2\,H_2O\,(g)$	$\Delta H_R^0 = -\ 165$ kJ/mol

Figura 3. le reazioni di metanazione

ovvero una reazione tra acqua e monossido di carbonio che porta alla formazione di idrogeno ed anidride carbonica. La seconda è invece una reazione esotermica di metanazione del monossido di carbonio. Le reazioni chimiche sono rappresentate in figura 3. La metanazione è già stata applicata a

livello industriale nel 1970 per la produzione di SNG ma a partire dal carbone. La maggiore difficoltà tecnica del processo è quella di garantire una dissipazione di calore costante ed uniforme, in quanto il processo è fortemente esotermico. La metanazione può essere effettuata in sistemi bifase e trifase. In entrambi i sistemi, i reagenti sono gassosi ed i catalizzatori sono solidi. Sono stati analizzati diversi sistemi catalitici metallici, ma quelli a base di Rutenio e Nichel si sono rivelati più adatti ed efficaci [9]. Nei sistemi trifase viene impiegato un liquido per lo scambio termico. Tale liquido, non è invece richiesto nei reattori a due fasi a causa della differente struttura. I sistemi bifasici attualmente disponibili in commercio sono quelli a letto fisso e a letto fluido. I reattori a letto fisso sono i più usati. L'unico sistema a tre fasi è invece in una fase di sviluppo ed è testato solo negli impianti pilota. Il vantaggio del sistema trifase è che attraverso esso è possibile gestire meglio le variazioni di carico rispetto ai sistemi bifasici.

Riosservando la figura 2 e la terza reazione della figura 3, è possibile notare che per la produzione del gas SNG attraverso la metanazione, è necessaria anche una fonte di anidride carbonica. La CO_2 necessaria può sostanzialmente provenire da

fonti fossili o da fonti rinnovabili, come la biomassa. Una importante fonte di CO_2 di origine fossile è costituita dalle emissioni prodotte dalle centrali elettriche e dai processi industriali. L'anidride carbonica può essere ottenuta attraverso i processi di "*Carbon Capture and Storage*"[10]. Utilizzando un approccio di questo tipo, si otterrebbero anche importanti vantaggi ambientali, in quanto si limiterebbero le emissioni di CO_2 in atmosfera.

Se si utilizza la biomassa come fonte di CO_2, i tre processi maggiormente utilizzati sono la gassificazione, la fermentazione e la combustione. I prodotti più importanti derivanti dalla gassificazione e dalla fermentazione sono rispettivamente il biosyngas ed il biogas. Il biosyngas è composto principalmente da H_2 e CO, ma sono presenti in quantità minori anche CO_2, CH_4 e H_2O. Il biogas invece, è generalmente costituito da un 50-70 % di CH_4 ed un 30-50 % di CO_2. I valori dipendono dal tipo di biomassa utilizzata [11] .

4. LO STOCCAGGIO DEL SURPLUS DELL'ENERGIA RINNOVABILE

L' Idrogeno e l'SNG prodotti a partire dall'energia rinnovabile in surplus attraverso la tecnologia "*Power To Gas*", possono essere stoccati attraverso lo stoccaggio geologico e attraverso lo stoccaggio nella rete del gas.

4.1. *La rete del gas come sistema di stoccaggio per le energie rinnovabili: l'esempio tedesco*

In Germania, al fine di colmare il divario tra la produzione e la domanda di energia, per l'anno 2050, saranno necessarie delle capacità di stoccaggio per un valore compreso tra 17-25 TWh. Per ottenere tale capacità, una soluzione importante è rappresentata dalla rete del gas naturale. Infatti, la rete tedesca esistente può fornire attualmente una capacità di stoccaggio approssimativa di 300 TWh [12].

L'immissione di SNG e di idrogeno nei gasdotti richiede che determinati requisiti vengano rispettati. Infatti, nel caso del SNG, il contenuto di metano deve essere superiore al 90 % [3]. Il gas naturale sintetico prodotto attraverso la reazione di Sabatier, rispetta la definizione standard di qualità stabilita dall'Associazione Tecnico-Scientifica Tedesca per il Gas e l'Acqua (DVGW) [13]. Pertanto l'SNG può essere aggiunta nella rete del gas naturale in quantità variabili. Per quanto riguarda lo stoccaggio ed il trasporto dell' idrogeno è possibile invece adottare due opzioni. La prima opzione è quella di introdurre idrogeno direttamente nei gasdotti mentre la seconda è quella di realizzare ed utilizzare un sistema di condotte dedicato al trasporto dell'idrogeno. Adottando la prima opzione, occorre però considerare che il potere calorifico dell'idrogeno è circa un terzo di quello del gas naturale. Per questo motivo, l'introduzione di grandi quantità provocherebbe una diminuzione del contenuto energetico dell'intera miscela dei due gas [14]. L'idrogeno può quindi essere immesso nella rete del gas, ma il suo contenuto non deve superare il 10 % del totale. Questi ragionamenti sono validi solo nel caso in cui il gas sia destinato ad un uso domestico. La questione rimane

invece aperta nel caso di un impiego per l'alimentazione delle turbine a gas e di diversi processi industriali [12].

4.2 *Lo stoccaggio all'interno di formazioni geologiche*

Le formazioni geologiche idonee per lo stoccaggio sotterraneo a lungo termine del SNG e dell'idrogeno, sono le rocce porose e le cave sotterranee di sale. Tali formazioni devono essere rese impermeabili per evitare le fughe di gas.
Le strutture geologiche costituite da rocce porose possono trovarsi all'interno di giacimenti esauriti di petrolio e di gas, ma anche nelle falde acquifere [15]. Le principali caratteristiche di tali strutture sono una grande capacità di stoccaggio ma anche un alto valore di "*cushion gas*" (circa 50-67 % della quantità totale del gas stoccato). Il "*cushion gas*" è il quantitativo minimo indispensabile di gas presente o inserito nei giacimenti in fase di stoccaggio, che ha la funzione di consentire l'erogazione dei restanti volumi senza pregiudicare nel tempo le caratteristiche minerarie dei giacimenti stessi [16].
Le cave di sale, realizzate per l'estrazione del sale, sono molto

funzionali per lo stoccaggio del gas in quanto ogni anno permettono di eseguire diversi cicli di estrazione e di immissione, e possono essere utilizzate anche per soddisfare i picchi di carico [15]. I valori di "*cushion gas*" sono bassi e sono compresi tra il 20 e il 35 % della quantità totale del gas stoccato [3].

5. CONCLUSIONI

L'industria energetica è fondamentale per lo sviluppo e la crescita delle diverse economie nazionali. Ma ancora più importante è tutelare l'ambiente ed il clima dagli imponenti impatti che tale industria provoca. Ai fini di uno sviluppo sostenibile è quindi necessario svincolarsi dalle fonti fossili ed indirizzarsi verso sistemi energetici basati prevalentemente sulle fonti rinnovabili. I sistemi di questo tipo però, sono caratterizzati da difficoltà gestionali dovute all'intermittenza delle risorse rinnovabili che determina delle fluttuazioni nella produzione energetica. Lo stoccaggio dei surplus di energia elettrica assume quindi un ruolo fondamentale per permettere

un ulteriore sviluppo ed una maggiore diffusione delle energie rinnovabili. Senza efficienti tecnologie di stoccaggio energetico, la generazione di energia da fonti fossili rischia di essere ancora protagonista per diversi decenni. Occorre evitare tutto ciò, ed è quindi necessario sviluppare, diffondere ed investire nella ricerca di tecnologie promettenti come la "*Power To Gas*".

Riferimenti bibliografici e sitografia

[1] International energy agency (IEA), (2009), World Energy Outlook.

[2] Specht, M., Baumgart, F., Feigl, B., (2009), "Storing bioenergy and renewable electricity in the natural gas grid". Disponibile su http://www.etogas.com/nc/en/information/, nel Luglio 2013

[3] Schiebahn, S., Grube, T., Robinius, M., Zhao, L., Otto, A., Kumar, B., Weber, M., Stolten, D., (2013), "Power to Gas", *Transition to Renewable Energy Systems*, capitolo 39

[4] Mergel, J., Carmo, M., and Fritz, D. (2013) "Status on technologies for hydrogen production by water electrolysis", in *Transition to Renewable Energy Systems*, capitolo 20

[5] Smolinka, T., Rau, S., and Hebling, C. (2010) Polymer electrolyte membrane (PEM) water electrolysis, in *Hydrogen and fuel cells* (ed. Stolten), wiley-VCH Verlag Gmbh

[6] Schiebahn, S., Grube, T., Robinius, M., Zhao, L., Otto, A., Kumar, B., Weber, M., Stolten, D., (2013), "Power to Gas", in *Transition to Renewable Energy Systems*, capitolo 39

[7] DENA (Deutsche Energie-Agentur), Disponibile su www.powertogas.info nel Giugno 2013

[8] Sabatier,P., Senderen,J.-B., (1902), "New synthesis of methane", in *J.Chem. Soc.,82,33*

[9] Yaccato, K., Cahart, R., (2005), "Competitive CO and CO_2 methanation over supported noble metal catalysts in high throughput scanning mass spectrometer", in *Appl. Catal. A: Gen., 296, 30-48*

[10] Metz,B., Davidson,O., de Connick, H., Loos,M., and Meyer,L (eds), (2005), "IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage", in *Cambridge University Press*, Cambridge.

[11] Specht, M., *et al.*, (2010), "Speicherung von Bioenergie und erneuerbarem Strom im Erdgasnetz", *Erdöl Erdgas Kohle, 126 (10).*

[12] Kolb, T., Graf, F., (2013), "The Natural Gas Grid as Backbone of a stable RES-based Energy System Storage and Transportation Potential", in *3rd International Conference on Energy Process Engineering -Transition to Renewable Energy Systems, Frankfurt am Main*

[13] DVGW (2008), "Technische Regel", in *Arbeitsblatt G 260-Gasbeschaffenheit.*

[14] Schmid, J., Specht, M., Sterner, M., et al. (2011), Welche Rolle spielt die Speicherung erneurbarer Energien im zukünftigen Energiesystem?, *in Fraunhofer IWES, Kassel*

[15] Ozarslan, A., (2012), "Large-scale hydrogen energy storage in salt caverns", in *Int. J. Hydrogen Energy*, 37 (19) 14265-14277.

[16] Civan, F., (2004), "Natural gas transportation and storage", in E*ncyclopedia of Energy* (Ed. C.Cleveland), Elsevier, Oxford, vol. 4 pp. 273-282.

VALUTAZIONE DI SCENARI E CRITERI DI ALLOCAZIONE DELLE COLTURE A DESTINAZIONE ENERGETICA NELL'AREALE EUROPEO: IL PANICUM VIRGATUM L. COME CASO STUDIO.

di Maria Valentina Lasorella

Da circa venti anni la ricerca scientifica in campo agrario, ha implementato lo studio delle colture da biomassa a destinazione energetica. Molti aspetti sono stati in maggior misura approfonditi; ad esempio, potenzialità produttive, meccanismi di risposta a variabili climatiche e/o fattori agronomici, caratteristiche qualitative della biomassa ecc.; altri invece necessitano ancora di ricerche mirate a fornire risposte urgenti su aspetti poco noti ma di grande attualità. Fra questi vanno annoverati: la collocazione ottimale delle colture energetiche negli areali europei in previsione dei repentini cambiamenti climatici. L'allocazione colturale e l'uso del suolo sono argomenti molto dibattuti e di grande importanza per il ruolo che tali colture sono chiamate a rivestire nell'immediato futuro nel fronteggiare l'uso ottimale del suolo, soprattutto in contesti dove la competizione tra colture agrarie ed energetiche può diventare un elemento di

attrito. In questo contesto si inserisce il mio lavoro di ricerca presso il Rothamsted Institute Harpenden, (UK), che ha avuto come obbiettivo cardine quello della valutazione delle "performance" produttive di una specie lignocellulosica proveniente dall'US, Panicum virgatum L. conosciuta come switchgrass, andando a valutare i fattori pedoclimatici ed agronomici che influenzano la sua risposta produttiva e quindi la sua miglior o peggior allocazione negli areali tipici Europei.

1. INTRODUZIONE

La dipendenza dell'Unione europea (UE) dalle importazioni di energia, è al centro delle preoccupazioni in merito alla sicurezza dell'approvvigionamento energetico. Il crescente fabbisogno energetico ha aumentato la dipendenza dell'UE dalle importazioni di energia da paesi terzi. Nel 2010, infatti, più della metà (54,1 %) dei consumi interni lordi di energia dell'UE-27 era coperta dalle importazioni. Nello stesso anno, il fabbisogno energetico comunitario ha superato i 2.750 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (Mtep), scontando la forte dipendenza esterna (oltre il 54% è la media UE). Il ruolo delle fonti rinnovabili e, delle biomasse, è ancora piuttosto

contenuto nel mix energetico complessivo, pari rispettivamente a 6,4 e 4,2% (Eurostat), ma la Commissione europea è sempre più convinta che le biomasse agro-forestali, tra le fonti "verdi", possano svolgere un ruolo importante sia per la sicurezza dell'approvvigionamento energetico, sia nella lotta contro il cambiamento climatico ("Una politica energetica per l'Europa", COM 1/2007; "Limitare il surriscaldamento dovuto ai cambiamenti climatici a +2 gradi Celsius – La via da percorre fino al 2020 e oltre", COM 2/2007). Per questi motivi, negli ultimi anni, è andato crescendo l'interesse dell'UE per lo sviluppo di nuove filiere a partire da materie prime rinnovabili agricole e silvicole locali ("Piano d'azione per la biomassa", COM 628/2005; "Piano d'azione per le foreste", COM 302/2006) dal momento che un ulteriore beneficio è quello di creare innovazione, nuovi settori di attività e occupazione nelle zone rurali. [1]

Le colture energetiche possono rappresentare una nuova opportunità di mercato per l'agricoltura Europea nel breve periodo. Tuttavia, l'emergente bisogno di trovare possibili fonti alternative all'utilizzo dei combustibili fossili, rivaluta l'utilizzo di colture energetiche come fonte [2]. Ad oggi, le

colture energetiche non riescono a sostituirsi a pieno ai combustibili fossili, in quanto maggiormente economici. Per questo, un punto centrale della ricerca Europea dovrà mirare alla valutazione di terre marginali (attualmente più economiche) e non utilizzate per colture *food*, da destinarsi a quelle energetiche, riducendo così anche gli impatti ambientali.

Inoltre, la scelta di colture che possano adattarsi a situazioni di marginalità, è un punto cruciale per poter valorizzare aree abbandonate dall'attività agricola. A tal riguardo una specie rizomatosa perenne C4, che si adatta a varie condizioni pedoclimatiche è il panico. Il panico (*Panicum virgatum* L.) è una graminacea appartenente alla tribù Paniceae, della subfamiglia Panicoideae. Nativa dell'America settentrionale, si è diffusa dal 55°N di latitudine sino al Messico come importante specie erbacea nelle praterie Americane [3,4]. Inizialmente utilizzata unicamente come coltura da foraggio, solo negli ultimi anni ne è stata ipotizzata la valorizzazione come specie a destinazione energetica, tanto che recentemente l'U.S. Department of Energy l'ha scelta come coltura "modello" per la produzione di bioetanolo di seconda generazione. [5,6,7] . Ad oggi, non ci sono studi Europei che

evidenziano le reali potenzialità produttive di lungo periodo (> 10 anni) del panico in diversi ambienti pedoclimatici Europei [9,10]. Per questo lo studio condotto presso il Rothamsted Institute, si è concentrato sulla raccolta di dati di lungo periodo esistenti in Europa e sulle performance produttive di varie varietà di panico nei diversi areali pedoclimatici Europei. Basandosi sulle caratteristiche morfologiche e sugli habitat di preferenza, vengono definiti due gruppi di ecotipi di panico: "lowland", generalmente distribuito nelle pianure alluvionali e caratterizzato da più elevata taglia e da maggior velocità di sviluppo e capacità produttiva e "upland", diffuso invece sugli altopiani siccitosi, caratterizzato da steli più sottili, semi più grandi, e, in genere, da produzioni di biomassa meno elevate. In linea generale, le varietà "lowland", quali ad esempio Alamo, Kanlow e Carthage, mostrano una maggiore produttività rispetto alle varietà "upland" [12,13,14]. C'è da dire che il continuo lavoro di miglioramento genetico operato su questa specie, ha determinato nel tempo un notevole incremento della sua produttività. La crescita della coltura per alcuni ecotipi può essere molto rapida, con oltre il 75% della biomassa formata prima della fioritura estiva. Dopo la completa fioritura, gli steli lignificano, inizia la senescenza e le

piante diventano dormienti. Questa coltura è stata introdotta in Europa come coltura a destinazione energetica solo in tempi recenti, tuttavia i risultati di alcune sperimentazioni condotte presso il centro ENEA di Trisaia (Matera), presso l'Università di Bologna, e la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, hanno mostrato risultati veramente incoraggianti ed hanno evidenziato l'adattabilità di questa specie all'areale mediterraneo. Altri studi di lungo periodo condotti in Europa hanno riguardato, la Grecia, Germania, Olanda e Inghilterra. Per quanto concerne la resa potenziale di questa coltura, studi di medio termine condotti in Europa hanno messo in evidenza una forte influenza delle condizioni ambientali sulla resa di alcune varietà (con medie di circa 15 t di s.s. ha^{-1} $anno^{-1}$); tuttavia l'impiego di varietà lowland recentemente selezionate (SL 93-2 e 93-3) sembra presentare una maggiore stabilità di resa al variare delle condizioni di crescita della coltura; anche quando la disponibilità idrica è pari a circa 700 mm anno (compresa una irrigazione di soccorso in estate), si osserva come l'anno d'impianto sia tendenzialmente caratterizzato da produzioni inferiori rispetto agli anni successivi (da 2 a 8 t s.s. ha^{-1}), mentre in seguito la produttività della coltura aumenta con rese che oscillano tra le 10 e le 25 t s.s. ha^{-1} anno.

2. MATERIALI E METODI

Ad oggi, come evidenziato in procedenza, non ci sono studi Europei che evidenziano le reali potenzialità produttive di lungo periodo (> 10 anni) del panico in diversi ambienti

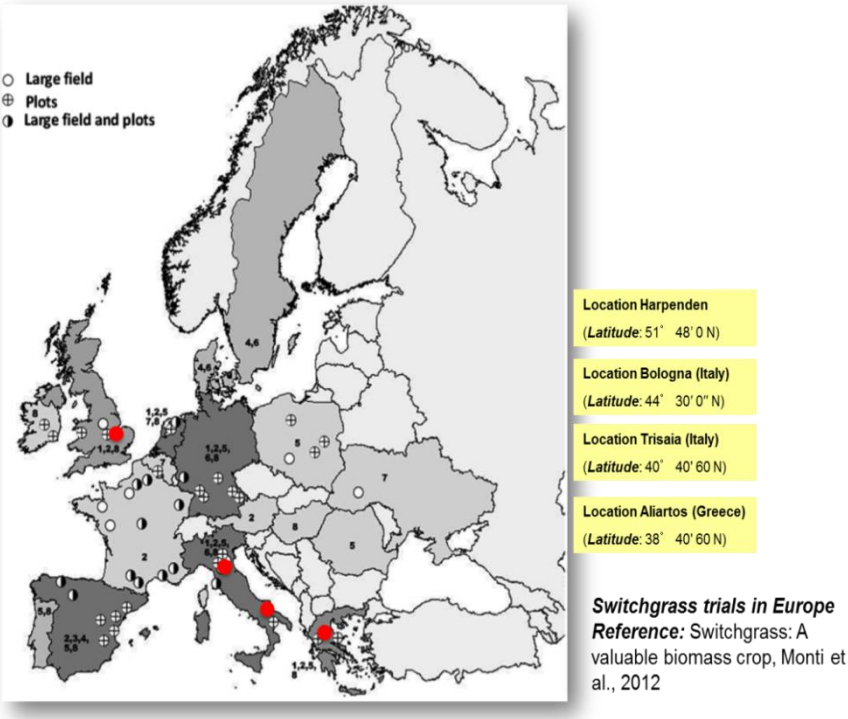

Figura 1. Siti sperimentali del panico verga in Europa, i pallini in rosso rappresentano i siti in cui gli studi sperimentali presentano impianti di 10 anni o maggiori.

pedoclimatici Europei. La raccolta dei dati per lo studio in oggetto, si è concentrata su campi sperimentali che avessero avuto durante il ciclo colturale, simile gestione agronomica, per avere una comparazione tra gli studi più veritiera.

Siti Sperimentali					
Stato	**Località**	**Latitudine Longitudine**	**Altitudine (m)**	**SOM (mg g-1)**	**Zone Pedo-climatiche**
UK	Harpenden	51°47′N 0°23′E	173	21	Atlantic Central
North IT	Bologna	44°33′N 11°21′E	120	11	Mediterranean North
South IT	Trisaia	40°09′N 16°38′E	120	21	Mediterranean South
GR	Aliartos	38°22′N 23°10′E	250	13	Mediterranean South Mountains

Tabella 1.Caratteristiche dei Siti Sperimentali valutati

Lo studio si è concentrato sulla raccolta di dati di lungo periodo, dove studi sperimentali avevano valutato le performance produttive di varie varietà di panico in Europa. In tabella 1 sono riportate le caratteristiche pedoclimatiche dei siti sperimentali selezionati, mentre in tabella 2 sono evidenziate le varietà studiate in tutti i campi sperimentali.

Varietà	Ecotipo	Ploidia	Zona di Origine
Alamo	Lowland	Tetraploid (4*n*)	South Texas 28°
Blackwell	Upland	Octoploid (8*n*)	Northern Oklahoma 37°
Cave-in-Rock	Upland	Octoploid (8*n*)	Southern Illinois 38°
Dakota	Upland	Tetraploid (4*n*)	North Dakota 46°
Forestberg	Upland	Tetraploid (4*n*)	South Dakota 44°
Caddo	Upland	Octoploid (8*n*)	South Great plains 35°
Kanlow	Lowland	Tetraploid (4*n*)	Central Oklahoma 35°
Nebraska 28	Upland	Unknown	Northern Nebraska 42°
Pathfinder	Upland	Octoploid (8*n*)	Nebraska/Kansas 40°
Sunburst	Upland	Unknown	South Dakota 44
Summer	Upland	Unknown	South Nebraska 41°
Trailblazer	Upland	Octoploid (8*n*)	Nebraska 40°
Panburn	Lowland	Tetraploid (4*n*)	Arkansas 34°
Cathage	Upland	Tetraploid (4*n*)	North Carolina 35°
SL 93-2	Lowland		
SL 93-3	Lowland		
SL 94-1,	Lowland		
SU 94-1	Upland		Oklahoma 36°
9005439	Upland		Wheatland Wyoming 40°
9005438	Lowland		Wyoming 40°

Tabella 2. Varietà di panico analizzate per tutti i siti sperimentali (UK, N.IT, S.IT, GR).

3. RISULTATI E DISCUSSIONI

Qui sono presentati alcuni dei risultati ottenuti dallo studio condotto in collaborazione con il Rothamsted Institute (Harpenden) all'interno del Perfezionamento in Agro bioscienze, presso la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.

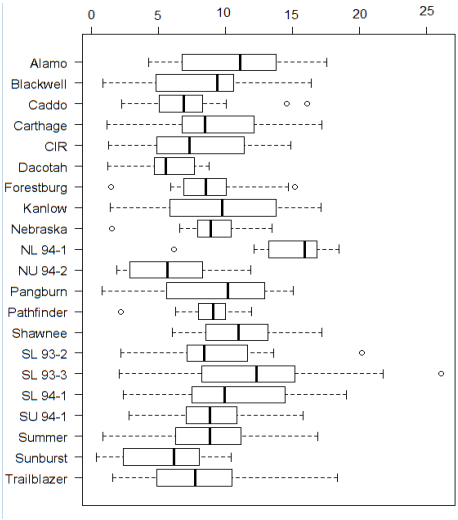

Figura 2. Box plot delle varietà analizzate nei quattro siti sperimentali, produttività in tonnellate ad ettaro. Le medie sono state calcolate per i primi 10 anni d'impianto per ogni varietà analizzata.

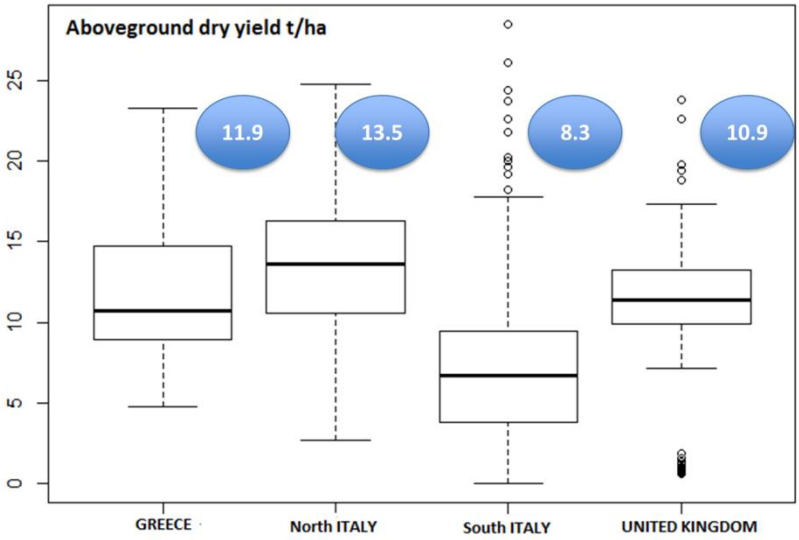

Figura 3. Box plot, produttività delle varietà testate nelle quattro località, Grecia, Bologna, Trisaia e Harpenden.

Lo studio mostra come la specie si adatti molto bene a vari ambienti pedoclimatici, con produttività maggiori nel centro Nord Europa (Bologna), rispetto al sud (Trisaia), dove spesso il fattore limitante acqua può compromettere la produttività di questa specie. In figura 3, sono rappresentati i valori medi dei dati produttivi di tutte le varietà analizzate, vediamo come il Nord Italia (Bologna), è seguito dalla Grecia e Inghilterra (Harpenden) ed infine il Sud Italia, con (Trisaia) con

produttività medie che vanno da 13,5 tonnellate ad ettaro a circa 8,3 tonnellate ad ettaro.

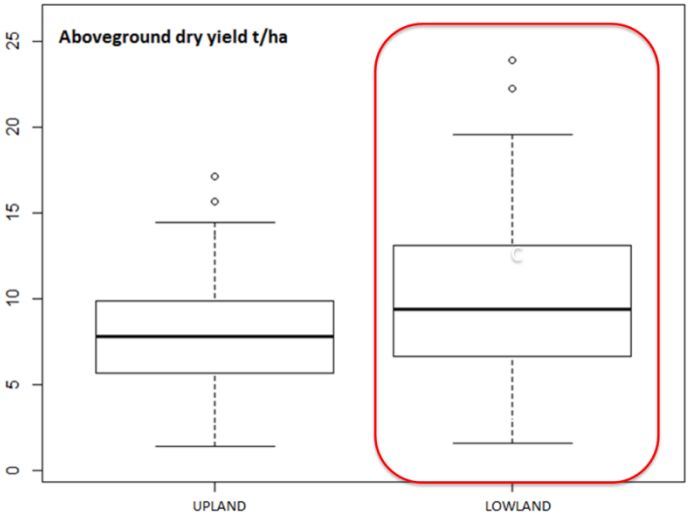

Figura 4. Analisi dei dati produttivi, confronto tra lowland ed upland in Europa.

Per quanto riguarda l'effetto dell'ecotipo sulla produttività, è possibile costatare come in Europa le varietà lowland, abbiano mostrato performance produttive di gran lunga maggiori rispetto alle upland in tutti gli areali analizzati.

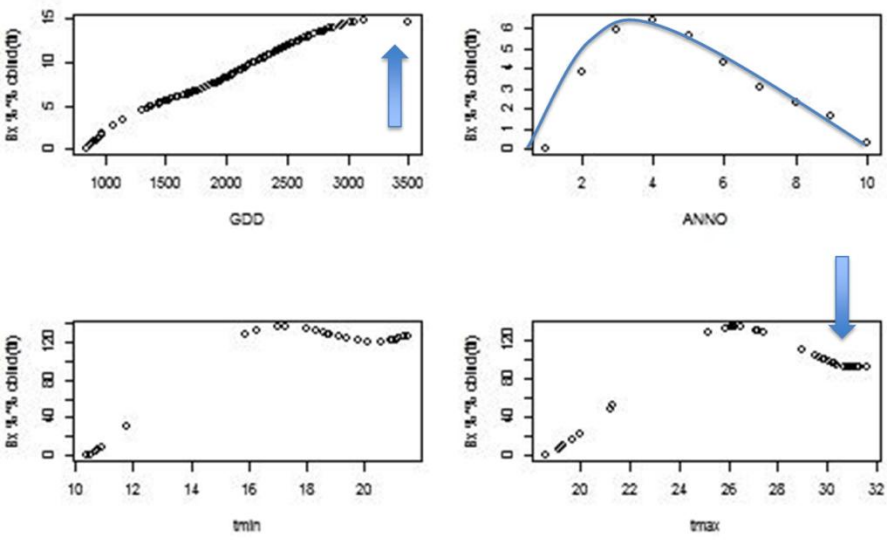

Figura 5. Valutazione dei dati climatici in risposta ai dati produttivi nelle località analizzate.

Per quanto concerne gli aspetti climatici, è possibile notare dalla figura 5 come la produttività del panico sia molto relazionata ai gradi utili giornalieri accumulati durante la stazione di crescita (GDD, *growing degree days*), come all'aumentare della temperatura la produttività aumenti sino a un momento di saturazione (tmax > 32), in cui la produttività tende a diminuire (figura 5d). Infine è importante notare come la produttività della specie nel lungo periodo aumenti nei primi tre anni di crescita, con un picco di produzione al terzo anno, e

poi decresce negli anni successivi con un andamento decrescente sino al decimo anno. La diminuzione stimata nelle varie varietà analizzate è del 40 % rispetto al terzo anno di produzione.

4. CONCLUSIONI

Lo studio condotto ha dimostrato che in tutta Europa il panico verga ha una buona produttività, con produzioni molto alte soprattutto nel centro Europa, dove la stagione di crescita più lunga e la presenza di piogge abbondanti, non rappresentano un fattore limitante per questa specie. Altro aspetto importante, è la selezione della varietà adatta, in base alle condizioni pedoclimatiche. In Europa le varietà *lowland*, hanno mostrato performance produttive, di gran lunga maggiori rispetto alle *upland*, senza dimenticare che nei climi più rigidi, le *upland* hanno mostrato una resistenza maggiore al freddo. Per questo motivo, un fattore chiave per garantire una produttività di lungo periodo a fini energetici è quello di selezionare la coltura più idonea in relazione alle caratteristiche del suolo e delle condizioni climatiche (allocazione colturale). La ricerca futura può aiutare a valutare il potenziale effettivo di queste specie e di colture affini in diversi ambienti d'Europa, e in particolare

nelle zone marginali che possono essere adatte per la coltivazione di colture dedicate per evitare la concorrenza con le colture *food*.

Inoltre, è importante sottolinearne come la congiuntura climatico-energetica ha indotto negli ultimi anni la Commissione europea a ripensare alle proprie strategie, attraverso la diversificazione degli approvvigionamenti, ricorrendo a forme di energia rinnovabile, e tra queste le biomasse, che si rigenerano attraverso processi naturali e sostenibili. Questi obiettivi, ancorché prioritari e imprescindibili per lo sviluppo socio-economico e il benessere Europeo, necessitano di un approccio strategico integrato e di uno spirito di piena solidarietà tra Stati membri, con una visione a lungo termine delle proprie politiche con un focus sempre più mirato alla ricerca in campo scientifico.

Riferimenti bibliografici

[1]EUROSTAT STATISTICS http://epp.eurostat.ec.europa.eu/

[2] Costantini V. (2006), "Sicurezza degli approvvigionamenti energetici: una priorità per l'Europa e l'Italia" in Jodice R., Masini S., (a cura di), L'energia del nostro futuro, La seconda vita dell'agricoltura, Procom Edizioni, Roma, pp. 89-113.

[3] Moser, L.E., and K.P.Vogel, (1995). Switchgrass, Big Bluestem, and Indiangrass. In: An introduction to grassland agriculture. R. F. Barnes, D. A. Millerand C. J. Nelson (eds.). Forages, 5th ed. Vol.1, Ames, IA: Iowa University Press, pp. 409-420

[4] Wullschleger S.D, Davis E.B., Borsuk M.E.,Gunderson C.A. and Lynd L.R. (2010) Biomass production in switchgrass across the United States: database and determinants of yield. Agronomy Journal Vol 102, p.1158-1168

[5] Alexopoulou E., Sharma N., Christou M., Piscioneri I., Mardikis M. and V.Pignatelli (2003).Switchgrass in the Mediterranean region. In: Switchgrass (Panicum virgatum L.)

as an alternative energy crop in Europe. Initiation of a productivity network. FAIR 5-CT97-3701. pp. 13-20

[6] Christian D. G. and H. W. Elbersen (1998). Prospect of using Panicum virgatum (switchgrass) as a biomass energy crop. In: N. El Bassam (ed.).

[7] Elbersen H. W., Christian D. G., Yates N. E., El Bassam N., Sauerbeck G. and E. Alexopoulou (2003b). Switchgrass nutrient composition. In: Switchgrass (Panicum virgatum L.) as an alternative energy crop in Europe. Initiation of a productivity network. FAIR 5-CT97-3701. pp. 21-32

[8] Fike J. H., Parrish D. J., Wolf D. D., Balasko J. A., Green J. T., Rasnake M. Jr. and J. H. Reynolds (2006). Long-term yield potential of switchgrass-for-biofuel systems. Biomass and Bioenergy, 30, 3, pp. 198-206.

[9] Kiniry, J.R., M.A. Sanderson, J.R. Williams, C.R. Tischler, M.A. Hussey, W.R. Ocumpaugh, J.C. Read, G.A. Van Esbroeck, and R.L. Reed. (1996). Simulating Alamo switchgrass with the ALMANAC model. Agron. J. 88:602–606.

[10] Lewandowski, I., Scurlock, J. M. O., Lindvall, E., and Christou, M. 2003. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. Biomass Bioenergy 25: 335–361.

[11] Madakadze, I.C. (1997). Physiology, productivity and utilization of warm season (C4) grasses in a short growing season area. PhD thesis McGill University, Montreal, Quebec, Canada.

[12] Monti A. and G. Venturi (2006a). Panicum virgatum (L): una nuova coltura per energia in Italia. Aspetti generali. Dal Seme, n. 3, pp. 46-56.

[13] Monti A., Venturi P. and H. W. Elbersen (2001). Evaluation of the establishment of lowland and upland switchgrass (Panicum virgatum L.) varieties under different tillage and seedbed conditions in northern Italy. Soil & Tillage Research 63, 75-83.

[14] Monti A, Venturi P and Elbersen HW, Evaluation of the establishment of lowland and upland switchgrass (Panicum virgatum L.) varieties under different tillage and seedbed conditions in northern Italy. Soil Tillage Res. 63:75–83 (2001).

L'UTILIZZO DELLE POMPE DI CALORE GEOTERMICHE (GSHPs) COME SOLUZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE NEI PROCESSI PRODUTTIVI DELLE INDUSTRIE AGROALIMENTARI

di Benvenuto Vicinanza

Lavoro svolto durante il tirocinio "Leonardo da Vinci" presso il Centro per le fonti energetiche rinnovabili e del risparmio (CRES) dal 11 marzo 2013 al 26 luglio 2013, nel quadro del progetto di Agen - future 2 "Agro - energie per il futuro: una sfida per le aree del Sud Europa"

La continua crescita demografica e l'incremento delle attività umane richiedono sempre più energia ed hanno portato l'intero pianeta e in particolare l'Unione Europea a dover affrontare grandi sfide. Problema a livello mondiale è la preoccupazione derivante dall'approvvigionamento dei combustibili fossili e nello stesso tempo gli effetti del cambiamento climatico dovuti alle grandissime emissioni di biossido di carbonio (CO_2) e altri

gas equivalenti provenienti dalla combustione, sono divenuti ormai insostenibili.

L'avveniristica ideologia mondiale in fatto di produzione e consumo di energia, prevede che l'era dei combustibili fossili vada incontro alla fine, non per la loro estinzione, ma perché la nostra consapevolezza ci invita a non farne più uso se vogliamo salvare il pianeta. Il futuro dell'efficienza energetica sarà intrinseco alla nostra capacità di sfruttamento delle energie rinnovabili e di risparmio energetico, adottando una politica di sviluppo sostenibile in modo che il passaggio avvenga senza traumi.

In questo contesto le Pompe di Calore (PdC) sono oggi uno dei sistemi più efficienti per ottenere un elevato risparmio energetico nel rispetto dell'ambiente. La PdC a ciclo annuale, è un'applicazione conosciuta e applicata da tempo, in forte sviluppo in Europa, perché in grado di fornire un grande contributo al raggiungimento degli obiettivi europei contenuti nelle Direttive di risparmio energetico e riduzione delle emissioni di gas serra. Le PdC possono essere utilizzate sia in fase di riscaldamento che di raffreddamento negli edifici residenziali e del terziario, nelle filiere industriali (in

particolare nelle industrie agroalimentari) e nel settore agricolo, zootecnico e dell'acquacoltura.

La tecnologia delle PdC in questi ultimi anni è migliorata in modo rilevante e allo stato attuale è in grado di esprimere altissima efficienza energetica e grande affidabilità contribuendo alla riduzione delle emissioni di gas serra. Tra le Pompe di Calore presenti sul mercato, le più efficienti sono quelle che utilizzano meno energia elettrica in fase di alimentazione e che usano il terreno come sorgente/dissipatore di calore, tramite sonde geotermiche posizionate nel suolo (bassa, media e alta profondità). Esse sono definite Pompe di Calore Geotermiche o GSHP (*ground source heat pump*).

Per la produzione di aria e acqua sia fredda che calda, gli impianti GSHP vengono accoppiati con terminali di riscaldamento/raffreddamento funzionanti a basse–medie temperature, come i pannelli radianti, i ventilcovettori e i canali.

L'efficienza energetica delle GSHPs viene quantificata in termini di COP (Coefficiente di prestazione), di SPF (Fattore di Prestazione Stagionale), di energia risparmiata e di riduzioni delle emissioni di CO_2.

In quest'articolo viene analizzato lo sfruttamento della geotermia a bassa temperatura, con la finalità di promuovere le tecnologie legate a questo tipo di approvvigionamento energetico e migliorarne le applicazioni nell'ambito del settore delle industrie agroalimentari. Nello specifico sono stati analizzati i processi di lavorazione dei settori di trasformazione dell'uva, della produzione di birra, di quella lattiero – casearia, e di bevande analcoliche e dei prodotti da forno.

Il consumo energetico delle industrie agroalimentari varia in modo significativo. Questo fattore è legato sia alla tipologia di prodotti finali da ottenere che ai processi produttivi utilizzati. Considerando che l'industria agroalimentare è un settore ad alta richiesta energetica, la mancanza di sviluppo tecnologico, mediante l'uso di energie rinnovabili nei processi, ne impedisce l'aumentare dell''efficienza.

L'uso di energia geotermica a bassa temperatura accoppiata a PdC, può essere la soluzione rinnovabile per coprire la maggior parte del fabbisogno energetico.

Considerato che le moderne tecnologie in merito alla progettazione e costruzione di GSHPs, sono in grado di fornire acqua fredda ad una T. min. di circa -7 / -8° C e acqua calda con T. max poco superiore ai 60° C, è possibile l'introduzione

e l'utilizzo delle GSHP durante i processi di produzione degli alimenti analizzati.

L'industria agro-alimentare nella comunità europea rappresenta un importante pilastro dell'economia; essa è il settore manifatturiero più grande in Europa, con un fatturato annuo di circa 956,2 miliardi di Euro nel 2010 (*Fonte - Eurostat (SBS) FoodDrinkEurope calculation*).

Francia, Germania, Italia, Regno Unito, Spagna, Grecia e Portogallo, rappresentano i più grandi produttori di alimenti e bevande della comunità europea. Nello specifico per Francia, Germania, Regno Unito e Italia ha rilievo il loro peso demografico e contribuiscono pertanto con oltre il 56% della relativa produzione.

Nell'industria agroalimentare la stragrande maggioranza delle imprese attive sono di medie e piccole dimensioni. Esse sono considerate la spina dorsale dell'industria manifatturiera europea e sono i settori più importanti in grado di creare nuovi posti di lavoro e fornire una continua crescita economica (*Fonte - CIAA Confederation of the Food and Drink Industries in the EU*).

La Grecia è un paese prevalentemente agricolo e presenta un'industria agroalimentare sviluppata e distribuita in tutto lo Stato, anche se le maggiori industrie sono concentrate in particolari aree come l'Attica, la Macedonia, Creta e il Peloponneso. Nelle altre aree opera un gran numero di piccoli produttori locali, che hanno ricevuto molti riconoscimenti per i risultati che realizzano.

Nei seguenti grafici, viene rappresentato il fatturato (a sinistra) e la distribuzione (a destra) delle industrie agroalimentari in Grecia.

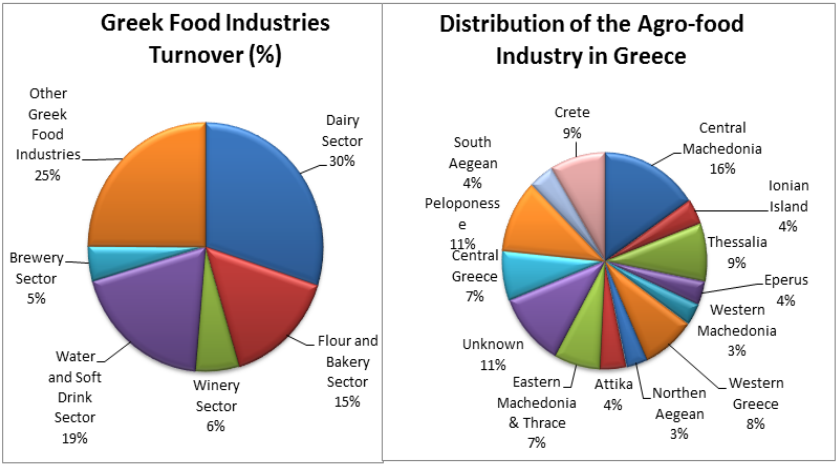

Figura 1: Fatturato dell'industria alimentare e distribuzione delle industrie agroalimentari in Grecia

Scopo principale dell'indagine è stato quello di quantificare tutti i fabbisogni energetici, richiesti dai singoli processi produttivi e le specifiche temperature di processo dell'acqua, in modo da poter sostituire le GSHP ai sistemi convenzionali. In seguito è stata valutata la potenza nominale delle attrezzature da installare, nonché i carichi per la produzione di acqua calda e fredda per ogni singolo processo produttivo.

Partendo da un analisi dei consumi energetici termici medi per i processi produttivi che richiedono temperature comprese tra 0° e 60° C, è stato possibile valutare l'efficienza dell'introduzione delle GSHPs, mediante un sistema di simulazione telematico, in grado di calcolare i valori di COP. Il sistema utilizzato è il Cycle Analysis Using / Cycle _ D (ver. 3.0). Grazie a questo sistema, sono stati identificati i valori di COP delle GSHPs in modo da poterli confrontare con i valori di COP delle tecnologie convenzionali oggi utilizzate: gruppi refrigeranti (PdC con fonte d'aria), caldaie (elettriche e a combustibili) e i sistemi per l'aria condizionata. I valori di COP sono stati calcolati per ogni processo produttivo e per ogni temperatura caratteristica di processo. Dopo aver

identificato i COP, sono stati calcolati i fabbisogni energetici delle tecnologie convenzionali e delle GSHPs.

I valori di risparmio energetico sono stati determinati per differenza tra le richieste di energia elettrica per il funzionamento delle tecnologie convenzionali e quelle per il funzionamento delle GSHPs.

La limitazione, osservata durante l'analisi dell'applicazione delle GSHP, è che il loro utilizzo per produrre acqua fredda al di sotto di -1/-2° C e acqua calda al di sopra di 60 °C, non risulta più conveniente ed è meglio affidarsi ai metodi convenzionali. Di conseguenza per quanto riguarda il fabbisogno di acqua calda ad alta temperatura per le operazioni di lavaggio-sterilizzazione, le industrie devono usare sistemi convenzionali o possono utilizzare i Collettori Solari, in grado di produrre acqua calda ad una temp. circa di 100° C.

Per quantificare il costo complessivo di un impianto geotermico occorre stabilire sia i costi di installazione e di esercizio che gli sgravi fiscali previsti dalla legge finanziaria. I costi di installazione sono elevati e rappresentano il deterrente principale per la diffusione della tecnologia. Ai costi della PdC

e delle tubature ausiliarie, deve essere aggiunto quello della perforazione per l'installazione delle sonde. Per la costruzione di una sonda geotermica si può considerare un costo paragonabile a quello di un comune pozzo artesiano con l'aggiunta del costo delle tubazioni e del materiale speciale di intasamento (in media 55-60 €/m). Per quanto riguarda l'impiantistica, i sistemi GSHP sono paragonabili, a livello di costo iniziale, ai sistemi tradizionali.

A fronte di un costo iniziale rilevante, il sistema GSHP ha dalla sua parte un considerevole abbattimento dei costi di esercizio. Valutazioni dirette circa i costi di gestione in relazione ai sistemi di condizionamento tradizionali, indicano un beneficio economico variabile dal 30% al 40%, a seconda delle tecnologie, per impianti nuovi, mentre il risparmio risulta molto elevato se il confronto è operato su impianti di vecchia concezione, con riscaldamento a diesel, GPL o metano (decremento dei costi di gestione fino all'80%). In relazione alle altre rinnovabili, le stime parlano di un costo di gestione della geotermia di 0,01€/kW contro i 0,03 €/kW del solare termico e delle biomasse (*Fonte - Fridleifsson, 2001*).

Il costo di installazione di un impianto GSHP (pompa di calore, pozzi, sonde geotermiche e altri materiali di

connessione) è stimato ammontare a circa **1000 €/kW** di potenza termica al picco, escluso il costo del sistema di distribuzione. (*Fonte – "Getting warmer: a field trial of heat pump" by the Energy Saving Trust – 2010*).

Al fine di poter dimensionare un impianto GSHP nelle industrie agro – alimentari analizzate, è stata considerata una valutazione degli investimenti finalizzata a una pianificazione economico-finanziaria. Il fattore economico utilizzato per la valutazione della convenienza degli investimenti è il Payback. Esso è il periodo di recupero dell'investimento e viene definito come il numero di anni necessari a recuperare l'investimento ovvero l'esborso iniziale. Il Payback viene calcolato come rapporto tra il costo iniziale e totale di installazione di un impianto GSHP e il risparmio economico annuale di energia.

Dall'analisi dei processi produttivi delle industrie agroalimentari studiate, nella quasi totalità dei casi emerge un sostanziale vantaggio nell'applicazione delle GSHPs nella produzione di acqua calda a temperature massime di 60° C e acqua fredda a temperature minime di -1 / -2 °C.

L'inserimento delle GSHPs nella produzione di acqua calda è risultato conveniente, accoppiando queste a sistemi per:

- pastorizzazione a lento flusso a bassa temperatura (60 °C per 30 minuti);
- riscaldamento dei serbatoi termici;
- operazioni di lavaggio con acqua a temperatura media (60 °C);
- riscaldamento invernale delle camere di stagionatura (formaggi), per mezzo di ventilconvettori.

Risulta conveniente l'introduzione di impianti GSHP nella produzione di acqua fredda accoppiando quest'ultime a sistemi per:

- scambio del calore a bassa temperatura (ventilconvettori), per la produzione di aria fredda all'interno delle celle frigorifere (refrigerazione);
- scambio del calore a bassa temperatura (ventilconvettori), per il raffreddamento delle camere di invecchiamento (vino, spumante) e delle camere di stagionatura (formaggi).
- raffreddamento dei serbatoi termici;

Sia durante la produzione di acqua calda a media temperatura che di acqua fredda, le GSHPs hanno fatto registrare dei valori di COP, che confrontati con i valori di COP delle tecnologie convenzionali, dimostrano un considerevole risparmio in consumi di energia primaria e in emissioni di anidride carbonica.

Nei seguenti grafici sono stati messi a confronto i valori di COP delle GSHPs durante la produzione di acqua calda e fredda e i COP dei sistemi convenzionali.

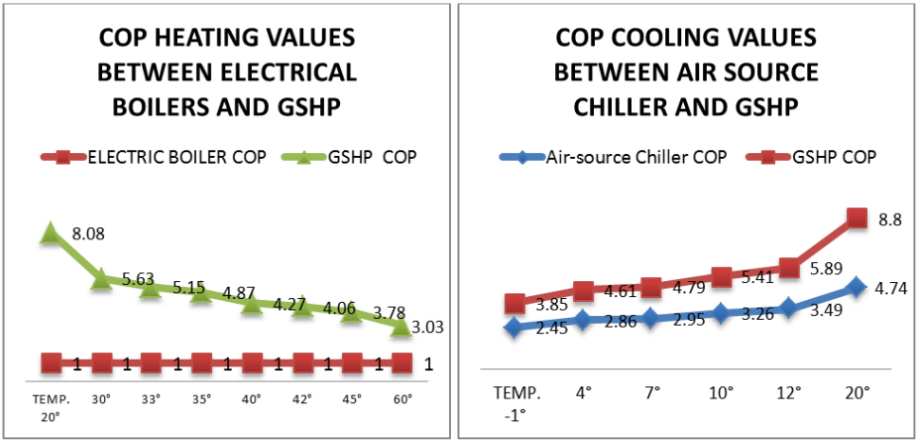

Figura 2: confronto tra i valori di COP delle GSHPs durante la produzione di acqua calda e fredda e i COP dei sistemi convenzionali.

Osservando i grafici si nota che a più elevate temperature di acqua fredda prodotta e a minori temperature di acqua calda prodotta, il differenziale tra i valori di COP delle GSHPs e i valori di COP dei sistemi convenzionali risulta maggiore. Questa differenza (maggiore efficienza delle GSHP in termini di prestazioni) è dovuta al fatto che le GSHPs lavorano con maggiori valori di COP quando le temperature dell'acqua prodotta sono più vicine alle temperature della soluzione circolante nelle sonde geotermiche.

Dall'esame dei tempi di ritorno dell'investimento all'interno dei settori analizzati, è emerso che l'inserimento di sistemi a GSHP in industrie che utilizzano impianti alimentati ad energia elettrica, risulta sempre più conveniente rispetto all'inserimento di GSHP in industrie che utilizzano sistemi di riscaldamento funzionanti a combustibili. Ciò è spiegato dal fatto che nella fase di riscaldamento i consumi energetici delle caldaie con resistenze elettriche sono maggiori rispetto ai consumi energetici delle caldaie a combustibili.

Per capire questa differenza bisogna considerare i consumi di energia primaria nella produzione di elettricità e i

consumi di energia primaria derivante dall'utilizzo di combustibili per il funzionamento delle caldaie.

Produrre energia termica tramite caldaie a combustione significa bruciare combustibile, dando una disponibilità di energia sotto forma di calore in loco. Mentre produrre energia termica tramite elettricità significa utilizzare energia elettrica prodotta partendo dal combustibile che viene bruciato nelle centrali termoelettriche, con conseguenti perdite di energia durante la produzione e il trasporto.

L'inserimento di GSHP all'interno di industrie che utilizzano caldaie alimentate a metano, risulta meno conveniente, rispetto all'inserimento delle GSHP all'interno di industrie che utilizzano impianti alimentati dalle altre fonti di energia.

Dall'analisi dei risparmi energetici e delle emissioni di CO_2 per ogni settore delle industrie agroalimentari prese in esame, è emerso che le percentuali di risparmio individuate, risultano essere pari a circa:

- 50% per le cantine,
- 48% per i caseifici,
- 49% per le birrerie,

- 49% per le industrie di bevande analcoliche,
- 47% per i panifici.

Considerando che il costante aumento del prezzo dei combustibili è stimato essere circa il 5% annuo, sarà fondamentale considerare soluzioni di risparmio energetico, se le industrie agro alimentari vogliono continuare a proporre sul mercato i loro prodotti a prezzi economicamente vantaggiosi.

Gli unici mezzi attualmente a disposizione per ridurre le emissioni di gas serra nell'atmosfera, sono l'introduzione del risparmio energetico e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.

LA GREEN ECONOMY SI VESTE DI NERO

di Massimo Ninfa

Il Biochar, la chiave tecnologica e strategica per il futuro della bioeconomia e del cambiamento climatico globale.

La terra attualmente conta circa sette miliardi di persone. Questa cifra è destinata ad aumentare di almeno due miliardi nei prossimi trenta o quaranta anni. Non ci sono indicazioni al momento di una significativa inversione di tendenza nella crescita della popolazione prevista. Un'area di circa 1,5 miliardi di ettari di terreno agricolo è attualmente disponibile per la produzione di alimenti, sia vegetali che animali. Poiché la percentuale di terreni disponibili per la conversione ad uso agricolo è molto piccola, è di vitale importanza salvaguardarli per garantire l'approvvigionamento alimentare mondiale. Il problema sarà aggravato dal previsto aumento di eventi meteorologici estremi dovuti ai cambiamenti climatici e la crescente concorrenza tra i diversi usi della biomassa vegetale (per esempio di alimenti, mangimi, materie prime ed energia). Secondo l'International Energy Outlook 2013 (Ieo2013),

pubblicato dall'Energy information administration (Eia) del governo statunitense, nel corso del prossimo trentennio (Figura 1), il consumo mondiale di energia dovrebbe aumentare del 56%,(e le emissioni di CO_2 del 46%), trainato dalla crescita nel mondo dei paesi in via di sviluppo, Cina e India.

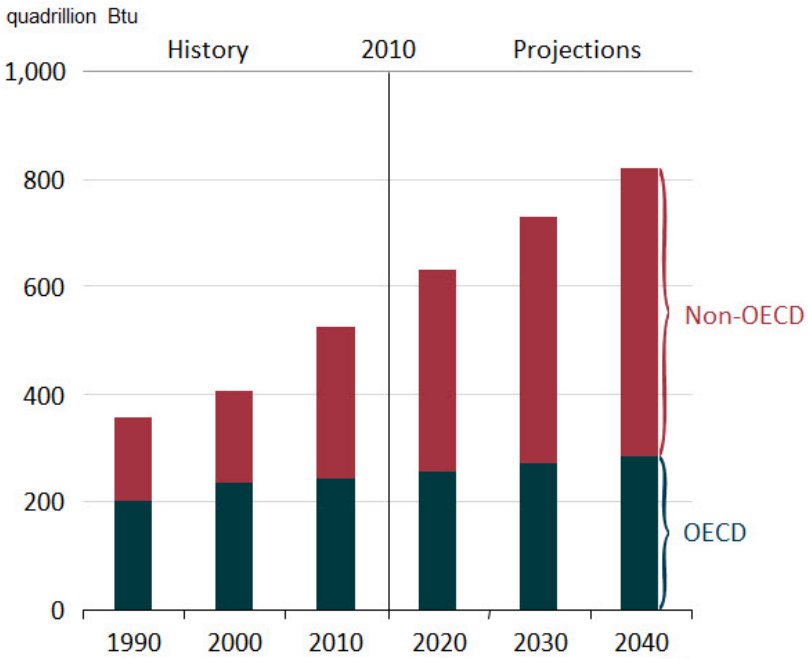

Figura 1: Consumo mondiale di energia 1990-2040 (Eia)

Affrontare il cambiamento climatico è uno dei più grandi compiti che l'umanità attende nel 21° secolo. La sfida sarà sostenere una popolazione mondiale in crescita, sia con il cibo sufficiente che con l'uso delle risorse rinnovabili. I terreni fertili sono la risorsa fondamentale per la produzione di biomassa vegetale e quindi di cibo. I suoli si formano da processi di pedogenesi molto lunghi e quindi non possono essere ricreati o sostituiti rapidamente. Allo stesso tempo, il suolo che è utilizzato per l'agricoltura è un fattore di produzione che deve essere salvaguardato. Questo è l'unico modo per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento per tutti gli usi della biomassa vegetale. I terreni agricoli non solo producono biomassa, ma anche i cosiddetti servizi ecosistemici che fino ad oggi erano difficili da valutare in termini finanziari. Questi servizi includono, ad esempio la capacità di immagazzinare l'acqua e la funzione dei suoli come depositi di carbonio. Entrambi hanno un impatto diretto sui cambiamenti climatici. In questo contesto, è necessario proteggere in modo permanente i terreni agricoli, migliorando la produttività e cercando di sfruttare anche i suoli degradati e poco fertili. Alla luce di queste considerazioni, un contributo notevole potrebbe essere dato da un'ottimizzazione dell'utilizzo delle biomasse.

Le biomasse sono, nel panorama delle fonti rinnovabili, uniche per molti aspetti: a differenza di altre fonti rinnovabili, come il solare o l'eolico, permettono di accumulare energia per un utilizzo programmato. In particolare, la biomassa potrebbe essere pirolizzata per la produzione di energia elettrica, biocombustibile e biochar riducendo le emissioni di CO_2 nell'atmosfera. Il biochar offre potenziali diversi sotto disparati punti di vista, è un materiale carbonioso ottenuto dalla pirolisi della biomassa che si applica ai terreni per migliorarne la fertilità e ridurre le emissioni di gas serra. Infatti, da un lato il biochar modifica le proprietà fisico-chimiche del suolo, come la capacità di scambio cationico e la ritenzione idrica, compromettendone la fertilità del suolo, e dall'altra, è resistente alla degradazione chimica e biochimica. Pertanto, il suo utilizzo consente un sequestro del carbonio nei suoli e conseguente riduzione del biossido di carbonio nell'atmosfera. Inoltre, biochar è un materiale poroso che mostra buone proprietà di assorbimento degli inquinanti organici e inorganici quindi esso potrebbe essere applicato per la bonifica ambientale di suoli inquinati da metalli pesanti. Queste sue caratteristiche chimico fisiche lo rendono ideale per una varietà di usi. Esso potrebbe essere utilizzato oltre che in agricoltura,

come materiale isolante nell'edilizia, come accumulo di energia nelle batterie, come un filtro in un impianto di depurazione, o come integratore alimentare nel settore zootecnico. L'utilizzo della biomassa per la produzione del biochar sarebbe pertanto una strategia vincente sotto diversi punti di vista, non solo un evidente vantaggio per l'ambiente ma un'opportunità di business per fare impresa nel settore emergente della green economy.

Riguardo l'utilizzo del biochar in agricoltura, le sue proprietà sono determinate da un lato dalla natura della biomassa utilizzata e dall'altra dalle condizioni del processo di pirolisi. Tra i fattori che influenzano la sua efficacia in termini produttivi, vi è il tipo di suolo e di coltura, dove esso è applicato. I risultati osservati non sono sempre univoci, ma è ormai scientificamente assodato che sia un materiale particolarmente interessante, soprattutto dal punto di vista ambientale. E' stato infatti stimato che il biochar può sequestrare il carbonio nel terreno per centinaia di migliaia di anni [1] . Il suo utilizzo inoltre come ammendante, in aggiunta al compost, ha dimostrato di essere un'ottima alternativa all'utilizzo di fertilizzanti minerali [2] che derivano da fonti fossili e il loro utilizzo eccessivo potrebbe causare

salinizzazione e conseguente desertificazione dei suoli. Per la sua capacità di ritenzione idrica, la sua aggiunta nel suolo potrebbe essere una buona risorsa per gli agricoltori che operano in condizioni di siccità, poiché ridurrebbero gli interventi d'irrigazione. La figura 2 ne mostra le potenzialità in termini produttivi. Con una produttività uguale o in alcuni casi superiore, l'agricoltura potrebbe fornire un espressivo contributo alla protezione del clima, alla conservazione del suolo e della diversità biologica. Infatti, l'autoregolamentazione degli agroecosistemi indeboliti dall'utilizzo dei pesticidi e dei fertilizzanti sintetici, può essere rafforzata solamente potenziando la biodiversità e utilizzando sistemi che rispettino gli equilibri ecologici, in modo tale che la natura stessa assista l'attività degli agricoltori senza ricorrere alla chimica ed alle energie fossili. Dunque il biochar potrebbe essere inserito come ammendante insieme al compost o al letame, nei piani di concimazione organica in agricoltura biologica.

Figura 2. Nicotiana benthamiana (C. Kammann/M.Schroeder–University Giessen)

L'utilizzo di biochar negli allevamenti offre soluzioni interessanti ai sempre più complessi problemi della zootecnia moderna. In virtù delle sue particolari caratteristiche, il biochar può essere utilizzato come integratore nell'alimentazione del bestiame, per migliorare l'efficienza della ruminazione nei bovini (Figura 3) e per la sua capacità di assorbire anche pesticidi ed erbicidi presenti in maniera frequente nei foraggi e nei mangimi d'importazione.

Figura 3. Biochar utilizzato come integratore (Hof Holderstock – Wilhelmine & Bruno Koller).

Un altro contributo che il biochar potrebbe apportare all'ambiente, se fosse utilizzato nell'alimentazione dei ruminanti, è la riduzione delle emissioni di gas metano. Una componente dell'effetto serra è imputata alle emissioni di gas metano da parte dell'allevamento dei ruminanti. Ebbene, il biochar utilizzato nell'alimentazione del bestiame, potrebbe contribuire alla riduzione di queste emissioni. Recenti studi infatti, dimostrano che la formazione di metano potrebbe essere ridotto del 12,7% quando l'1% di biochar viene introdotto in un sistema che simula artificialmente le condizioni del rumine

[3]. Riguardo invece l'utilizzo del biochar come decontaminante, esso risulterebbe utile nella bonifica dei suoli inquinati da metalli pesanti e degradati [4]. Terreni sfruttati o poco fertili possono essere dunque trasformati con l'aggiunta di biochar.

La Svizzera è diventata il primo paese in Europa ad approvare ufficialmente l'uso di biochar certificato in agricoltura. Questo è l'unico modo per ottenere una trasferibilità dei risultati ottenuti dalla ricerca sul campo. Quindi la certificazione del biochar sarebbe di fondamentale importanza per far sì che questa tecnologia diventi un'opportunità per gli imprenditori ed investitori europei e contribuirebbe al raggiungimento degli obiettivi della Direttiva europea 2009/28/CE. Lo scopo di quest'ultima è quello di assicurare entro il 2020 una quota del 20% di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia della Comunità e una quota del 10% di energia da rinnovabili nel settore dei trasporti nello Stato membro. L'Unione Europa stanzierà 325 miliardi di euro per il settennio 2014-2020 per un'economia low carbon. Ciò comporterà un impiego di risorse biologiche per la produzione alimentare, mangimistica, industriale ed energetica. La limitatezza delle risorse di energia fossile implica un'assoluta modifica del

modello energetico attuale. Il settore vale oggi in Europa oltre due mila miliardi di euro e offre lavoro a più di ventidue milioni di persone. La strategia Europa 2020 riconosce esplicitamente la necessità di creare sinergie tra obiettivi economici e ambientali, e tra le priorità vi sono l'esigenza di promuovere l'efficienza delle risorse, il ripristino, la tutela ed il miglioramento degli ecosistemi, la transizione a un'economia a basse emissioni di CO_2 nonché la gestione sostenibile delle foreste. In tale contesto, la produzione e il successivo utilizzo del biochar possono assumere un ruolo di notevole importanza, poiché rientra tra i possibili strumenti d'innovazione, rispondente a molte priorità ed obiettivi che l'Europa con i vari programmi e direttive si prefigge raggiungere nei prossimi sette anni. Dopo questa descrizione sintetica sulle potenzialità e opportunità che il biochar offre, possiamo concludere, che esso potrebbe ricoprire sicuramente un ruolo chiave e strategico nel futuro della green economy e del cambiamento climatico globale.

Bibliografia

[1] Winsley, P., (*2007)-Biochar and bioenergy production for climate change.pdf*, in *New Zeland Science Review*. 2007.

[2] Zheng, H., et al., (2013) *Impacts of adding biochar on nitrogen retention and bioavailability in agricultural soil.* Geoderma. 206(0): p. 32-39.

[3] Leng, R., S. Inthapanya, and T. Preston, (2012) *Biochar lowers net methane production from rumen fluid in vitro.* Livestock Research for Rural Development. 24.

[4] Choppala, G.K., et al., (2012) *The influence of biochar and black carbon on reduction and bioavailability of chromate in soils.* Journal of environmental quality. 41(4): p. 1175-84.

LA SHORT ROTATION FORESTRY COME OPPORTUNITA' NELLA FILIERA AGROENERGETICA

di Daniela Pezzolla

I vantaggi economici ed ambientali legati della short rotation forestry

La **short rotation forestry** o **selvicoltura a turno breve** (2-5 anni), è una pratica finalizzata alla coltivazione di specie arboree a rapido accrescimento, impiegate per la produzione di biomassa da destinare alla trasformazione energetica (energia termica ed elettrica).

L'utilizzo di prodotti forestali, come appunto il cippato, consente di poter minimizzare l'utilizzo di combustibili fossili e dunque ridurre le emissioni dei gas serra. L'energia da fonti rinnovabili, viene definita dal D Lgs. 28/2011 [1] (in attuazione della Direttiva Comunitaria 2009/28/CE) come *"l'energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati*

dai processi di depurazione e biogas". La produzione di energia "alternativa" rappresenta uno strumento efficace per la riduzione dell'impatto ambientale del settore energetico e viene spesso favorito dalle direttive comunitarie e dai regolamenti europei che gli Stati adottano. Infatti, già con il regolamento (CE) 1257/1999[2] sono stati incentivati i progetti a sostegno del settore forestale allo scopo di una gestione sostenibile della selvicoltura, nonché al mantenimento e alla valorizzazione delle risorse della selvicoltura e all'estensione delle superfici boschive.

Alcuni Paesi europei coprono con l'utilizzo delle biomasse una quota significativa del fabbisogno energetico, come ad esempio la Finlandia e in Svezia (17-18%) e l'Austria (13%). In Italia invece il contributo proveniente dalle agroenergie è ancora marginale (2,5%),[3] anche se negli ultimi anni la sua importanza è aumentata.

La possibilità di studiare le tecniche di gestione della short rotation forestry in Austria, è stato fondamentale per comprendere quali potrebbero essere i vantaggi economici ed ambientali legati alla sua diffusione anche in Italia.

L'utilizzo di piantagioni **a crescita rapida** permette di raggiungere tassi di crescita elevati (un incremento annuo non

inferiore a 15 m^3 per ettaro e per anno), nei primi 20 anni di rotazione.[4,5] Le piantagioni che si sono più diffuse sono l'Eucalyptus, il Populus ed il Salix, che vengono appunto scelte per il loro rapido accrescimento. Un altro importante vantaggio legato all' applicazione della short rotation forestry è la riduzione dei costi di abbattimento e di trasporto, dal momento che le aree impiegate per la coltivazione sono meno estese.[5] Attualmente il genere Populus (pioppo) garantisce i massimi rendimenti, grazie al lavoro che viene svolto per ottimizzare l'interazione tra genotipo e gestione della selvicoltura. Il periodo di rotazione delle piantagioni di pioppo dipende dalla densità di impianto iniziale e dal tasso di crescita, per questo sono stati adottati diversi **sistemi di coltura con diversi tempi di taglio**. I migliori risultati sono stati ottenuti nel Regno Unito e USA, con un impianto di densità tra 5000 e 7000 alberi ad ettaro e periodi di rotazione di 3-4 anni.[6]

Considerato che il cippato ottenuto dal bosco ceduo a rotazione è un materiale con basso valore di mercato, la riuscita finanziaria di un impianto di short rotation forestry dipende molto dalla valutazione dei **costi delle operazioni colturali**. Le tecniche di raccolta possono essere suddivise in due sistemi: singolo "**taglio-cippatura**" (Figura 1) e "**taglio del fusto**"

(Figura 2).[7,8] Il primo sistema consiste nel taglio in un unico passaggio della piantagione, nel secondo caso, i fusti vengono tagliati e conservati interi fino alla cippatura che avviene in un secondo momento. Il primo sistema potrebbe essere più appropriato in quanto la cippatura è più economica da gestire rispetto al trasporto e alla successiva cippatura della pianta intera che invece implica più operazioni (stoccaggio ed essiccazione) e si adatta meglio a periodi più lunghi di inattività.[8] Però è anche importante tenere in considerazione che il cippato da cedui freschi ha un contenuto di umidità compreso tra 50% e 60 %, quindi si devono prevedere ulteriori costi legati all'essicazione.[6,8] Inoltre bisogna considerare che l'utilizzo annuale delle macchine agricole ed il loro rendimento hanno un **impatto non solo economico, ma anche ambientale**.[9] Tuttavia, la short rotation forestry offre una serie di vantaggi rispetto alle altre colture agricole: minori sforzi operativi a protezione del suolo contro l'erosione del vento e dell'acqua;[10] limitazione della lisciviazione dei nutrienti;[10] elevato grado di flessibilità nella gestione di boschi convenzionali, con possibilità di sostituire o rimuovere le piantagioni che hanno superato il loro massimo periodo produttivo.[8]

Durante il periodo di formazione presso l'Istituto di ricerca "Francisco Josephinum" (Wieselburg, Austria) ho avuto l'opportunità di analizzare tutti gli aspetti legati alla gestione delle short rotation forestry e di comprendere i suoi indubbi vantaggi, sia ambientali che energetici. L'unico aspetto al quale bisogna prestare particolare attenzione è il forte impatto economico che potrebbe avere la fase di raccolta e quindi le operazioni legate al taglio e allo stoccaggio e i relativi **costi di trasporto.** Questi aspetti sono determinanti se considerati all'interno della filiera agroenergetica, cioè il sistema produttivo che inizia con l'approvvigionamento agricolo della biomassa e termina con la produzione di energia termica ed elettrica.

La scelta del sistema di raccolta e trasporto diventa dunque fondamentale, tanto per minimizzare i **costi di trasporto, quanto le emissioni di gas serra** che derivano dall'utilizzo di combustibili fossili. Tale problema potrebbe essere arginato attraverso l'inserimento della short rotation forestry in una filiera agroenergetica a "km zero". In questo modo anche il limite che potrebbe essere imposto dagli eccessivi costi di raccolta, ma soprattutto di trasporto, si potrebbe ridurre

sensibilmente grazie al coinvolgimento di aziende che operano a livello territoriale nei diversi settori.

Tale sistema sarebbe perfettamente in accordo con quanto stabilito dal Parlamento Europeo nel cosiddetto "Pacchetto Clima-Energia", con il quale l'Unione Europea punta a ridurre del 20% le emissioni di gas serra, di aumentare il consumo energetico da fonti rinnovabili fino raggiungere un livello del 20%, nonché di aumentare del 20% l'efficienza energetica rispetto ai livelli del 1990.[11]

Dunque lo sviluppo delle agroenergie dovrebbe essere stimolato non solo dall'aumento dei prezzi dei combustibili fossili, ma anche dalla necessità di imporre delle strategie "sostenibili" a livello non solo economico ma anche ambientale. Pertanto il settore agricolo e quello forestale possono svolgere un ruolo importante nella produzione di biocombustibili in sostituzione dei tradizionali combustibili fossili. In particolare l'inserimento di una pratica come la short rotation forestry all'interno della filiera agro energetica, potrebbe rispondere perfettamente alle politiche ambientali promosse dall'Unione Europea.

Bibliografia

[1] Decreto Legislativo 3 Marzo 2011, n.28 - Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE. Disponibile in: http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto-legislativo:2011-03-03;28

[2] Regolamento (CE) N. 1257/1999 del Consiglio del 17 maggio 1999 sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo di orientamento e di garanzia (FEAOG) e che modifica ed abroga taluni regolamenti. Disponibile in: http://www.dps.tesoro.it/documentazione/qcs/regolamenti/regolamento_1257_1999.pdf

[3] Buffoni A., Rembialkowska E., Batorska D., Csambalik L., Siemon H., Kosch L., Bucur I., (2008). Le agroenergie, Guida per gli agricoltori, Provincia di Milano. Disponibile in: http://www.provincia.mi.it/parcosud/pubblicazioni/doc/agroenergie_agricoltori_web.pdf

[4] Cossalter C., Pye-Smith C., (2003). Fast-Wood Forestry. Myths and Realities Published by Center for International Forestry Research.

[5] Sardon P.V., (2012). Short rotation forestry. An overview of Sweden and Spain. SLU, Swedish University of Agricultural Sciences.

[6] Mitchell C.P., (1995). New cultural treatments and yield optimisation. Biomass and Bioenergy, 9, 11-34.

[7] Mitchell C.P., Angus-Hankin C.M., (1996). Evaluation of short rotation forestry harvesters in Europe. In: Chartier P., Ferrero G.L., Henius U.M., Hultberg S., Sachau J., Wiinblad M. Pergamon (Eds.), Biomass for Energy and the Environment. Proc 9th European Bioenergy Conference, pp. 127-132

[8] Mitchell C.P., Stevens E.A., Watters M.P., (1999). Short-rotation forestry-operations, productivity and costs based on experience gained in the UK. Forest Ecology and Management 121, 123-136.

[9] Fiala M., Bacenetti J., (2011). Economic, energetic and environmental impact in short rotation coppice harvesting operations. Biomass and Bioenergy 42, 107-112.

[10] Faasch R.J., Patenaude G., (2012). The economics of short rotation coppice in Germany. Biomass and Bioenergy 45, 27-40. Disponibile in:

http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IM PRESS+20081208BKG44004+0+DOC+XML+V0//IT

Figura 1. Sistema di raccolta "taglio-cippatura"

Figura 2. Sistema di raccolta "taglio del fusto"

ENERGIA DAL LEGNO: UNO SGUARDO AL MERCATO DELLA BIOMASSA LEGNOSA IN ALCUNI PAESI EUROPEI.

di Stefania Martelli

Quali sono le criticità e i punti di forza che caratterizzano il mercato della biomassa legnosa ad uso energetico nei paesi europei? Quali le azioni da intraprendere per superarne i limiti e potenziarne i punti di forza?

L'utilizzo energetico della biomassa legnosa, oggi considerata una fonte di energia rinnovabile al pari dell'energia solare, eolica, idroelettrica e geotermica, risale ai tempi primordiali e ha supportato a lungo l'evoluzione dell'uomo. In Austria l'uso energetico della biomassa solida ha una lunga tradizione e tuttora riveste un ruolo fondamentale nel settore delle energie rinnovabili. Il mercato austriaco nel 2012 ha manifestato complessivamente un bilancio positivo sia in termini di produzione e consumo energetico da biomassa legnosa che di vendita di dispositivi per il riscaldamento domestico, come

stufe e caldaie a biomassa (es. legna da ardere, cippato, pellet). In Austria il mercato della bioenergia dal legno è molto forte in termini di esportazioni verso i paesi europei limitrofi: la maggioranza delle importazioni italiane di pellet proviene dall'Austria; inoltre i produttori austriaci di caldaie a biomassa esportano circa il 70% della loro produzione tantoché in Germania due caldaie a biomassa installate su tre sono di origine austriaca [1].

Figura 1: trasporto ferroviario di legno in tronchi - St. Pölten (Austria), maggio 2013 – Stefania Martelli

Per comprendere quale sia il ruolo della biomassa legnosa negli altri paesi europei è stata condotta un'analisi di mercato in quattro di essi: Repubblica Ceca, Francia, Italia e Regno Unito. In quanto Stati Membri dell'Unione Europea, tali paesi hanno recepito la Direttiva 2009/28/CE, volta a promuovere lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, fissando un obiettivo "rinnovabili" specifico sui consumi lordi nazionali al 2020 e individuando le modalità con cui raggiungerlo. Al 2020 il 23% del consumo energetico nazionale francese sarà coperto da risorse rinnovabili raggiungendo i 35 Mtep, l'Italia e il Regno Unito si impegnano, con il 17% e 15% rispettivamente, per un livello di copertura del consumo energetico da rinnovabili di circa 21 Mtep, in Repubblica Ceca le rinnovabili dovranno raggiungere almeno il 13% (ca. 4 Mtep) dei consumi energetici nazionali. La **bioenergia**, ovvero l'energia prodotta a partire da biomassa solida, biogas e bioliquidi, è indispensabile al raggiungimento degli obiettivi "rinnovabili" stabiliti: essa ricoprirà, nel 2020, sino al 43% del consumo energetico rinnovabile italiano e circa l'84% di quello ceco.

In particolare la **biomassa solida** (indicando con essa non solo la biomassa legnosa ma anche quella dai rifiuti solidi urbani, da

colture agricole e relativi sottoprodotti) avrà un ruolo fondamentale soprattutto nel settore del riscaldamento e raffrescamento ricoprendo una fetta di consumi termici rinnovabili pari all'88% in Repubblica Ceca, all'81% in Francia, al 58% nel Regno Unito e al 50% in Italia. Meno rilevanti sono gli obiettivi assegnati alla biomassa solida nel campo dei consumi di elettricità rinnovabile: 28% in Repubblica Ceca, 18% in Regno Unito, 9% in Francia, 8% in Italia [2,3,4,5]. I primi progressi compiuti in materia di rinnovabili testimoniano come i quattro paesi considerati abbiano superato di poco i rispettivi obiettivi per il 2010, evidenziando la necessità di implementare ulteriori misure per promuovere la produzione rinnovabile al fine di raggiungere più facilmente gli obiettivi al 2020 [6] (Figura 2 e Figura 3)

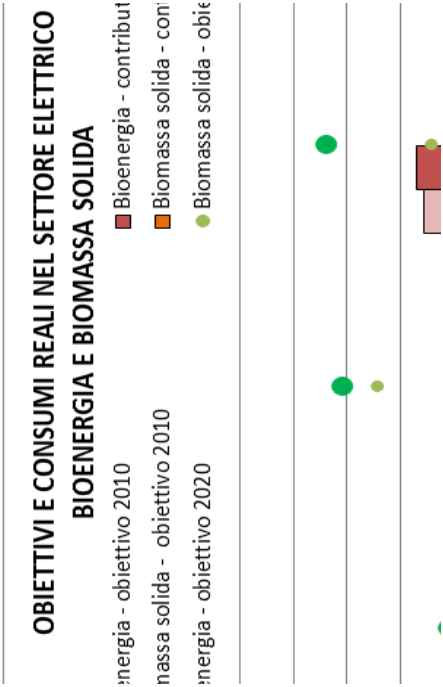

Figura 2: ruolo della bioenergia e della biomassa solida nel settore elettrico – confronto tra gli obiettivi al 2010, gli obiettivi vincolanti al 2020, contributo reale al 2010 – dati disponibili dai rispettivi *Piani di Azione Nazionali per le Energie Rinnovabili* (2), (3), (4), (5) e dai rispettivi report sui primi progressi compiuti *First Progress Report on Directive 2009/28/EC* (7), (8), (9), (10)

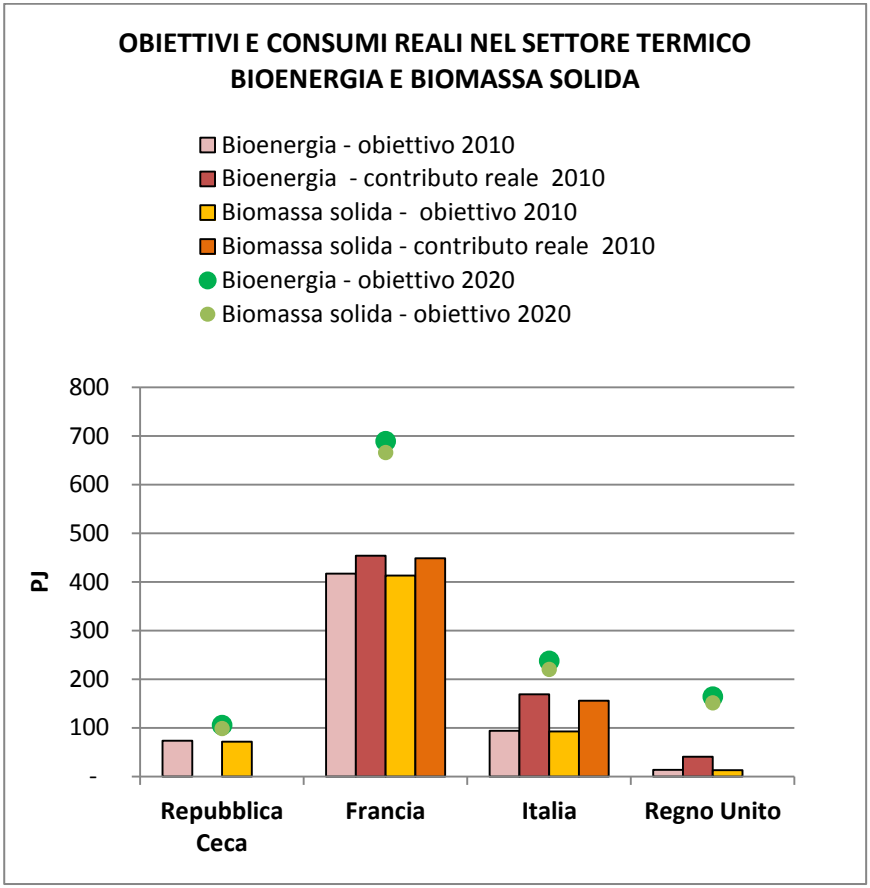

Figura 3: ruolo della bioenergia e della biomassa solida nel settore termico – confronto tra gli obiettivi al 2010, gli obiettivi vincolanti al 2020, contributo reale al 2010 – dati disponibili dai rispettivi *Piani di Azione Nazionali per le Energie Rinnovabili* (2), (3), (4), (5) e dai rispettivi report sui primi progressi compiuti *First Progress Report on Directive 2009/28/EC* (7), (8), (9), (10)

Considerando i dati sulla **produzione elettrica** nel 2011 si nota che il peso della biomassa solida sulla produzione rinnovabile di elettricità non è stato molto elevato: si va da un 20% per Regno Unito, Repubblica Ceca e Francia fino al 6% italiano. Tali risultati si giustificano considerando: l'uso rilevante di biomassa nelle centrali di co-combustione britanniche, l'importanza di scarti legnosi, cippato e segatura nella produzione di elettricità in Repubblica Ceca dove la biomassa legnosa ricopre circa la metà della produzione elettrica da bioenergia, l'alto contributo francese relativo all'incenerimento dei rifiuti (1,5 volte la bioenergia proveniente dalla biomassa legnosa), il ruolo rilevante che le altre fonti rinnovabili (idroelettrico, eolico e solare) rivestono nel settore elettrico in Italia. Sul piano della **produzione termica** i dati relativi al 2011 indicano come la biomassa solida abbia giocato un ruolo importante nel settore termico raggiungendo, sia in Francia che nel Regno Unito, circa l'80% della produzione termica rinnovabile totale [11,12,13,14].

Al di là delle strategie nazionali al 2020 il primo presupposto affinché la biomassa legnosa possa essere utilizzata a scopo energetico è la disponibilità potenziale della risorsa ovvero la

quantità di biomassa legnosa messa a disposizione dal parco forestale nazionale. La Francia possiede un'area forestale disponibile per l'offerta in termini di biomassa legnosa molto estesa (ca. 15.147.000 ettari), quasi il doppio dell'area italiana, sei volte quella ceca e quella britannica. D'altra parte il rapporto tra i prelievi di legno grezzo e produzione di legno dall'area forestale disponibile supera il 50% sia in Repubblica Ceca che in Francia, mentre vale circa il 50% e il 20% rispettivamente per Regno Unito e Italia evidenziando l'alto potenziale non sfruttato di legno attribuibile in particolar modo alle foreste italiane [15,16]. Sebbene il potenziale di risorsa legnosa utilizzabile a scopo energetico proveniente dalle foreste sia alto, spesso la biomassa legnosa non viene impiegata ai fini energetici. Sia Repubblica Ceca che Regno Unito veicolano la maggior parte della loro offerta domestica di legno grezzo nell'industria (Figura 4).

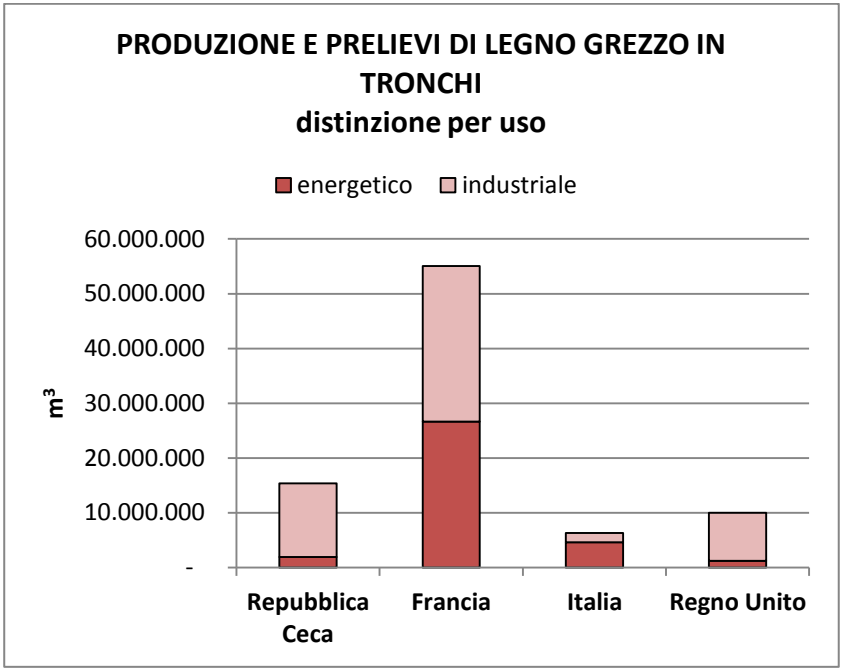

Figura 4: produzione e prelievi di legno grezzo in tronchi in funzione dell'utilizzo (energetico e industriale) nel 2011 – *Eurostat*

Ovviamente l'effettiva disponibilità della risorsa tiene conto di diversi fattori tra cui la struttura proprietaria della foresta e le condizioni in cui la risorsa viene mantenuta. In Italia e in Francia circa tre quarti di legno grezzo provengono da aree forestali private, la parte rimanente è gestita dallo Stato e dalle

autorità pubbliche. Situazione opposta caratterizza la Repubblica Ceca (Figura 5).

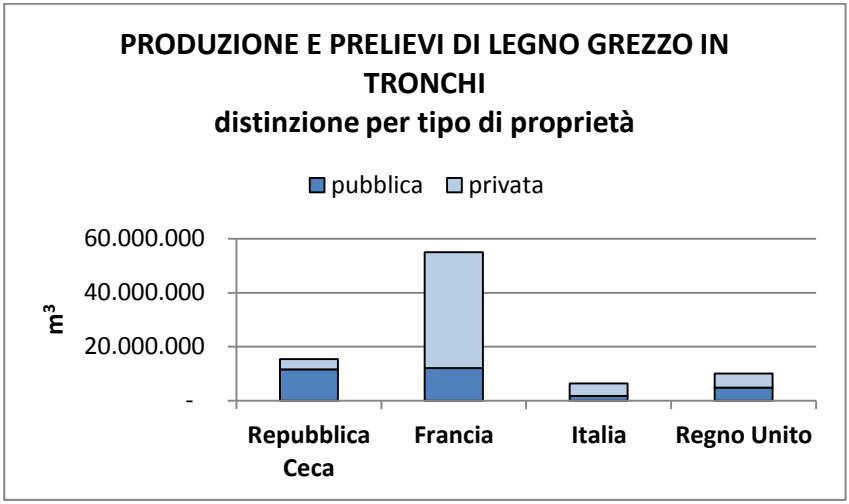

Figura 5: produzione e prelievi di legno grezzo in tronchi per tipo di proprietà (pubblica e privata) nel 2011 - *Eurostat*

Nel 2011 la **produzione di legno grezzo in tronchi a destinazione energetica** ha raggiunto in Francia circa 26 milioni di metri cubi; seguono Italia, Repubblica Ceca e Regno Unito (Figura). Le esportazioni di legno grezzo combustibile rappresentano solo una piccola quota della produzione totale.

Le importazioni sono trascurabili rispetto alla produzione tranne che in Italia ove raggiungono il 23% (Figura 6).

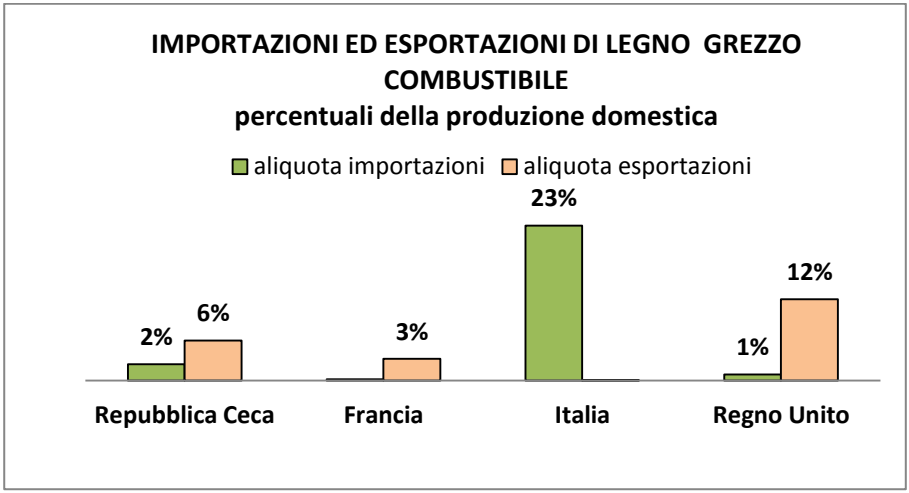

Figura 6: percentuale di importazioni ed esportazioni di legno grezzo in tronchi a destinazione energetica rispetto alla produzione domestica totale nel 2011 – *Eurostat* (16)

Legna in pezzi – L' importazione italiana di legna combustibile in tronchi, ceppi, ramaglie, fascine e forme simili è abbastanza rilevante (ca. 718.400 t): la maggioranza (ca. il

71%) proviene dai paesi esterni all'EU-27 e il resto dai paesi dell'area EU-27 (Slovenia, Francia, Austria, Ungheria e Romania). In Francia, Regno Unito e Repubblica Ceca le esportazioni di legna combustibile prevalgono sulle rispettive importazioni: prima per esportazioni è la Francia (ca. 502.800 t), seguita da Regno Unito e Repubblica Ceca. Tali esportazioni sono in prevalenza dirette ai paesi appartenenti all'area EU-27 ed in particolare a quelli geograficamente vicini: il 92% di esportazioni di legna combustibile francese è diretto in Belgio, il 64% di quelle britanniche è destinato alla Svezia e il 21% all'Irlanda, il 61% di quelle ceche è diretto in Austria e il 31% in Germania [17].

Pellet - In Italia il consumo di pellet supera di tre volte la produzione; l'89% del consumo italiano di pellet è utilizzato in dispositivi domestici per il riscaldamento [18]. Anche nel Regno Unito il consumo di pellet supera la produzione: l'elevato consumo britannico è dovuto all'impiego di tale risorsa nelle centrali di co-combustione a cui inoltre spetta un'apposita tariffa incentivante; per di più il consumo britannico di pellet e, più in generale, di biomassa legnosa è

attribuibile alla conversione di centrali a carbone in centrali a biomassa (es. centrale di Tilbury B); sembra però che la maggior parte di queste centrali utilizzerà biomassa importata anche in futuro. In Francia la biomassa legnosa è usata prevalentemente nel settore di riscaldamento domestico. Il mercato francese del pellet ha un forte potenziale sia in termini di produzione che di consumo e la produzione di pellet è sufficiente a soddisfare il consumo interno; tuttavia il mercato francese del pellet, se confrontato con quello dei paesi europei vicini, ha una crescita più lenta probabilmente dovuta al prezzo del pellet francese rispetto all'elettricità e agli altri combustibili. Nella Repubblica Ceca il consumo di pellet nel 2011 è stato pari al 35% della produzione, indicando da un lato lo scarso sviluppo del mercato e la mancanza di sussidi per le rinnovabili termiche, dall'altro l'alta offerta di biomassa destinata alle esportazioni nei paesi europei limitrofi. Nel 2011 il Regno Unito e l'Italia hanno importato pellet per oltre un milione di tonnellate ciascuno mentre Francia e Repubblica Ceca hanno importato, in confronto, quantità molto inferiori. La fetta più importante delle importazioni di pellet nel Regno Unito proviene dai paesi al di fuori dell'area EU-27 come Canada e USA (Figura 7). Al contrario la maggior parte delle

importazioni di pellet in Italia e Francia proviene dall'area EU-27: il 24% di pellet importato in Italia proviene dall'Austria (Figura 8), il 44% di quello importato in Francia dalla Germania.

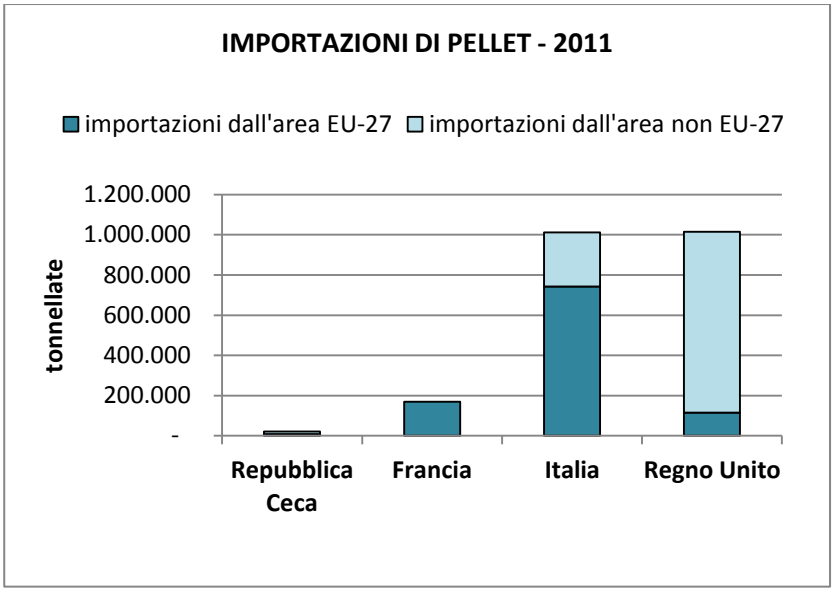

Figura 7: importazioni di pellet (CN 44013020) dall'area EU-27 e dall'area esterna all'EU-27, 2011 – *Eurostat*

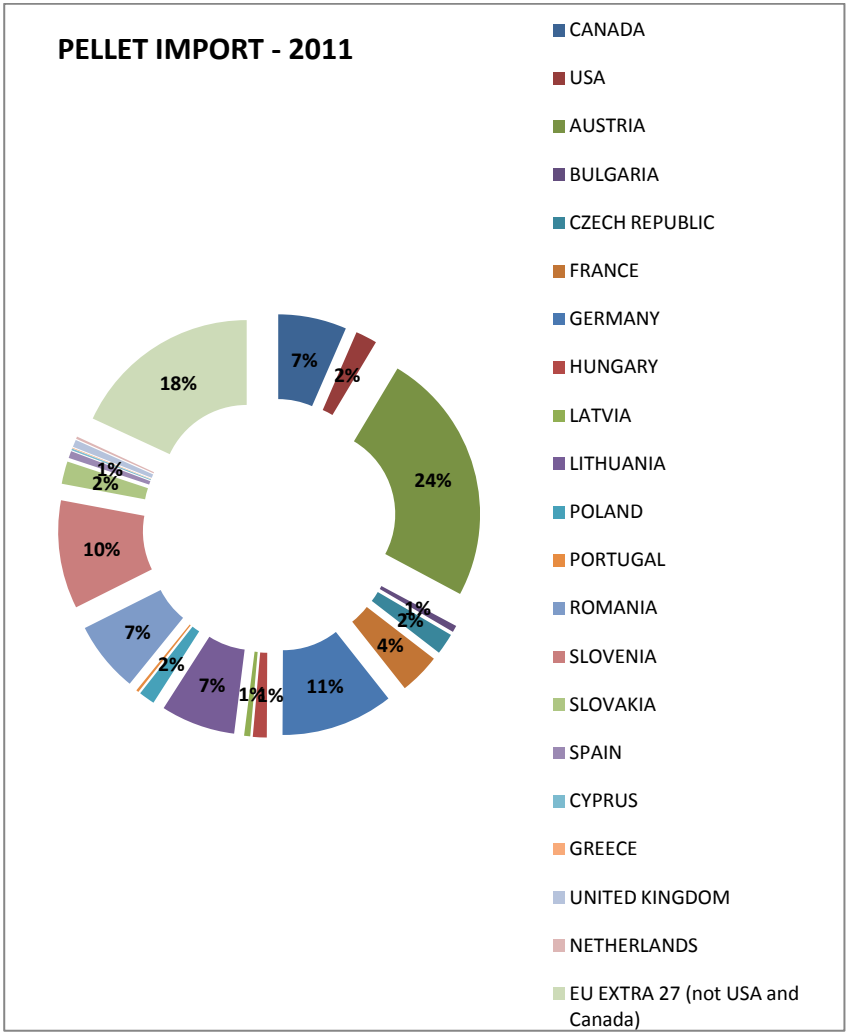

Figura 8: provenienza geografica del pellet (CN 44013020) importato in Italia, 2011. Il volume totale importato è ca. 1.012.142 t - *Eurostat*

Sul piano delle esportazioni di pellet la Francia ha raggiunto un livello simile alle importazioni, le esportazioni ceche sono state circa 3 volte le rispettive importazioni, le esportazioni italiane e britanniche hanno assunto livelli trascurabili in confronto alle relative importazioni (Figura 9).

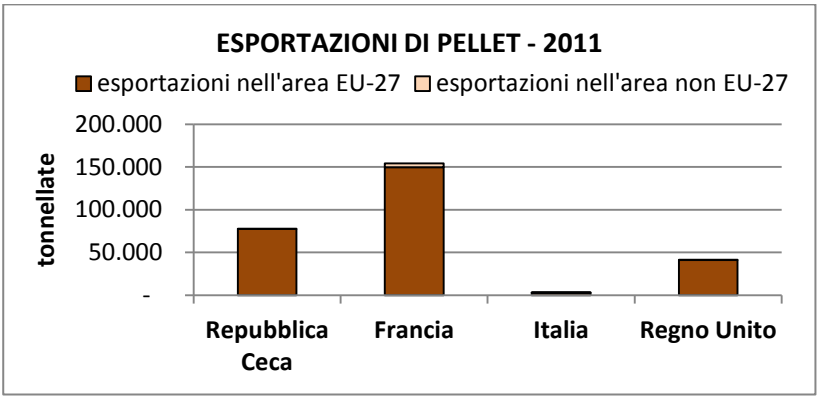

Figura 9. esportazioni di pellet (CN 44013020) verso l'area EU-27 e l'area esterna all'EU-27, 2011 – *Eurostat*

Nel 2011 in Italia sono state vendute circa 188.000 stufe a pellet e nel 2012 circa 150.000 (Figura 10). La vendita italiana di caldaie a pellet è più bassa di quella di stufe ma, come testimoniano le prime stime per il 2012, essa è in crescita (ca. 15.000 unità) e, con ogni probabilità, i nuovi incentivi sulla produzione di calore rafforzeranno tale trend nel prossimo futuro. La vendita di stufe a pellet supera quella di caldaie a pellet anche in Francia: nel 2010 sono state vendute 30.000 stufe a pellet e 5.000 caldaie a pellet [19]. Nella Repubblica Ceca la vendita di caldaie a pellet ha raggiunto l'8% dell'intera vendita di dispositivi a biomassa per il riscaldamento. Il numero di stufe a biomassa e caminetti venduti nel 2011 (ca. 20.000) è più alto rispetto a quello relativo alle caldaie a biomassa [20]. Nel Regno Unito la vendita di caldaie a pellet, che nel passato ha ricoperto la parte più importante nelle vendite dei dispositivi di riscaldamento, è oggi in aumento e molto probabilmente lo sarà anche in futuro grazie agli incentivi sulla produzione di calore.

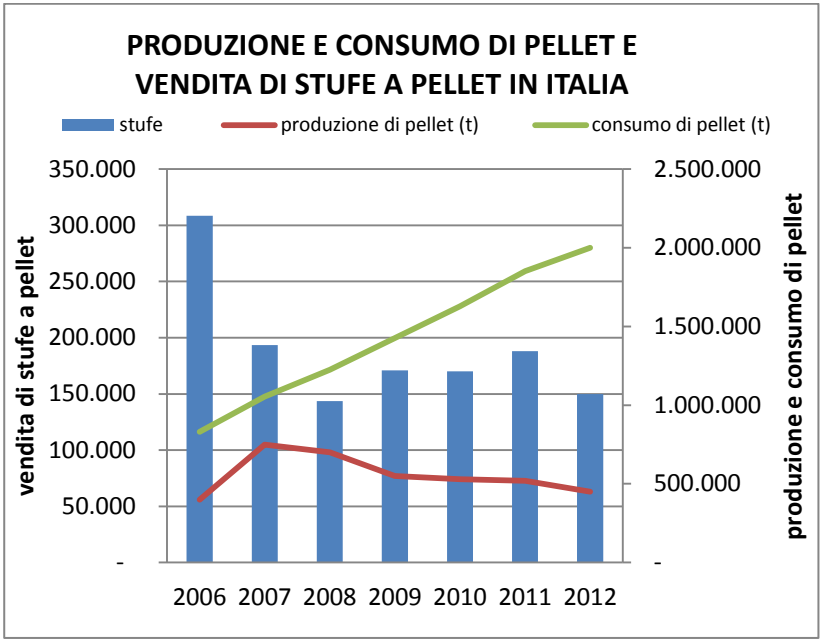

Figura 10: produzione e consumo di pellet, vendita di stufe a pellet in Italia – elaborazione dati forniti dall'AIEL

Per stimolare la crescita della filiera legno-energia sono necessari dunque sforzi mirati allo sviluppo del mercato della biomassa solida e alla mobilitazione del potenziale delle risorse forestali. Il primo passo in tale direzione dovrebbe essere la diffusione della conoscenza, relativa ai vantaggi derivanti dall'uso energetico della biomassa legnosa, rivolta a tutti i portatori di interesse attivi sul mercato della biomassa. La

filiera legno-energia dovrebbe svilupparsi in armonia con gli altri settori in cui la biomassa viene impiegata come risorsa e attraverso la collaborazione tra i portatori di interessi differenti che operano sullo stesso territorio. In secondo luogo sarebbe opportuno promuovere la produzione di bioenergia con un sistema incentivante mirato al raggiungimento degli obiettivi "rinnovabili" al 2020, efficiente sul piano dei costi e che abbia effetti positivi sulla mobilitazione della biomassa a scopo energetico e, quindi anche sul mercato dei dispositivi per il riscaldamento. A supporto di tale sistema dovrebbe esserci una strategia energetica di lungo termine fondata su dati aggiornati e dettagliati in base alla disponibilità, al trading e al consumo energetico reale di biomassa legnosa. Infine un continuo supporto alla ricerca è indispensabile al fine di sviluppare una filiera legno-energia che sia sostenibile a livello ambientale, economico e sociale.

Ringraziamenti

Ringrazio il team *Bioenergy2020+ GmbH* di Wieselburg-Land (Austria) dove ho svolto il tirocinio *AgEn-Future2* nell'ambito del programma LLP Leonardo da Vinci. In particolare ringrazio la *Resources and Technical Logistics unit* per il supporto nella ricerca di dati relativi al mercato della biomassa legnosa, utili alla redazione di tale articolo.

Bibliografia

[1] Biermayr P. et al**.** (2013) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2012. Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie und Wärmepumpen. *Berichte aus Energie- und Umweltforschung*, 17/2013.

[2] Ministero dello sviluppo economico**.** *Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili dell'Italia.* Giugno 2010.

[3] Ministère de l'Écologie de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. (2010) *Plan d'action national en faveur des énergies renouvelables - Période 2009-2020.*

[4] Ministry of Industry and Trade., (2010) *National Renewable Energy Action Plan of the Czech Republic*.

[5] *National Renewable Energy Action Plan for the United Kingdom.*

[6] Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. *Renewable energy progress report.* Brussels. 2013.

[7] *Prima relazione dell'Italia in merito ai progressi ai sensi della direttiva 2009/28/CE.* Dicembre 2011.

[8] The French Authorities**.** *Progress report on the promotion and use of renewable energy sources - 1st report: Implementation of article 22 of European Union Directive 2009/28/EEC.* 9 December 2011.

[9] Czech Republic**.** *Report on progress in the promotion and use of energy from renewable sources.*

[10] *First Progress Report on the Promotion and Use of Energy from Renewable Sources for the United Kingdom - Article 22 of the Renewable Energy Directive 2009/28/EC.*

[11] Gestore Servizi Energetici. *Rapporto Statistico 2011 – Impianti a fonti rinnovabili.* Ottobre 2012.

[12] ADEME. *Rapport Final - Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables: situation 2010-2011 / prévisions 2012.* Novembre 2012.

[13] Statistic Unit ERO (Energy Regulatory Office). *Yearly Report on the Operation of Czech Electricity Grid for 2011.* Prague : s.n., 2012.

[14] Department of energy and Climate Change. *Digest of UK energy statistics (DUKES).* 26 July 2012.

[15] AEBIOM**.** *European Bioenergy Outlook 2012 – statistical report.* November 2012.

[16] Eurostat. *http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database.*

[17] Eurostat. *International trade data - fuel wood in logs, in billets, in twigs, in faggots or in similar forms CN 44011000.*

[18] AIEL, Paniz A., (2011**)** *Italy Pellet Report*.

[19] PellCert project. *European Pellet Report.* 2012.

[20] CZ BIOM, Habart Jan. *Pellets market.* October 2012.

DAL PELLET ALLE BIOMASSE: LE POTENZIALITA' CRESCONO

di Andrea Sanna

Panoramica del mercato del pellet e delle biomasse nel Regno Unito

1. INTRODUZIONE: ASPETTI CARATTERISTICI DEL PELLET

Tra le diverse forme di energie rinnovabili utilizzate nel panorama nazionale ed europeo rivestono un ruolo crescente il pellet e le biomasse. In questo quadro si inserisce il presente lavoro di ricerca, richiesto dall'azienda Inglese Wagner Solar UK durante un periodo di stage svolto tra marzo e giugno 2012. L'obiettivo del lavoro era quello di individuare le principali caratteristiche del mercato del pellet nel panorama britannico in previsione di un possibile ampliamento dell'azienda nel settore.

I pellet sono un combustibile solido prodotto da biomassa, allo stato attuale principalmente da residui legnosi. Sono ottenuti da

un semplice, e abbastanza economico, processo di trinciatura, asciugatura e compattamento che richiede un piccolo apporto di energia. I pellet da legno costituiscono una forma di combustibile conveniente e pulito che può essere prodotto da polvere di segatura o residui di potatura compressi sotto alta pressione. Da alcuni anni sono usati come pellet anche porzioni di legno più sottili. Solitamente i pellet hanno una forma cilindrica e un diametro di circa 6-10 mm. La lunghezza media è intorno ai 10-30 mm. Per via del loro alto contenuto energetico e delle convenienti caratteristiche di consegna e stoccaggio, i pellet rappresentano un combustibile ideale in sostituzione delle forme di riscaldamento tradizionali a gasolio o gas. Nel loro complesso, rivestono, inoltre, un importante ruolo nel rilancio dell'utilizzazione delle biomasse in Europa, in sostituzione dei combustibili fossili, dei gas naturali o dell'elettricità nel settore del riscaldamento. Le più comuni stufe a legna usano il combustibile sotto forma di *tronchi, pellet, trucioli di legno, rifiuti legnosi*. In generale, per ciascuno di questi elementi si ritrovano ulteriori forme di utilizzo che spaziano dal riscaldamento di piccoli e medi ambienti (comuni *stufe a tronchi, stufe a pellet* (figura 1) sino al riscaldamento dell'acqua di uso domestico mediante circuiti

particolari alimentati da veri e propri boilers o scaldabagni con le medesime caratteristiche (*boilers a pellet o a cippato* (figura 2). La maggior parte di queste tipologie sono di facile installazione e possono essere collegate ad una fonte di calore alternativa. Possono operare con modalità differenti (ad intermittenza o in modo continuo).

A favore di questi sistemi giocano un ruolo determinante alcune caratteristiche specifiche, quali: un alto livello di

Figure 1 e 2: Esempi di stufa e boiler a pellet e a cippato (da: Ashwell Biomass solution www.ashwellbiomass.com)

controllo; la possibilità di riscaldare una stanza o piccoli ambienti, anche secondo una modalità programmabile; un'accurata selezione del design, a cui si collega un alto grado

di efficienza e di adattabilità alle maggiori situazioni; una facile installazione; una capacità calorifica variabile tra i 2 e i 15 kW; una visione pulita della fiamma; l'utilizzo di combustibile di facile reperimento e, generalmente, disponibile; uno spazio ridotto per lo stoccaggio del pellet.

Tra i punti di debolezza, invece, si possono elencare alcuni elementi di lieve entità o, comunque, facilmente superabili. Ai fini di un corretto funzionamento e a seconda del modello utilizzato, può essere richiesta, infatti, una pulizia interna più frequente ogni due o tre giorni; l'utilizzo di pellet di buona qualità; una fornitura elettrica; un controllo e una manutenzione annuale delle parti mobili. Talvolta, infine, può capitare che sia richiesta una rimozione della cenere o che si registrino lievi rumori di funzionamento. Al di là di questi aspetti, nel complesso le stufe e i boilers a pellet offrono lo stesso livello di controllo delle applicazioni a gasolio o a gas, con un preciso sistema di controllo posto all'interno di una centralina, provvista di termostato e timer, ora leggibili e azionabili anche a distanza per mezzo delle nuove tecnologie (per es. via cellulare). In questo modo è possibile scegliere e impostare gli orari di inizio e fine secondo le proprie esigenze e stile di vita. Se confrontati con altri tipi di biomasse, altri

vantaggi del pellet sono rappresentati da alta densità, alto contenuto energetico e proprietà standardizzate con conseguente, riduzione dei costi di trasporto, stoccaggio e manutenzione. Tuttavia, l'enorme opportunità del pellet risiede nel fatto che sia le tecnologie di produzione che di utilizzo sono già pienamente sviluppate e disponibili sul mercato. Si tratta, in sostanza, di applicazioni altamente competitive e con un'ampia gamma di benefici se confrontati con l'uso dei combustibili fossili. Ciò che, invece, ancora manca è una generale consapevolezza delle potenziali opportunità d'uso e delle positive ricadute ambientali, economiche e occupazionali (es. una significativa riduzione della CO_2 o creazione di nuovi posti di lavoro nelle aree rurali).

2. TREND ECONOMICO IN EUROPA

Approfittando di questi elementi, molte compagnie europee hanno oramai raggiunto un'indiscussa leadership sia per le applicazioni del riscaldamento domestico, sia per quanto riguarda i boiler commerciali e industriali e sia per le centrali di conversione del pellet in elettricità e calore. L'Europa, inoltre, ricopre un posizione leader anche nella

meccanizzazione del pellet, nella logistica, in termini di produzione e volume. Complessivamente, però, lo sviluppo del mercato in questo settore è ancora in mano ad un numero ridotto di stati membri (figura 3), tra cui Svezia, Danimarca, Paesi bassi, Belgio, Germania, Austria e Italia (molto poco nel Regno Unito).

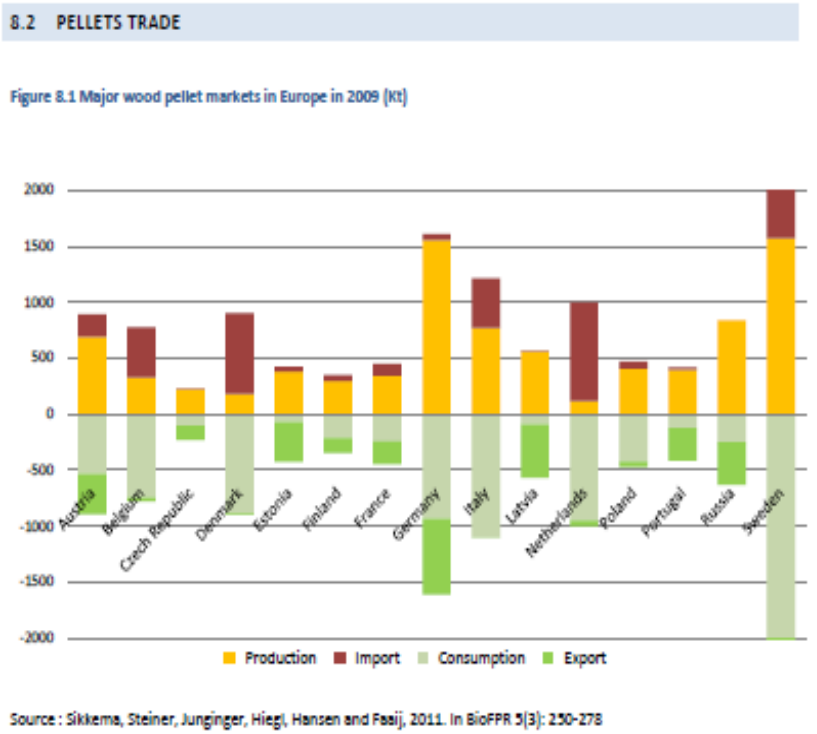

Figura 3: Andamento del mercato del pellet in Europa (AEBIOM 2011: Annual Statistical Report)

Solo in questi Stati, infatti, il mercato del pellet ha raggiunto livelli soddisfacenti. Altrove, invece, tale mercato risulta ancora in una fase iniziale di sviluppo, con livelli di penetrazione bassi e un andamento di crescita contenuto, ma pur sempre incoraggiante.

Da un confronto con le esperienze dei mercati esistenti, si nota che, in condizioni ottimali, l'utilizzo del pellet può assumere una crescita molto rapida. In generale, è possibile individuare tre diverse tipologie di mercato del pellet a cui corrispondono altrettanti tipi di utenze. In primo luogo ci sono i mercati del pellet dominati da un utilizzo prettamente energetico. E' il caso di Belgio e Paesi Bassi, ma anche il Regno Unito avrebbe tutte le possibilità per un uso simile. Un secondo gruppo di mercati combina l'uso a larga scala con quello a media scala. E' il caso della Svezia e della Danimarca. Infine, nel terzo tipo di mercati, i pellet vengono usati prevalentemente per il riscaldamento di edifici domestici o commerciali. I maggiori mercati di stufe a pellet si ritrovano in Italia e negli Stati Uniti, in cui i pellet vengono distribuiti in sacchi. In Austria e Germania, invece, i pellet sono usati prevalentemente per il

riscaldamento dei boilers residenziali e commerciali. In questi Paesi la consegna in blocco è la regola. Il fatto che ci siano solo pochi Paesi ad usare il pellet in modo estensivo è dovuto alla presenza di specifiche politiche di supporto per lo sviluppo di questo tipo di mercato. E' ben noto che le nuove tecnologie energetiche non possano penetrare i mercati esistenti senza significative politiche di supporto. Le barriere esistenti sono solitamente troppo alte e la competizione delle tecnologie da industrie alimentate a combustibili fossili è ancora troppo forte per permetterne la diffusione.

I tipi di utenze sono, invece, rappresentate da:

1) *utilizzatori di pellet a piccolo scala con una domanda inferiore a 10 tonnellate di pellet/anno* (riscaldamento di abitazioni individuali e dell'acqua domestica);

2) *utenti di media scala con una domanda tra 10 e 1000 tonnellate/anno* (hotel, compagnie di servizi o unità residenziali più grandi);

3) *utenti di larga scala con una domanda superiore a 1000 tonnellate/anno* (centrali elettriche, industrie, grandi compagnie e distretti di riscaldamento).

3. BIOMASSE E PELLET NEL REGNO UNITO

E' certo che le biomasse giochino un ruolo significativo anche nel panorama energetico del Regno Unito con un ammontare di circa 163 centrali energetiche a biomasse, con un range di capacità tra 1 e 400 MWt, mentre altre sono ancora in costruzione o in procedura di approvazione. La produzione energetica nel Regno Unito si sta evolvendo rapidamente, anche in risposta al piano previsto dalla Direttiva Europea sulle energie rinnovabili e recepito anche dal governo britannico. Certamente entro il 2020, anche il Regno Unito si pone come obiettivo quello di generare 20% della propria energia a partire da fonti rinnovabili (il governo britannico ha fissato attualmente una soglia pari al 30% di energia elettrica e 12% di calore da fonti rinnovabili). Un altro aspetto a favore del Regno Unito è rappresentato dalle infrastrutture, con un numero significativo di stazioni a carbone giunte, ormai, alla fine del loro ciclo o convertite. Dal 2006-2007 si è registrata una nuova attenzione verso le fonti di energia alternativa ai combustibili fossili, come biomasse, eolico, solare. Secondo il documento "*Strategia Biomassa*" approvato dal Regno Unito nel 2007, le

energie rinnovabili dovrebbero provenire da fonti di biomassa sostenibile che includano una gestione nuova e attenta delle foreste, coltivazioni di salice a crescita rapida, l'uso di legno di scarto derivante dall'industria del legname, rifiuti da biomasse (segatura e materiale vegetale), compost organico, concime, alghe verdi e colture biofuel. La commissione Inglese delle Produzioni di Energia da biomasse nel Giugno 2010 ha stimato che la produzione energetica da biomasse a larga scala potrebbe fornire dal 15 al 17 % della domanda di elettricità entro 2020 (circa 60 terawatt/ora (TW/h)) e che l'intero mercato di combustibile da biomasse potrebbe valere circa £5.3 milioni ($8.5 milioni) entro il 2020. Attualmente, il mercato delle biomasse solide nel Regno Unito è costituito dal riscaldamento domestico che fa uso di materiale per lo più importato da altri Pesi Europei, dove tale tipo di mercato è più consistente, e dalla produzione energetica su larga scala dove la maggior parte delle biomasse sono usate in co-combustione con il carbone. La forza che sta dietro il conferimento delle biomasse (divise tra pellet, cippato e rifiuti di biomasse derivanti dall'agricoltura o industria) sta nel Certificato Rinnovabile Obbligatorio (Renewable Obligation Certificate). La Confederazione delle industrie forestali inglesi ha stimato

che molto probabilmente la domanda di cippato legnoso e di pellet aumenterà a tal punto da raggiungere una quota pari a 27 milioni tonnellate/anno, a condizione che vengano costruite nuove centrali a biomasse. Ancora una volta, risulta che il pellet sia preferito da molti utenti commerciali per la sua qualità costante e la sua facile manualità. Non altrettanto si può dire per il prezzo che rimane, ancora, un fattore limitante a tal punto da spingere molti ad usare altri tipi di materiale più economico (come nocciolo di arachidi o di palma, residuo di olive o segatura, variabili per valore calorifico).

4. CONCLUSIONI

Nel complesso, l'indagine evidenzia che il mercato delle biomasse e del pellet nel Regno Unito, così come la tecnologia impiegata, risultano di recente introduzione e, al momento, di modesta entità, ma con incoraggianti segni di crescita sia nella produzione energetica sia nelle modalità di riscaldamento domestico. Le principali realtà imprenditoriali operanti nel settore, infine, rimangono localizzate nel classico distretto industriale settentrionale di Manchester - Birmingham - York e dintorni.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

[1] A PELLET ROAD MAP FOR EUROPE (November 2008). AEBIOM (European Biomass Association)

[2] EUROHEAT WOOD BIOMASS GUIDE da: *www.euroheat.co.uk*

[3] Huw Kidwell: "Burgeoning Biomass Importer", April 28 2011, da: *www.biomassmegazine.com*

[4] ECOENERGY WOOD FUELLED BOILERS BIOMASS ENERGY SERVICES DISTRICT HEATING

[5] RENEWABLE ENERGY INSTALLER. THE BUSINESS OF MICROGENERATION (Solar thermal, Solar PV, Biomass, Heat, Pumps, Wind, Hydro) - Yearbook e Directory 2012- AD Publishing

[6] AEBIOM 2011 Annual Statistical Report

[7] *www.woodpelletsupplies.com/content/pellet-boilers-and-stoves-manufacturers*

BIOMETANO IN ITALIA: SITUAZIONE ATTUALE, TECNOLOGIE E SVILUPPI.

di Giampaolo Rossi

In Italia si dispone di 200 milioni di tonnellate di substrati organici di diversa natura e qualità, idonei per essere avviati a processi di fermentazione anaerobica per la produzione di biogas e quindi di energia elettrica e termica. Se sottoposto ad un procedimento di *upgrading*, il biogas può essere utilizzato direttamente come biometano, avviandolo previo allacciamento alla rete del gas, per l'autotrazione o per altre utenze domestiche o industriali.

INTRODUZIONE

In Italia si dispone di 200 milioni di tonnellate di substrati organici di diversa natura e qualità, idonei per essere avviati a processi di fermentazione anaerobica per la produzione di energia elettrica e termica.

Il biogas prodotto dalla fermentazione è il risultato di un utilizzo più efficiente della terra coltivata, anche attraverso il ricorso al secondo raccolto delle colture dedicate, ed a tutti

quei miglioramenti della gestione biologica ed agronomica consentiti dalla ricerca e dal progresso tecnologico, con vantaggi sotto l'aspetto ambientale (riduzione delle emissioni di CO_2 e maggior rispetto della direttiva nitrati), per una miglior sostenibilità e maggior competitività della produzione agricola.

Il biogas è un'opportunità per le aziende agricole, essendo una fonte rinnovabile di energia verde, stoccabile e programmabile, proponendosi come attività complementare ed integrativa alla coltivazione della terra. Per l'agricoltura le energie rinnovabili, intese come integrazione al reddito, rappresentato pertanto un importante impulso alla competitività del settore.[1]

A valle del processo di fermentazione, l'effluente viene vagliato attraverso un separatore che separa la fase solida da quella liquida, la prima portata in campagna dopo compostaggio come ammendante, la seconda (digestato) distribuita direttamente in campagna per la fertilizzazione.

Il biogas, dopo specifici processi di pulitura e asciugatura, viene avviato ad un gruppo di cogenerazione, per fornire energia elettrica ed acqua calda, ed essere rispettivamente destinate alla rete elettrica o, attraverso il teleriscaldamento, ad utenze domestiche o produttive.

Se sottoposto invece ad un procedimento di *upgrading*, il biogas può essere utilizzato direttamente come **biometano**, avviandolo previo allacciamento alla rete del gas, per l'autotrazione o per altre utenze domestiche o industriali.

Quest'ultima destinazione rappresenta oggi un obiettivo strategico per conservare competitività alla produzione di energia verde nelle numerose centrali a fermentazione anaerobica sorte in Italia, in ambito agricolo nell'ultimo quinquennio: circa 1300 impianti, per una potenza installata complessiva di 1000 MWe (Megawatt elettrici) ed una produzione di 7,4 TW/h (Terawatt/ora) di energia elettrica, coprendo già il 10% dell'energia elettrica ottenuta da fonti rinnovabili in Italia, con investimenti complessivi nelle aziende agricole interessate che superano i 4.5 miliardi di euro[8].

Sotto l'aspetto del costo di produzione, infatti, il kW/h fornito dal biogas è ormai un elemento consolidato, non più comprimibile, dato dall'importante valore rappresentato dall'ammortamento delle strutture produttive e dal valore dei costi colturali, ormai da tempo collaudati nelle aziende agricole, per la produzione delle materie prime da avviare alla fermentazione anaerobica.

Una volta esauriti gli incentivi che stanno sostenendo le aziende agricole in questa fase di sviluppo, mantenendone il costo del kW/h a livelli competitivi con le altre fonti rinnovabili di energia, in particolare per le Centrali sorte entro il 31/12/2012, si prospettano in futuro condizioni di minor competitività per il biogas, in confronto all'energia prodotta con altre fonti alternative di energia rinnovabile.

E' presumibile che nel breve periodo le suddette tecnologie possano essere in grado di fornire energia elettrica a costi più contenuti delle Centrali a biogas, prospettandone un futuro incerto per consentire una conveniente continuità di esercizio.

La possibilità di derivare dal biogas il metano da immettere in alternativa nella rete del gas, apre prospettive di grande interesse per il mantenimento in attività delle Centrali sorte nelle aziende agricole, anche dopo il prevedibile esaurimento degli incentivi.

La recente approvazione da parte dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas della delibera 46 del 12 febbraio 2015, sulle “ Connessioni degli impianti di produzione del biometano alle reti del gas naturale e sulla determinazione delle quantità del biocombustibile ammesse ad incentivo”, rendono oggi finalmente realizzabile il progetto Biometano, creando anche le

premesse per il conseguimento da parte dell'Italia degli obiettivi fissati per il 2020 dalla Direttiva UE n.28 del 2009 e recepita dal Decreto Legislativo n.28 del 3 marzo 2011, che fissavano nel 10% la percentuale di utilizzo delle energie rinnovabili da parte dei distributori di combustibili fossili nel settore degli Autotrasporti. Già per il 2015 gli operatori italiani sono obbligati ad impiegare almeno il 5% di biocarburanti, in un mercato che vale 1 miliardo di metri cubi, oggi rappresentato per il 95% da olio di palma, di dubbia sostenibilità per i costi ambientali elevatissimi che comportano la sua produzione e la sua distribuzione. Si tratta di un mercato che sta crescendo al ritmo del 4% l'anno e potrà sostituire nel 2020 1.6 miliardi di metri cubi di combustibile fossile.

Da stime proposte dal Consorzio Italiano Biogas, in occasione della due giorni fieristica di Rimini intitolata al Biogasitaly, la potenzialità in metano delle Centrali a biogas italiane è attualmente di 670 milioni di normal metri cubi, in grado di rifornire annualmente il parco europeo di veicoli a metano che è per il 75% italiano. Si valuta che per il 2030 potranno essere riforniti di biometano almeno 1 milione di veicoli.

In questa prospettiva è possibile individuare nell'opzione biometano, la possibilità di disporre dell'unico biocombustibile avanzato, per una filiera pressoché interamente Made in Italy.

Dopo la delibera, attesa per ben 18 mesi dagli operatori, il GSE ha 60 giorni di tempo per fissare il Regolamento di attuazione di quanto disposto, in tema di allacciamenti e di incentivi.

Dal prossimo mese di aprile pertanto, potranno essere realizzati i primi impianti di distribuzione del biometano.

Il processo di *upgrading*, necessario per rendere il biogas idoneo ad essere introdotto nei gasdotti e/o nei serbatoi delle vetture, non costituisce un problema.

Si tratta in sostanza di estrarre dal biogas la CO_2 che lo compone per un terzo, essendo gli altri due terzi già rappresentati da metano. L'industria ha già collaudato dei processi di questo tipo, ad esempio le membrane filtranti o il lavaggio con acqua in pressione.

Non costituirà pertanto un problema trasferire queste tecnologie nelle Centrali a Biogas dove, nella sostanza, si tratta di sequestrare annualmente, per una Centrale da 1 MW, circa 900 tonnellate di CO_2 ed il procedimento più congruo per l'Azienda agricola appare quello di produrre da un lato dell'altro metano, facendo reagire parte della CO_2 con

l'idrogeno ricavabile dal sole e dal vento, oppure urea, facendo reagire la restante CO_2 con l'ammoniaca presente nel digestato, dopo l'estrazione del biogas[7].

Si tratta pertanto di realizzare una piccola bioraffineria, a supporto della produzione della Centrale, che si inserisce in termini complementari nel lavoro dell'azienda agricola, contribuendo ad aumentare la resa in metano della Centrale ed a fornire altre unità fertilizzanti per la concimazione dei terreni, accanto alla distribuzione del digestato.

FASI E TECNOLOGIE DI UPGRADING DEL BIOGAS A BIOMETANO

Analizzando più nel dettaglio la tecnologia disponibile per l'*upgradig* a biometano, si evidenziano disparate soluzioni tecniche relative ai diversi passaggi all'interno della bioraffineria. Per essere adatto all'immissione nella rete pubblica del gas oppure per essere utilizzato come combustibile da autotrazione, il biogas tal quale deve essere purificato dagli elementi indesiderati (H_2S, NH_3, H_2O, ecc), il contenuto di metano deve essere incrementato e la CO_2 deve

essere ridotta. Tutte queste modifiche avvengono tramite un processo noto come *upgrading* del biogas a biometano.

Al momento sono conosciute cinque tecniche di rimozione dell'anidride carbonica dal biogas col proposito di incrementare il contenuto di metano. Tali tecniche sono in questo momento utilizzate in diversi impianti, sia in Italia che in Germania, quest'ultimo paese pioniere della tecnologia di *upgrading*. Le tecniche attualmente note ed utilizzate sono le seguenti:

1. Membrane filtranti;
2. PWS - Lavaggio con acqua in pressione;
3. Absorbimento fisico con solventi organici;
4. Absorbimento chimico con solventi organici.
5. PSA – Pressure Swing Adsorption.

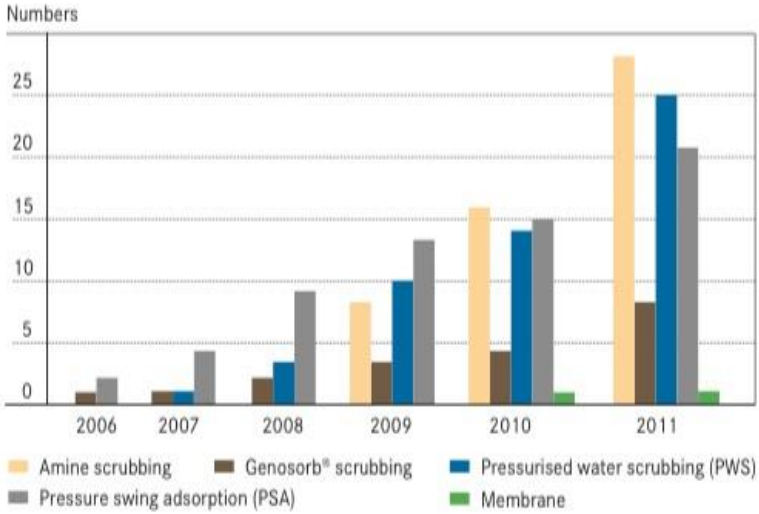

Figura 1. Diffusione tecnologie di upgrading in Germania dal 2006 al 2011. (Fonte: FNR)

A monte del processo di upgrading sono necessari due processi di purificazione, comuni anche alla classica filiera di utilizzo del biogas per cogenerazione, ossia per la combustione di esso in impianti CHP. Questi sono asciugatura e desolforazione.

- **Deumidificazione/Asciugatura**.

In uscita dai gasometri dei reattori, il biogas è saturo di vapore acqueo creatosi durante i processi di fermentazione anaerobica. E' importante che questo quantitativo di acqua sia eliminato per non creare complicazioni nei processi di raffinazione e per non superare i limiti di umidità del gas previsti per

l'immissione in rete. Solitamente, la fase di deumidificazione può essere eseguita in due differenti punti della linea di raffinazione. In un primo caso, se la fase di compressione avviene prima che il gas entri nel sistema di rimozione dell'anidride carbonica (come ad esempio nel caso dell'uso di membrane), un sistema di raffreddamento del gas permette di estrarre l'umidità per condensazione, sfruttando l'aumento di temperatura subito dal gas nella previa compressione. In un secondo caso, tipico nell'uso di water *scrubbing*, la rimozione dell'umidità avviene dopo la rimozione della CO_2 [2].

- **Desolforazione**.

L'idrogeno solforato o acido solfidrico (H_2S) può presentarsi, in base all'origine del biogas, in concentrazioni che vanno da 70 mg/m_n^3 (normal metro/cubo) fino a 10000 mg/m_n^3. In combinazione con l'acqua esso può formare acido solforico (H_2SO_4). Considerando le note e alte caratteristiche corrosive di tale acido è necessario, al fine di mantenere nel tempo le strutture dell'impianto, eliminare a monte tale contaminante. Anche in questo caso, si può fare una distinzione di due tipi principali di tecnologia. Il primo tipo è la cosiddetta desolforazione biologica. Essa è appunto un processo biologico

attuato anche nei più convenzionali impianti a biogas che inviano direttamente il gas all'unita di cogenerazione o CHP (Combined Heat and Power), ed è effettuata iniettando piccoli quantitativi di aria nei gasometri, al fine di promuovere l'attività dei batteri desolforatori. Questa tipologia di desolforazione non ha una grande applicabilità nel settore dell'*upgrading*, principalmente perché porta ad una diluizione del gas con idrogeno atmosferico, difficilmente eliminabile nelle fasi successive. La seconda tipologia è nota come desolforazione chimica. Essa può ridurre il quantitativo di idrogeno solforato sotto i 5 mg/m_n^3. E' ottenuta tramite processi di ossidazione catalitica e adsorbimento su ossidi di metallo o con carbone attivo. Secondo i dati dell'FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Agenzia Tedesca delle Risorse Rinnovabili), è la tecnologia più utilizzata nelle bioraffinerie attive in Germania.

Il biogas ora depurato da tali contaminanti, prosegue il suo percorso nella bioraffineria approdando ai sistemi di rimozione della CO_2. E' giusto ricordare che il biogas può contenere altri contaminanti, come l'ammoniaca, ma in minimi quantitativi.

- **Rimozione dell'anidride carbonica**.

Come anticipato, questo è un passaggio cruciale nel processo e le tecnologie disponibili sono diverse.

La prima è il **lavaggio con acqua in pressione** (PWS, *pressurised water scrubbing*). Questo è un processo di *upgrading* per absorbimento. Il principio di separazione dell'absorbimento si basa sulla differente solubilità dei vari componenti del gas in una soluzione liquida di s*crubbing*. In un impianto di *upgrading* che utilizza questa tecnica, il biogas grezzo si trova a stretto contatto con un liquido di lavaggio (acqua), all'interno di una colonna di *scrubbing.* Gli elementi che devono essere rimossi dal biogas, principalmente la CO_2, sono tipicamente molto più solubili nel liquido di lavaggio, rispetto al metano, e vengono così rimossi dal flusso di gas grezzo in ingresso.

Come risultato del processo, il flusso di gas rimanente è arricchito con metano e il liquido di lavaggio in uscita dalla colonna è ricco di anidride carbonica. Per mantenere alte le prestazioni di absorbimento, il liquido di lavaggio deve essere sostituito con liquido fresco o rigenerato in una fase separata (deassorbimento o fase di rigenerazione)[3].

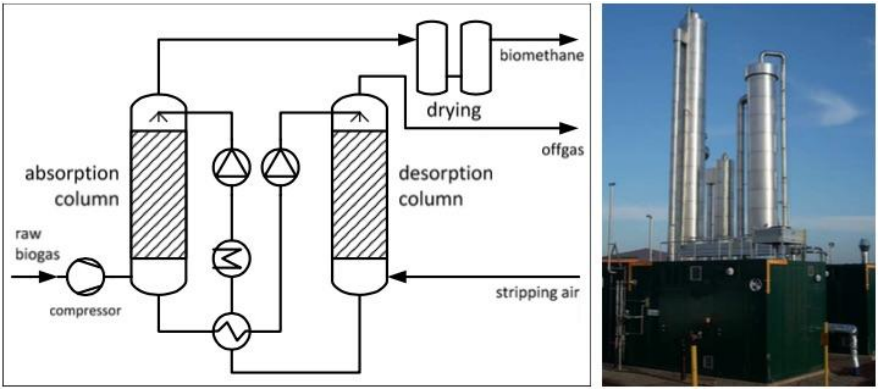

Figura 2. Diagramma di flusso in un'unità di scrubbing con acqua pressurizzata e vista di un impianto di upgrading a Könnern in Germania (fonte: Malmberg).

Nel PWS, il flusso di gas grezzo è inizialmente compresso tra 7 e 10 bar e viene iniettato dalla base delle colonna di absorbimento. I componenti gassosi indesiderati vengono fisicamente legati al liquido di lavaggio, in questo caso l'acqua. Come anticipato, l'anidride carbonica ha una solubilità in acqua superiore a quella nel metano e sarà quindi maggiormente dissolta, in particolare a basse temperature e a pressioni elevate. Oltre all'anidride carbonica, è possibile rimuovere anche l'acido solfidrico (H_2S) e l'ammoniaca dal flusso di gas grezzo, utilizzando sempre l'acqua come liquido di lavaggio. L'acqua in uscita dalla colonna è satura di anidride carbonica ed è trasferita in una colonna di deassorbimento, in cui la

pressione si riduce bruscamente e, di conseguenza, la maggior parte del gas disciolto viene rilasciato. Poiché questa miscela di gas contiene anidride carbonica ma anche una certa quantità di metano, una volta depurata della CO_2, viene nuovamente convogliata alla bocchetta del biogas grezzo. Nel caso in cui l'acqua debba essere riutilizzata nella colonna di absorbimento, essa deve essere rigenerata e viene quindi sottoposta al passaggio di un flusso controcorrente d'aria di strippaggio, attraverso il quale l'anidride carbonica residua viene eliminata. L'acqua rigenerata è poi pompata di nuovo nella colonna di absorbimento come liquido di lavaggio fresco.

Tra le tecniche di *upgrading* sempre funzionanti con il principio dell'absorbimento, si possono menzionare l'**absorbimento fisico tramite solventi organici** e l'**absorbimento chimico con solventi organici**.

La prima è molto simile al lavaggio in acqua: questa tecnologia utilizza un solvente organico (es. glicole polietilenico) invece di acqua, come liquido di lavaggio. L'anidride carbonica mostra solubilità più elevata in questi solventi che in acqua. Come risultato, per la stessa quantità di biogas grezzo da processare è necessaria una minor circolazione del liquido di lavaggio e apparecchiature di minori dimensioni. Esempi di tecnologie di

upgrading di biogas, che utilizzano *scrubbing* fisico con composti organici, sono Genosorb ®, Selexol ®, Sepasolv ®.

Per quanto riguarda l'absorbimento chimico con solventi organici, noto anche come *scrubbing* con ammine, questa tecnica è molto diffusa in Germania e si può suddividere in due stadi. Il primo di questi prevede un absorbimento fisico dei componenti gassosi in un liquido di lavaggio a cui poi segue un secondo stadio, caratterizzato da una reazione chimica tra i liquidi di lavaggio e i gas assorbiti all'interno della fase liquida. Il legame dei componenti gassosi indesiderati al liquido di lavaggio è significativamente più forte di quello del metano e la reazione chimica è fortemente selettiva, cosicché la quantità di metano absorbito nel liquido è molto bassa. Ciò comporta un conseguente recupero di metano molto elevato e una dispersione di metano molto bassa. Inoltre, a causa dell'elevata affinità dell'anidride carbonica ai solventi utilizzati (soluzioni prevalentemente acquose di monoetanolammina MEA, dietanolammina e DEA metildietanolammina MDEA), la pressione dello scrubber ad ammina può essere mantenuta significativamente più bassa rispetto ad impianti di scrubbing ad acqua pressurizzata.

Un'altra tecnica molto diffusa per la riduzione della CO_2 è la tecnologia a **membrane filtranti** o anche nota come ***gaspermeation***. Le membrane per l'*upgrading* del biogas sono costituite da materiali polimerici permeabili all'anidride carbonica, acqua, ammoniaca, ossigeno, azoto e acido solfidrico, mentre il metano passa solo in misura molto ridotta.

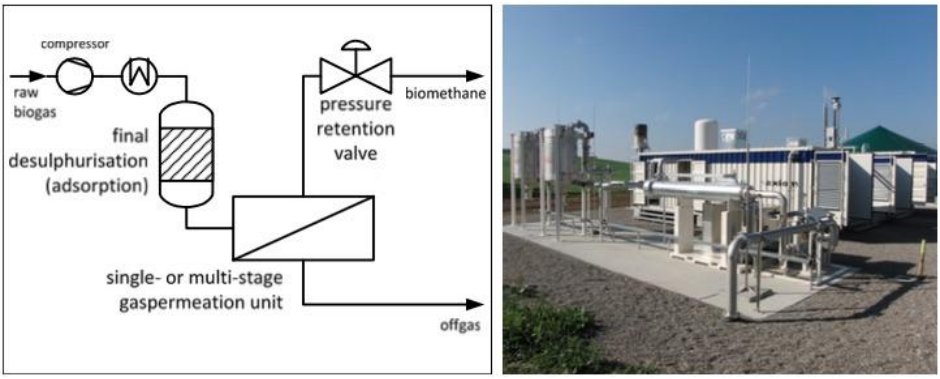

Figura 3. Diagramma di flusso della tecnologia a membrane filtranti e vista di un impianto di upgrading a Kisslegg in Germania (Fonte: AXIOM Angewandte Prozesstechnik).

Membrane tipiche per l'*upgrading* del biogas sono costituite da materiali polimerici come il polisolfone, poliimmide o polidimetilsilossano. Questi materiali mostrano selettività favorevole per la separazione metano/anidride carbonica e presentano una robustezza ragionevole, per tracciare elementi

indesiderati contenuti nei tipici biogas grezzi. Per fornire una sufficiente superficie di membrana negli impianti di dimensioni compatte, queste membrane sono applicate in forma di fibre cave combinate ad una serie di moduli paralleli.

Dopo aver portato la miscela di gas alla pressione di processo, il biogas grezzo è raffreddato per l'essiccazione e la rimozione di ammoniaca. Dopo questo primo passaggio, l'acido solfidrico è rimosso mediante adsorbimento su ferro o ossido di zinco. Infine, il gas viene convogliato all'unità di membrane a modulo singolo o multiplo. I numeri e l'interconnessione degli stadi a membrana non sono determinati dalla qualità del biometano desiderata, ma dal recupero del metano richiesto e dalla specifica richiesta di energia necessaria alla compressione. In casi rari, possono essere inserite dopo le membrane unità di recupero criogenico, che hanno lo scopo di estrarre una eventuale parte di metano rimanente nel flusso dei gas.

Per concludere questa panoramica delle tecniche di *upgrading* va inserita la tecnologia di **Pressure Swing Adsorpion (PSA).**

La separazione del gas, utilizzando il principio dell'adsorbimento, fa riferimento al diverso comportamento che i vari componenti di una miscela di gas assumono a contatto con una superficie solida sotto pressione elevata.

Solitamente, vari tipi di carbone attivo o setacci molecolari (zeoliti) sono utilizzati come materiale adsorbente. Questi materiali assorbono selettivamente anidride carbonica dal biogas grezzo, arricchendo così il contenuto del gas rimanente di metano.

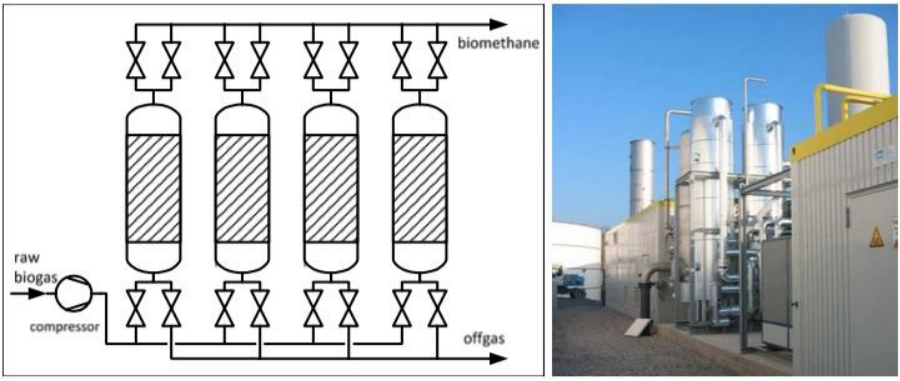

Figura 4. Diagramma di flusso di una tipica unità di upgrading del biogas che utilizza il sistema PSA; immagine dell'impianto di upgrading di Mühlacker, in Germania (Fonate: Schmack CARBOTECH).

Dopo l'adsorbimento ad alta pressione, il materiale assorbente viene rigenerato tramite una diminuzione graduale della pressione e lavaggio con ulteriore biogas grezzo. In seguito, la pressione è aumentata nuovamente con biogas grezzo e l'adsorbitore è pronto per la successiva sequenza di filtraggio. Gli impianti industriali di *upgrading* utilizzano quattro, sei o

nove camere di adsorbimento in parallelo, in posizioni diverse all'interno di questa sequenza, in modo da fornire un funzionamento continuo. Durante la fase di decompressione, la composizione del gas di scarico cambia perché anche il metano adsorbito è rilasciato con essi. Così, i gas di scarico dei primi step di decompressione possono essere convogliati nuovamente verso l'ingresso del biogas grezzo, al fine di riprocessarli e ridurre la dispersione del metano. Poiché l'acqua e l'acido solfidrico contenuti nel gas potrebbero danneggiare irreversibilmente il materiale adsorbente, questi componenti devono essere rimossi prima della colonna di adsorbimento.

DIFFUSIONE DEL BIOMETANO IN ITALIA

La diffusione della tecnologia dell'*upgradin*g in Italia, secondo paese in Europa per la produzione di biogas, rispetto alla Germania leader in questo settore, è agli inizi. Attualmente, infatti, risultano installati meno di dieci impianti di *upgrading* di piccole dimensioni, o ad uso sperimentale, su un totale di più di 1300 impianti a biogas. In Germania, invece, come si nota in figura, i numeri sono i seguenti: 178 impianti di *upgrading* su

7772 impianti a biogas, con una capacità di *upgrading* di 109.810 Nm^3/h.

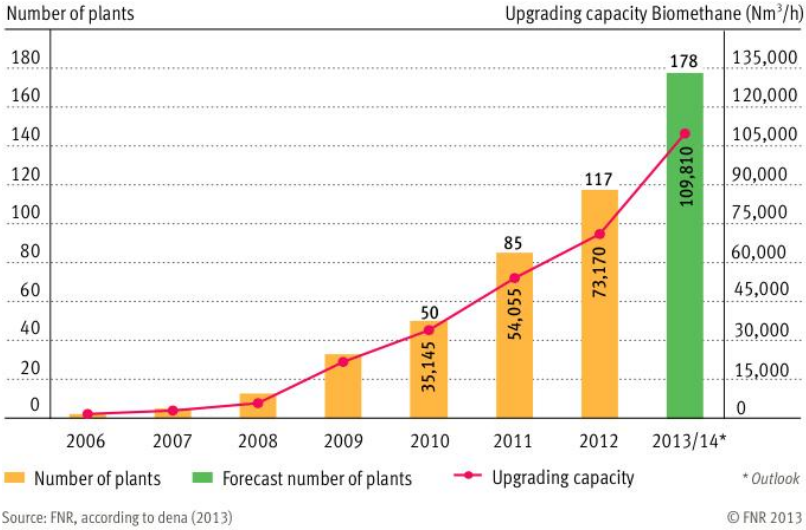

Figura 4 Produzione di biometano in Germania dal 2006 al 2014 (in previsione). (Fonte: FNR)

Un esempio degli impianti presenti nella Penisola, degni di nota, sono i seguenti. Un primo impianto si trova a Roma, presso la discarica di Malagrotta che, dal 1996 con *upgrading* del gas prodotto nella discarica, alimenta parte della flotta di mezzi della nettezza urbana. Un secondo esempio è un impianto a digestione anaerobica, situato nel Torinese, alimentato principalmente con rifiuti umidi urbani, che produce

circa 100 m^3/h di biometano, utilizzando la tecnologia di water *scrubbing* e delle membrane collegate in serie.

Nonostante questa limitata e primordiale diffusione, il futuro del biometano in Italia è da considerare una carta valida per il Paese. Lo dimostra il fatto che negli ultimi cinque anni le imprese agricole produttrici di biogas hanno investito 4,5 miliardi di euro, creando 12 mila nuovi posti di lavoro stabili ed a elevata qualificazione professionale. Così anche per il mercato del biometano si stimano grandi investimenti futuri, in particolare da parte di imprese agricole ed imprese e gestori dei rifiuti urbani.

Inoltre, a consolidare le attese relative al mercato del biometano in Italia, in particolare per l'autotrazione, va considerato ancora che il nostro Paese ha la più grande flotta di veicoli a gas naturale in Europa. Infatti, già nel 2013, in Italia si contavano ben 760 mila cngv (*compressed natural gas vehicles*), mentre in Germania solo 90 mila cngv.

Non da ultimo, a rafforzare le aspettative sul biometano, si nota un consistente movimento dal punto di vista legislativo per quanto concerne i **piani di incentivazione**. Sono attese al riguardo le precisazioni che il GSE sta per emanare anche in

tema di incentivi, secondo le direttive di massima riportate di seguito.

Dopo la delibera del 12 febbraio 2015, il GSE ha, infatti, 60 giorni di tempo per fissare il Regolamento di attuazione di quanto disposto, in tema di allacciamenti e di incentivi, la cui durata è prevista per 10 anni.

Dal prossimo mese di aprile 2015 pertanto, potranno essere realizzati i primi impianti di distribuzione del biometano.

Secondo quanto previsto a suo tempo dal Decreto Legislativo 28/2011, la valorizzazione del biocarburante nel comparto dell'autotrazione è quella premiata con l'incentivo più elevato, prevedendone una modulazione, con una maggiorazione del 10% per gli impianti di taglia più piccola, fino a 500 Smc/ora (Standard metri cubi/ora), nessuna variazione tra 501 e 1000 Smc/ora, ed una riduzione del 10% per gli impianti con capacità produttive superiori ai 1000 Smc/ora.[4]

La tariffa “premio” per il produttore di biometano sarà pari al doppio del prezzo di mercato del gas naturale nel 2013, con la sottrazione del prezzo mensile corrente del gas stesso. Al valore dell'incentivo il produttore potrà aggiungere i ricavi provenienti dalla vendita diretta sul mercato del biocombustibile.

Il legislatore ha pertanto inteso indirizzare l'uso del biometano verso una sua valorizzazione come biocarburante negli autotrasporti.

Lo strumento individuato è quello del rilascio dei certificati di immissione in consumo di biocarburanti (Decreto Mipaaf del 29 aprile 2008 e sue successive modifiche o integrazioni) e si inserisce nel quadro delle politiche europee nel pacchetto energia-clima, con l'obiettivo per i Paesi Membri di raggiungere al 2020 l'obiettivo vincolante del 10% di fonti rinnovabili nei trasporti.[5]

Per accedere al suddetto incentivo, è prevista la sottoscrizione di un contratto bilaterale tra il soggetto che immette in consumo il biometano ed il soggetto che lo produce.

Altra condizione per accedere a questo tipo d'incentivo è l'utilizzo di sottoprodotti (riportati nella tab. 1A del Decreto Ministeriale 6 luglio 2012), o rifiuti, per una percentuale complessiva di almeno il 50% in peso tal quale. Il d.lgs. 28/2011 ha già stabilito che ai biocarburanti ottenuti da sottoprodotti o da rifiuti, sia riconosciuto il raddoppio dei certificati di immissione in consumo (double counting).

Nel recepimento di questo principio, il decreto ha stabilito le materie prime che danno diritto al doppio riconoscimento, se

utilizzate nel processo di digestione anaerobica per la successiva produzione di biometano.

Si tratta delle seguenti tipologie:

- frazione biodegradabile dei rifiuti post raccolta differenziata;
- sottoprodotti di cui al comma 5-ter art.33 del dlgs 28/2011, ad uso esclusivo per la produzione di biometano;
- alghe e materie di origine non alimentare (tabella 1B del dm 6 luglio 2012);
- sottoprodotti elencati nella tabella 1A del dm 6 luglio 2012.

L'utilizzo delle suddette tipologie di materiali deve essere esplicitamente dichiarato nell'autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio di un impianto di produzione di biometano. E' contemplato anche l'utilizzo di altre matrici biologiche, fino ad un massimo del 30% in peso tal quale: in questo caso la maggiorazione dell'incentivo riguarderà soltanto il 70% della produzione di biometano.

Negli impianti esistenti a biogas per la cogenerazione, invece, è prevista la conversione in tutto od in parte per la produzione di biometano, limitando gli incentivi al 40%, se il biocombustibile è destinato a generare energia elettrica, oppure del 70% se è destinato ai trasporti.

Nell'attesa che entrino in vigore le specifiche di qualità europee per l'uso del biometano nell'autotrazione o nell'immissione nelle reti, il biocombustibile introdotto potrà essere soltanto quello derivante dalla digestione anaerobica di prodotti biologici o sottoprodotti autorizzati, con la temporanea esclusione di quello prodotto dalla raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani (Forsu), da gas di discarica e dagli altri processi di depurazione e trattamento di gas e rifiuti.

Il quadro che ne esce, pur ancora in fase di definizione, evidenzia come il legislatore abbia inteso promuovere l'uso del biometano come biocarburante nell'autotrazione, privilegiando quello ottenuto principalmente da sottoprodotti, incentivando in particolare i produttori più piccoli e più alla portata delle imprese agrozootecniche, già detentrici di effluenti fermentescibili e caricabili nei digestori, assieme alle altre matrici vegetali ed ai sottoprodotti. Il nuovo incentivo, infatti, dovrebbe stimolare la produzione di biogas compatibile con le

dimensioni medie delle aziende zootecniche italiane, concedendolo solo ad impianti di taglia inferiore a 300kW di potenza elettrica installata.[6]

BIBLIOGRAFIA

[1] Boschetti A. (2014), "Agroenergie anche dopo il 2015 e partirà il biometano". Informatore Agrario - Supplemento Energie Rinnovabili n. 40/2014, pag 6/7.

[2] Beil M., Beyrich W., Holzhammer U., Krause T., (2013), "Biomethane", in pubblication of FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.., pag. 13-20.

[3] Institute of Chemical Engineering Research Divison Thermal Process Engineering and Simulation of Vienna

University of Technology, (2012) “From biogas to biomethane, technology of upgrading”.

[4] Berton, M. (2013), “Biometano ai blocchi di partenza”. Informatore Agrario - Supplemento Energie Rinnovabili al n. 43/2013, pag 6/7.

[5] Boschetti A. (2013), “Biometano: bene il decreto, male le tempistiche”. Informatore Agrario - Supplemento Energie Rinnovabili al n. 43/2013, pag 5.

[6] Boschetti A. (2015), “Incentivazione 2016, ultima occasione per il biogas fatto bene”. Informatore Agrario – Supplemento Energie Rinnovabili al n. 5/2015, pag 5.

SITOGRAFIA

[7] www.qualenergia.it/articoli/20150223-delibera-biometano Intervista di Alessandro Codegoni a Stefano Bozzetto, Socio Consorzio Italiano Biogas e Consigliere EBA (Associazione Europea del Biogas).

[8] www.biogasitaly.com

Comunicato Stampa del Consorzio Italiano Biogas agli Stati Generali del Settore.

Rimini Fiera, 12 e 13 febbraio del 2015.

INFORMAZIONI PERSONALI

Salvatore Marrone
Napoli
sasu.marrone@gmail.com

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

07/2011	Esame di Stato: abilitazione alla professione di Agronomo
10/2008-03/2011	Laurea magistrale in Scienze e Tecnologie delle Produzioni Agrarie*, Università degli studi di Napoli "Federico II"*
09/2009-07/2010	Master di formazione imprenditoriale in Agricoltura per laureati, *Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (MIPAAF)*
01/2009-04/2009	Responsabile Tecnico Impresa Gestione Rifiuti, *Assofram – Ente di formazione professionale accreditato dalla Regione Campania*

PRINCIPALI ESPERIENZE PROFESSIONALI

03/2013-07/2013	Ricercatore nell'ambito del Progetto Leonardo AgEn-future, *DBFZ - Deutsches Biomasseforschungstentrum– Lipsia, Germania*
06/2004-02/2013	Direttore tecnico e Responsabile Gare d'appalto*, L'Oasi Verde srl, Melito di Napoli (NA)*
02/2010-07/2010	Stage in produzione e vendita piante, *Torsanlorenzo Gruppo Florovivaistico & Torsanlorenzo France ,Ardea (RM) & ItaliaSaint Cyr en Val – Francia*

INFORMAZIONI PERSONALI

Marco Compagnone
Roma
compagnonem@gmail.com

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

06/2012-09/2012	Esame di Stato: abilitazione alla professione di Ingegnere Civile – Ambientale, *Sapienza Università di Roma, Facoltà di Ingegneria, Roma*
03/2009-05/2012	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, *Sapienza Università di Roma*
03/2010-06/2010	Corso di Certificazione Ambientale ed Energetica, sistemi EMAS e ISO 14001,*Sapienza Università di Roma, Facoltà di Architettura "Valle Giulia", Roma*

PRINCIPALI ESPERIENZE PROFESSIONALI

09/2013-oggi	Collaboratore esterno ,FIDAF (Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali), Roma
03/2013-07/2013	Ricercatore scientifico (Programma Leonardo LLP) nell'ambito del Progetto AgEn-future, *Helmholtz UFZ (Istituto di Ricerca ambientale)*, *Leipzig, Germania* e presso il *DBFZ (Centro di Ricerca Tedesco sulle Biomasse), Leipzig, Germania*
12/2011-05/2012	Stage in energie rinnovabili, *CIRPS (Centro Interuniversitario di Ricerca per lo Sviluppo Sostenibile), Roma*

INFORMAZIONI PERSONALI

Maria Valentina Lasorella

lasorella@inea.it

mariavalentina.lasorella@gmail.com

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

09/2007-05/2009	Laurea Magistrale in Agricoltura Biologica, *Università degli Studi di Pisa*
03/2006-09/2007	Master di primo livello in "Tecnico esperto in certificazioni di prodotti biologici e di qualità, *Regione Toscana-Università di Pisa, Facoltà di Agraria*
09/2003-12/2006	Laurea Triennale in Scienze Agrarie, *Università degli Studi di Pisa*

PRINCIPALI ESPERIENZE PROFESSIONALI

03/2013-oggi	Collaboratore di ricerca, *Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA),* Legnaro (PD)
01/2012-oggi	Consulente Progetti, *Bioenergy crop, Northwood, MIDDLESEX (UK)*
01/2010-01/2013	Dottorando (PhD candidate), Land Lab Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa
10/2012-02/2013	Collaboratore a progetto nell'ambito del Progetto Leonardo AgEn-future, *Rothamsted Research Institute Harpenden UK*
10/2010-06/2011	Collaboratore a progetto, *Wageningen UR, Food & Biobased Research NL*

INFORMAZIONI PERSONALI

Benvenuto Vicinanza
Salerno
vicinanzab@gmail.com

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

17/01/2013	Esame di Stato al fine dell'abilitazione all'esercizio della professione di Dottore Agronomo, *Università degli studi di Napoli Federico II*.
22/10/2012	Laurea magistrale in Scienze e Tecnologie agrarie, *Università Federico II, Facoltà di Agraria (Portici)*
25/10/2010	Laurea triennale in Scienze e Tecnologie agrarie, *Università Federico II, Facoltà di Agraria (Portici)*

PRINCIPALI ESPERIENZE PROFESSIONALI

09/2013-oggi	Collaboratore - libero professionista, *Studio tecnico agrario "Maisto", Pontecagnano-Faiano (Sa)*
03/2013-07/2013	Ricercatore *nell'ambito del Progetto Leonardo AgEn-future, CRES - Centre for renewable Energy and sources and saving, Pikermi Attiki Greece*.

INFORMAZIONI PERSONALI

Massimo Ninfa Caltanissetta
ninfa.massimo@gmail.com

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

10/2013	Master in Europrogettazione + Focus Europa 2020 *Europa Cube Innovation business school, Bruxelles (Belgio)*
10/2009-07/2012	Laurea specialistica in Scienze e Tecnologie Agrarie, *Università di Catania*
10/2005-10/2009	Laurea triennale in Scienze e Tecnologie Agrarie ,*Università di Catania*

PRINCIPALI ESPERIENZE PROFESSIONALI

03/2013-07/2013	Stagista nel settore delle biomasse nell'ambito del Progetto Leonardo AgEn-future, *IfaS (Institute for Applied Material Flow Management), Birkenfeld (Germania)*
02/2013	Dott. Agronomo Libero Professionista
n/d	Tirocinante, *Regione Siciliana Ass. Agr. e Foreste Unità operativa 44 Sezione Operativa Catania UO44-SOAT Catania*

INFORMAZIONI PERSONALI

Daniela Pezzolla

Perugia

dpezzolla@hotmail.com

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

11/2009-1/2012	Dottorato di ricerca in Scienze Agrarie e Ambientali, *Università degli Studi di Perugia*
9/2006-2/2009	Laurea Specialistica in Scienze e Tecnologie delle Produzioni Animali, *Università degli Studi di Perugia*
6/2007-2/2008	Corso di formazione "Consulente ambientale, esperta nel settore agro-zootecnico", *Regione Umbria*
9/2003-11/2006	Laurea Triennale in Scienze e Tecnologie delle Produzioni Animali, *Università degli Studi di Perugia.*

PRINCIPALI ESPERIENZE PROFESSIONALI

11-12/2013	Assistente di ricerca, *Rothamsted Research Limited ("RRes Ltd"), Sustainable Soils and grassland Systems (SSGS) Department, North Wyke, Devon, UK*.
10/2013-6/2014	Contratto di prestazione d'opera intellettuale per "attività di supporto per analisi chimicho-fisiche, *Università degli Studi di Perugia.*
11/2012-2/2013	Borsa di studio nell'ambito del Lifelong Learning Programme (LLP), Progetto Leonardo AgEn-future, *Francisco Josephinum Institute,Wieselburg, Austria*
4-11/2011	Borsa di studio nell'ambito del Lifelong Learning Programme (LLP), Erasmus Placement, *Rothamsted Research, North Wyke, Devon, EX20 2SB, UK*

INFORMAZIONI PERSONALI

Stefania Martelli
Reggio Calabria
stefaniamartelli.sm@libero.it

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

11/2011-10/2012	Master universitario di secondo livello "RIDEF - Energia per Kyoto", *Politecnico di Milano e l'Università IUAV di Venezia*
06/2011-09/2011	Esame di Stato: abilitazione all'esercizio della professione di ingegnere – sezione A – settore Civile ed Ambientale presso *l'Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria*
10/2008-03/2011	Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, *Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria*

PRINCIPALI ESPERIENZE PROFESSIONALI

03/2013-07/2013	Tirocinio transnazionale di formazione professionale Leonardo da Vinci nell'ambito del Progetto AgEn-future, Resources and Technical Logistics unit, *Bioenergy2020+ GmbH – Wieselburg-Land (AT)*
06/2012-12/2012	Tirocinio formativo – Ingegnere ambientale – Sustainability and sustainable innovation unit, *FATER SpA (Gruppo Angelini – Procter & Gamble JV) – Pesc*ara

INFORMAZIONI PERSONALI
Andrea Sanna
Sassari
andrew.sanna@hotmail.it

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

11/2012–05/2014	Master PIROS in "Pianificazione, Prevenzione e Lotta agli incendi boschivi in area mediterranea", *Università degli Studi di Sassari*
03/2011	Laurea Specialistica in "Produzioni Vegetali Biologiche", *Università degli Studi di Sassari*
11/2009	Esame di Stato: Abilitazione alla professione di "Agrotecnico e Agrotecnico laureato"

PRINCIPALI ESPERIENZE PROFESSIONALI

08/2013-09/2013	Stage nell'ambito del Master Piros, *Fondaciòn CEAM (Centro studi ambientali del Mediterraneo) Università di Alicante (Spagna)*
2007-2008	Tirocinio pratico-applicativo**,** Istituto C.N.R. di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA- unità territoriale di Sassari)
03/2012-06/2012	Stage in energie rinnovabili nell'ambito del Progetto Leonardo AgEn-future, *Wagner & Co. Solar Technology, Wagner Solar UK Ltd Unit 2, Keynor Farm- Sidlesham, Chichester – West Sussex (Inghilterra)*

INFORMAZIONI PERSONALI
Giampaolo Rossi
Portogruaro (Ve)
Giampaolorossi89@gmail.com

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

2014	Esame di stato: abilitazione alla professione di "Dottore Agronomo"
2011-2013	Laurea Magistrale in "Scienze e Tecnologie Agrarie", *Universita degli Studi di Padova*, *Agripolis Legnaro*
02/2013-08/2013	Esperienza di studio *presso Czech University Of Life Sciences, Praga*
2009-2011	Laurea Triennale in "Scienze e Tecnologie Agrarie", *Universita degli Studi di Padova*, *Agripolis Legnaro*

PRINCIPALI ESPERIENZE PROFESSIONALI

11/2014-02/2015	Guest Researcher presso *DBFZ (Centro di Ricerca Tedesco sulle Biomasse), Leipzig, Germania*
0/2014- 10/2014	Impiegato stagionale per campagna mais 2014 presso *Cereal Docks*, Portogruaro
04/2014-08/2014	Collaboratore tecnico di campagna presso *Repros*, Centro di saggio, Alonte (Vi)
06/2011-08/2011	Tirocinio pratico-formativo presso *Società Agricola Ca' del Fior*

La mappa degli istituti di ricerca e delle aziende ospitanti

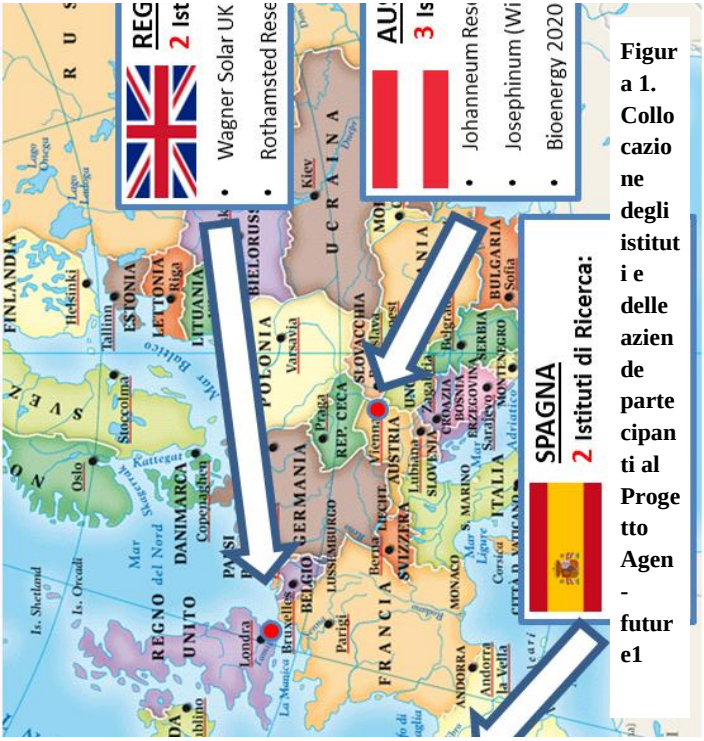

Figura 1. Collocazione degli istituti e delle aziende partecipanti al Progetto Agen-future1

La mappa degli istituti di ricerca e delle aziende ospitanti

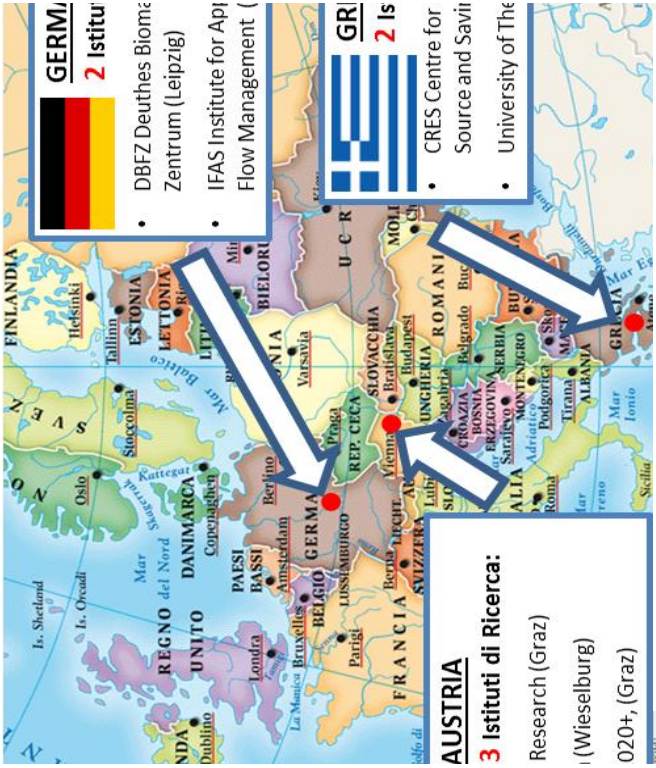

Figura 2. Collocazione degli istituti e delle aziende partecipanti al Progetto Agen-future2

NOME ISTITUTO	BIOENERGY 2020 Gmbh
SETTORE ECONOMICO	Ricerca scientifica e sviluppo
STATO LEGALE	Privato
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	A scopo di lucro
INDIRIZZO	Inffeldgasse 21b, A-8010, Graz (Austria)
SITO WEB	www.bioenergy2020.eu
DESCRIZIONE GENERALE	BIOENERGY 2020 (BE2020) è un centro di ricerca che fornisce principalmente servizi di ricerca e sviluppo, ma anche di ingegneria, consulenza, formazione e networking a clienti del settore industriale. Il BE2020 attualmente impiega circa 70 ricercatori e ha 3 sedi: Graz (sede centrale), Güssing e Wieselburg. Quest'ultimo ospita attualmente più di 30 post-graduates e post-doc con il ruolo di ricercatori. I settori di ricerca sono: (I) biomasse intese come risorsa, (II) caratterizzazione del combustibile da biomassa, (III) tecnologie di combustione della biomassa su piccola scala, (IV), sistemi energetici e (v) biocarburanti.

NOME ISTITUTO	JOANNEUM RESEARCH
SETTORE ECONOMICO	Ricerca scientifica e sviluppo
STATO LEGALE	Privato
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	No-profit
INDIRIZZO	Steyrergasse 17, 8010 Graz (Austria)
SITO WEB	www.joanneum.at
DESCRIZIONE GENERALE	L'Istituto Joanneum è la seconda più grande Organizzazione di ricerca no-profit austriaca. All'interno dell'Istituto "Risorse", il "Gruppo di Ricerca Energy" ha una grande esperienza sui sistemi ad energia rinnovabile e sull'implicazioni climatiche dei sistemi agroenergetici. Il gruppo è costituito da diversi sottogruppi che si occupano di: I) test di apparecchiature per le energie rinnovabili e progettazione delle installazioni, II) LCA di sistemi Bioenergy, III) analisi tecnica, progettazione metodologica ed analisi delle politiche nei settori dell'Agricoltura, della Selvicoltura e dell'Uso del suolo, e IV) aspetti sociali delle bioenergie. Il Joanneum collabora con gli Istituti UNFCCC e IPCC, ed è costantemente impegnato in progetti internazionali. Promuove inoltre tirocini per laureati e ospita dottorandi e studenti Master provenienti da università austriache e internazionali.

NOME ISTITUTO	HBLFA FRANCISCO JOSEPHINUM
SETTORE ECONOMICO	Ricerca scientifica e formazione
STATO LEGALE	Pubblico
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	No-profit
INDIRIZZO	Schloss Weinzierl, A-3250 Weiselburg (Austria)
SITO WEB	www.josephinum.at
DESCRIZIONE GENERALE	L'HBLFA Francisco Josephinum è un Istituto di Ricerca e Formazione di lunga data. La formazione comprende un programma di 5 anni nel campo dell'agricoltura, dell'ingegneria agraria e delle tecnologie alimentari. Attualmente vi sono circa 800 studenti. Il dipartimento di ricerca BLT, ha una considerevole esperienza nella ricerca e nello sviluppo nel campo dell'ingegneria agraria e delle materie rinnovabili grezze. L'istituto è leader nella ricerca nell'ambito dei biocarburanti solidi e liquidi.

NOME ISTITUTO	DBFZ DeutschesBiomasseforschungszentrum
SETTORE ECONOMICO	Ricerca scientifica e sviluppo
STATO LEGALE	Pubblico
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	No profit
INDIRIZZO	Torgauer Strasse 116, 04347 Leipzig (Germania)
SITO WEB	www.dbfz.de
DESCRIZIONE GENERALE	Il Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ) è stato fondato il 28 febbraio 2008 a Berlino come LLC non-profit (GmbH). Il governo federale tedesco rappresentato dal Ministero Federale per l'Alimentazione e l'Agricoltura (BMEL) è l'unico azionista del DBFZ. Il 17 marzo 2008 il DBFZ ha acquisito l'ex Istituto per l'Energia e l'Ambiente gGmbH. Le due società vennero successivamente fuse in una società unica il 17 giugno 2008. Sono 170 gli scienziati del DBFZ che stanno attualmente lavorando nel campo della ricerca sui sistemi bioenergy, sulla conversione biochimica, sulla conversione termo-chimica e sulle bioraffinerie.

NOME ISTITUTO	IFAS Institute for Applied Material Flow Management
SETTORE ECONOMICO	Ricerca scientifica e sviluppo
STATO LEGALE	Pubblico
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	No-profit
INDIRIZZO	Postbox 1380, 55761 Birkenfeld (Germania)
SITO WEB	www.stoffstrom.org
DESCRIZIONE GENERALE	L'IFAS è un Istituto di Ricerca dell'Università delle Scienze Applicate di Trier ed è situato nel Campus Ambientale di Birkenfeld (BCE). L'IFAS è stato fondato nel 2001 grazie all'iniziativa di alcuni professori esperti nalle discipline di Material Flow Management, Ecologia, Gestione d'Impresa, Fisica, Ingegneria di Processo e Comunicazione. L'obiettivo dell'IFAS è quello di promuovere l'ottimizzazione sostenibile dei flussi regionali dei materiali regionali in progetti specifici e orientati alla pratica. Al giorno d'oggi, il team interdisciplinare dell'IFAS comprende sette professori, 30 membri del personale e vari stagisti e studenti assistenti provenienti dalle seguenti specializzazioni: -gestione aziendale ed ingegneria gestionale -ingegneria meccanica ed ingegneria di processo - energy management -ecologia industriale e pianificazione territoriale ed ambientale - silvicoltura, agricoltura e diritto ambientale

NOME ISTITUTO	CRES Centre for Renewable Energy and Saving
SETTORE ECONOMICO	Ricerca scientifica e sviluppo
STATO LEGALE	Pubblico
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	Non-profit
INDIRIZZO	19th km Marathonos ave., East Attica (Grecia)
SITO WEB	www.cres.gr
DESCRIZIONE GENERALE	Il Centro per le Fonti Energetiche Rinnovabili e Risparmio Energetico (CRES) è l'organizzazione greca di ricerca per le fonti energetiche rinnovabili (FER), l'uso razionale dell'energia (URE) e l'Energy Saving (ES). Si tratta di un ente pubblico, supervisionato dal Ministero dell'Ambiente, Energia e Cambiamenti climatici e gode di un'autonomia finanziaria ed amministrativa. Il suo obiettivo principale è la ricerca e la promozione di applicazioni RES/URE/ES a livello nazionale ed internazionale, tenendo conto dei principi dello sviluppo sostenibile. Il CRES ha un personale scientifico multidisciplinare di oltre 120 scienziati ed ingegneri altamente qualificati.

NOME ISTITUTO	UNIVERSITY OF THESSALY
SETTORE ECONOMICO	Istruzione superiore
STATO LEGALE	Pubblico
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	Non-profit
INDIRIZZO	Fytokou Str., 38446 Volos (Grecia)
SITO WEB	www.agr.uth.gr
DESCRIZIONE GENERALE	L'Università della Tessaglia (UTH) è un'università dinamica fondata nel 1984 situata nella regione della Tessaglia. Il Laboratorio di Costruzioni Agricole e Controllo Ambientale (LACEC) del Dipartimento delle Produzioni Agricole e dell'Ambiente Rurale si occupa di ricerca nelle seguenti aree: bioclimatologia, fisica ambientale, progettazione serre, risparmio energetico e fonti rinnovabili nelle serre, coltivazione in serra, modellizzazione della crescita delle colture, progettazione e gestione di sistemi di irrigazione, esigenze idriche delle colture in serra, requisiti e gestione delle soluzioni nutritive per colture in sistemi idroponici chiusi e aperti. Il LACEC ha un personale ben formato e ampie strutture di ricerca. Le sue infrastrutture includono caratteristiche uniche per la ricerca nel campo delle colture in serra. Dispone di 3 serre da 160 m^2 dove si coltivano tutte le colture studiate.

NOME ISTITUTO	WAGNER SOLAR UK
SETTORE ECONOMICO	Energie rinnovabili
STATO LEGALE	Privato
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	A scopo di lucro
INDIRIZZO	Unit 3, Keynor Farm Sidlesham, Chichester West Sussex PO20 7LL (Regno Unito)
SITO WEB	www.uk.wagner-solar.com
DESCRIZIONE GENERALE	La Wagner Solar UK Ltd è un'azienda inglese fornitrice di impianti fotovoltaici ed impianti solari termici. L'azienda fornisce installatori in tutto il paese, attraverso la sua filosofia "one-stop shop", dove personale qualificato fornisce ai clienti un progetto completo che include tutti i componenti necessari per costruire un sistema solare completo. Wagner Solar fa parte della società tedesca, Wagner & Co., una società che è stata attiva nel campo della tecnologia solare per più di 30 anni.

NOME ISTITUTO	ROTHAMSTED RESEARCH
SETTORE ECONOMICO	Ricerca e sviluppo
STATO LEGALE	Pubblico
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	Non-profit
INDIRIZZO	W Common, Harpenden AL5 2JQ, (Regno Unito)
SITO WEB	www.rothamsted.ac.uk
DESCRIZIONE GENERALE	Il Rothamsted è il più antico centro di ricerca agricola del mondo, essendo operativo da 170 anni. La mission del Rothamsted è quella di diffondere le conoscenze e le nuove pratiche per aumentare la produttività e la qualità delle colture e di sviluppare soluzioni eco-sostenibili per la produzione di energia ed alimenti. Il Rothamsted integra la biotecnologia con altri settori della scienza, come l'agronomia e l'agro-ecologia cosicché conoscenze nuove ed esistenti possano essere attuate attraverso la pratica agricola.

NOME ISTITUTO	BILEGA ENERGY
SETTORE ECONOMICO	Consulenza energetica/ Ricerca e sviluppo
STATO LEGALE	Privato
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	A scopo di lucro
INDIRIZZO	Calle Gaiteira 35, 15009 La Coruna (Spagna)
SITO WEB	www.bilega.com
DESCRIZIONE GENERALE	Il Bilega Energy è uno spin-off dell'Università di La Coruna che sviluppa attività di business nel settore dell'efficienza e della generazione energetica. Si occupa inoltre di ricerca e sviluppo di sistemi rinnovabili. L'istituto si occupa inoltre di formazione offrendo corsi e seminari per gruppi, istituzioni e società.

NOME ISTITUTO	IRNASA
SETTORE ECONOMICO	Ricerca e sviluppo
STATO LEGALE	Pubblico
ORIENTAMENTO COMMERCIALE	Non-profit
INDIRIZZO	C/ Cordel de merinas 40-52, 37008 Salamanca (Spagna)
SITO WEB	www.irnasa.csic.es
DESCRIZIONE GENERALE	L'Istituto per le Risorse Naturali e l'Agrobiologia di Salamanca (IRNASA) è di proprietà del Consiglio Superiore per la Ricerca Scientifica (CSIC). Esegue attività di ricerca multidisciplinare nell'ambito delle colture agricole e dei suoi prodotti, della tutela ambientale e della salute del bestiame. L'IRNASA integra la biologia, la tossicologia, la chimica del suolo e l'ecologia per contribuire attraverso la conoscenza scientifica, al mantenimento dei sistemi agricoli delle zone semi-aride. Con la generazione di nuova conoscenza aiuta a mantenere e ad aumentare la produttività agricola permettendo benefici economici e sociali. L'IRNASA contribuisce inoltre alla creazione di nuove politiche basate sulla scienze molecolari, ecologiche ed ambientali.