

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Sede Amministrativa: Università degli Studi di Padova

Dipartimento di TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI - T.e.S.A.F.

SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN : **TERRITORIO AMBIENTE RISORSE E SALUTE**

INDIRIZZO: **TECNOLOGIE MECCANICHE DEI PROCESSI AGRICOLI E FORESTALI**

CICLO: **XXIII°**

**BIOCOMBUSTIBILI: PRODUZIONE DI OLIO VEGETALE PER TRAZIONE AGRICOLA E POTENZIALITÀ
DEI CEREALI NELLA CONVERSIONE IN BIOGAS**

Direttore della Scuola : Ch.mo Prof. MARIO ARISTIDE LENZI

Coordinatore d'indirizzo: Ch.mo Prof. LUIGI SARTORI

Supervisore :Ch.mo Prof. CESARE DE ZANCHE

Dottorando : FLAVIO DE PAOLI

INDICE

CAP. 1 RIASSUNTO.....	5
CAP. 2 ABSTRACT	7
STATO DELL'ARTE	
	9
CAP. 3 PREMESSA	11
CAP. 4 ENERGIA, AMBIENTE E SVILUPPO SOSTENIBILE	13
4.1 PREVISIONI ECONOMICHE E DEMOGRAFICHE A LIVELLO PLANETARIO	13
4.2 PREVISIONE DEI FABBISOGNI ENERGETICI.....	14
4.2.1 CONTESTO INTERNAZIONALE	14
4.2.2 CONTESTO EUROPEO	18
4.2.3 CONTESTO ITALIANO E VENETO.....	23
4.3 RIPRESA ECONOMICA PARTENDO DALLA STABILITÀ ENERGETICA.....	24
4.4 SVILUPPO SOSTENIBILE	27
4.5 GAS SERRA, CAMBIAMENTI CLIMATICI E SALUTE UMANA	29
4.6 CAMBIAMENTI CLIMATICI, SALVAGUARDIA AMBIENTALE E RUOLO DELL'ENERGIA	33
4.6.1 SCENARI CLIMATICI ED ENERGETICI POSSIBILI	33
4.6.2 EMISSION TRADING E IL "PACCHETTO 20-20-20"	34
4.6.3 ALTRE AZIONI DI CARATTERE ENERGETICO-AMBIENTALE A LIVELLO PLANETARIO	38
4.7 INVESTIMENTI NEL COMPARTO ENERGETICO SU SCALA GLOBALE.....	40
CAP. 5 BIOMASSE, BIOENERGIA E COMPARTO AGRO-FORESTALE.....	45
5.1 DEFINIZIONI	45
5.2 CLASSIFICAZIONE DELLE BIOMASSE	46
5.3 TECNOLOGIE PRESENTI NELL'AGROENERGIA.....	47
5.3.1 PROCESSI TERMOCHIMICI	47
5.3.2 PROCESSI BIOCHIMICI.....	50
5.4 FILIERE PRESENTI NEL SETTORE BIOENERGETICO IN AGRICOLTURA	51
5.4.1 COLTURE LEGNOSE DA COMBUSTIONE DIRETTA	52
5.4.2 COLTURE ERBACEE DA COMBUSTIONE DIRETTA.....	53
5.4.3 BIOCARBURANTI: BIODIESEL, BIOETANOLO E OLIO VEGETALE PURO.....	54
5.4.4 BIOGAS	55
5.5 GESTIONE DELLE FILIERE BIOENERGETICHE IN AGRICOLTURA	56
5.5.1 LEGAME CON IL TERRITORIO	56
5.5.2 CRITERI DI SCELTA	58
5.6 PERCHÉ LE ENERGIE RINNOVABILI IN AGRICOLTURA?.....	59
5.6.1 CASO DELLE BIOMASSE AGRICOLE E FORESTALI.....	60
5.6.2 AGROENERGIE DERIVANTI DA COLTURE AGROFORESTALI IN VENETO	61
5.7 PROBLEMI NELLA PRODUZIONE DEI BIOCOMBUSTIBILI.....	62
5.7.1 OSTACOLI ALLA DIFFUSIONE DELLE F.E.R.	63
5.7.2 REPERIMENTO DELLA BIOMASSA	63
5.7.3 SOTTRAZIONE DI S.A.U. PER COLTURE ALIMENTARI.....	64
5.7.4 OSTACOLI BUROCRATICI NELLA FILIERA BIOENERGETICA	65
5.7.5 CASO DEL MAIS COME SOSTITUTO DELLA LEGNA	66
5.7.6 DANNI ALL'ECOSISTEMA.....	66
5.7.7 DANNI ALLA SALUTE.....	68
5.7.8 BASSA CONCENTRAZIONE E CONVERSIONE ENERGETICA DELLA BIOMASSA.....	68
5.7.9 BILANCIO ENERGETICO SFAVOREVOLE	69
5.7.10 ASPETTI ECONOMICI.....	70

CAP. 6	PROSPETTIVE FUTURE.....	71
6.1	GENERAZIONE DISTRIBUITA	71
6.2	LE QUATTRO GENERAZIONI DEI BIOCOMBUSTIBILI	72
6.2.1	<i>PRIMA GENERAZIONE.....</i>	73
6.2.2	<i>SECONDA GENERAZIONE.....</i>	73
6.2.3	<i>TERZA GENERAZIONE.....</i>	73
6.2.4	<i>QUARTA GENERAZIONE</i>	74
6.3	CRESCE LA DOMANDA ENERGETICA.....	74
6.4	POLITICA DELLE EMISSIONI G.H.G. E DEI BIOCARBURANTI	75
6.5	ACCESSO ALL'ENERGIA ELETTRICA	75
CAP. 7	CONCLUSIONI	77
CAP. 8	BIBLIOGRAFIA	79
	PARTE SPERIMENTALE	83
CAP. 9	SEZIONE A - OLIO VEGETALE PURO - BILANCIO ENERGETICO DI UNA FILIERA CORTA A LIVELLO AZIENDALE	85
CAP. 10	PREMESSA	87
CAP. 11	INTRODUZIONE	89
11.1	COLZA.....	89
11.2	PRODUZIONE E UTILIZZO DI OLIO IN AZIENDA.....	89
11.3	CENNI STORICI E SITUAZIONE TEDESCA	91
11.4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	92
11.5	ASPETTI AMBIENTALI.....	93
11.6	CARATTERISTICHE DEL MOTORE.....	94
CAP. 12	FINALITÀ DELLA SPERIMENTAZIONE.....	97
CAP. 13	MATERIALE E METODI	99
13.1	COLZA.....	99
13.1.1	<i>COLTIVAZIONE.....</i>	99
13.1.2	<i>METODOLOGIA D'ANALISI.....</i>	100
13.2	IMPIANTO DI SPREMITURA.....	102
13.2.1	<i>INSTALLAZIONE E COLLAUDO</i>	102
13.3	TRATTORI ALIMENTATI AD OLIO VEGETALE PURO	109
13.3.1	<i>TRATTORE FENDT 820 VARIO GREENTECH</i>	109
13.3.2	<i>TRATTORE LAMBORGINI VICTORY PLUS 230.....</i>	111
13.4	POTENZIALE DI OLIO DI COLZA NEL VENETO.....	114
CAP. 14	RISULTATI E DISCUSSIONE.....	117
14.1	COLZA.....	117
14.1.1	<i>PRODUZIONE DI OLIO</i>	117
14.1.2	<i>BILANCIO ENERGETICO E AMBIENTALE</i>	118
14.2	IMPIANTO DI SPREMITURA.....	122
14.2.1	<i>MODIFICHE APPORTATE ALL'IMPIANTO</i>	122
14.2.2	<i>PARAMETRI DI PROCESSO DA MONITORARE NELLA PROSSIMA CAMPAGNA SPERIMENTALE</i>	124
14.3	TRATTORI ALIMENTATI AD OLIO VEGETALE PURO	125
14.3.1	<i>PARTICOLARI COSTRUTTIVI DA MONITORARE</i>	125
CAP. 15	POTENZIALE OLIO OTTENIBILE IN VENETO.....	127
CAP. 16	CONCLUSIONI	129
CAP. 17	BIBLIOGRAFIA	131

CAP. 18	SEZIONE B – BIOGAS - BILANCIO ENERGETICO DEI SOTTOPRODOTTI DI CEREALI.....	133
CAP. 19	PREMESSA	135
CAP. 20	INTRODUZIONE	137
20.1	SITUAZIONE BRASILIANA.....	137
20.1.1	<i>COLTIVAZIONE DELLA CANNA DA ZUCCHERO IN BRASILE.....</i>	<i>137</i>
20.1.2	<i>PRODUZIONE DI ETANOLO IN BRASILE.....</i>	<i>137</i>
20.1.3	<i>DIRITTI UMANI DEI LAVORATORI NELLE PIANTAGIONI DELLA CANNA DA ZUCCHERO... </i>	<i>139</i>
20.1.4	<i>RACCOLTA DELLA CANNA DA ZUCCHERO E IL RIUTILIZZO DEI SOTTOPRODOTTI A SCOPO ENERGETICO</i>	<i>141</i>
20.2	SITUAZIONE ITALIANA.....	142
20.2.1	<i>COLTIVAZIONE DEI CEREALI IN ITALIA.....</i>	<i>142</i>
20.2.2	<i>RACCOLTA DEI CEREALI E RIUTILIZZO DEI SOTTOPRODOTTI A SCOPO ENERGETICO ...</i>	<i>142</i>
20.2.3	<i>PRODUZIONE DI BIOGAS IN AGRICOLTURA IN ITALIA</i>	<i>144</i>
CAP. 21	FINALITÀ DELLA SPERIMENTAZIONE.....	147
CAP. 22	MATERIALI E METODI	149
22.1	MATERIA PRIMA.....	149
22.2	PRETRATTAMENTO DELLA PAGLIA E DELLA BAGASSA CON LA STEAM EXPLOSION IN REATTORE BATCH	149
22.3	METODI ANALITICI.....	150
22.4	RENDIMENTO SPECIFICO DEL METANO SECONDO I PROTOCOLLI VDI 4630 E DIN 38414	152
22.5	ANALISI STATISTICA.....	153
22.6	VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE POTENZIALE DI METANO IN BRASILE.....	153
22.7	VALUTAZIONE DE POTENZIALE DI ENERGIA ELETTRICA IN ITALIA	154
CAP. 23	RISULTATI E DISCUSSIONE.....	155
23.1	COMPOSIZIONE CHIMICA	155
23.2	RESE SPECIFICHE DI BIOGAS E DI METANO	156
23.3	POTENZIALE ENERGETICO DAI SOTTOPRODOTTI DELLA CANNA DA ZUCCHERO IN BRASILE.....	158
23.4	POTENZIALE ENERGETICO SOTTOPRODOTTI DI CEREALI IN ITALIA	159
CAP. 24	CONCLUSIONI E PROSPETTIVE.....	163
CAP. 25	BIBLIOGRAFIA	165

Capitolo 1

RIASSUNTO

La ricerca di fonti energetiche alternative a quelle fossili è da anni uno degli argomenti più discussi e dibattuti dai governi di tutto il pianeta. Per poter meglio comprendere il ruolo che anche l'agricoltura potrebbe ritagliarsi in tale settore, e più in particolare nella produzione di biocombustibili fluidi, si è pensato di considerare il potenziale energetico derivante dall'utilizzo sia di colture dedicate che di sottoprodotti ottenuti dalla coltivazione di particolari colture erbacee.

La produzione di biocombustibili che, viste le ridotte dimensioni degli impianti e l'assenza del processo di raffinazione industriale, hanno negli ultimi anni suscitato maggior interesse, a livello di singola azienda o di cooperativa agricola, sono stati l'olio vegetale e il biogas.

In questo triennio sono stati valutati due bilanci energetici. Nel primo è stata monitorata una filiera corta in un'azienda agricola veneta, nella quale il colza coltivato è stato spremuto all'interno della stessa azienda e l'olio ottenuto è stato utilizzato per l'alimentazione di due trattori, uno dei quali opportunamente modificato. Nel secondo è stato invece stimato il potenziale energetico, in termini di biogas prodotto durante la digestione anaerobica, dei sottoprodotti dalla produzione delle graminacee sia in Brasile, sottoforma di paglia e di bagassa di canna da zucchero, che in Italia considerando in questo caso le paglie e gli stocchi dei cereali estivi ed autunno-vernini.

Per quanto riguarda la filiera dell'olio vegetale puro, sebbene il bilancio energetico ottenuto dalle nostre proiezioni si sia dimostrato positivo, l'efficienza di processo è troppo bassa per pensare di applicare tale tecnologia su scala regionale, pena la sottrazione di quasi tutta la SAU per soddisfare il solo fabbisogno energetico agricolo.

Nel secondo caso invece si è visto che l'utilizzo dei sottoprodotti di canna da zucchero in impianti di biogas dà rendimenti soddisfacenti solo se la materia prima di partenza viene sottoposta ad un pretrattamento termico. I risultati ottenuti mostrano che l'utilizzo dei sottoprodotti di graminacee in impianti di biogas potrebbe addirittura coprire diversi punti percentuali del fabbisogno energetico nazionale sia in Brasile che in Italia.

In entrambi i casi sono state considerate diverse variabili: con la filiera ad olio sono state valutate le rese di otto varietà con due diversi tipi di lavorazione del terreno mentre con la digestione anaerobica sono stati messi a confronto due substrati e tre temperature durante la fase di pretrattamento.

Capitolo 2

ABSTRACT

The search for alternative energy sources to fossil fuels has long been one of the most discussed and debated topics by governments around the world. To better understand the role that agriculture could play in this area, and more particularly in the production of biofuels, it was decided to consider the potential energy resulting from the use of dedicated crops and by-products of special cultivation crops

Because of the small size of the facilities and the absence of the refining industry, the production of biofuels that in recent years have aroused greater interest, on an individual farm or agricultural cooperative, were vegetable oil and biogas.

In this study we evaluated two energetic balances. For the first, a short chain farm in the Veneto was monitored, where the rape grown was pressed and the oil obtained was used for filling two tractors previously modified for this reason. For the second, the energy potential was estimated in terms of biogas produced during anaerobic digestion of by-products from the production of cereals in Brazil (straw and sugarcane bagasse) as well as in Italy (straw and stalks of grains in summer and autumn-winter crops).

Regarding the short chain to straight vegetable oil, although the energy balance obtained from our projections proved positive, the process efficiency is too low to think of applying this technology on a regional scale, otherwise most of the agricultural land will be taken to satisfy the only energy needs of agriculture.

In the second case we saw that the use of sugar cane by-products in biogas plants perform well only if the starting raw material is subjected to a thermal pretreatment. Our results show that the use of cereal by-products in biogas plants even may cover several percent of domestic energy demand in Brazil and in Italy.

In both cases we considered several variables, with rapeseed oil short chain were evaluated yields of 8 cultivars and 2 types of landing processing and with anaerobic digestion were compared on 2 substrates and 3 temperatures during the pre-treatment.

STATO DELL'ARTE

Capitolo 3

PREMESSA

Nei paesi più sviluppati l'attuale produzione di energia deriva principalmente dalla combustione di prodotti provenienti dal petrolio (benzina, gasolio e gpl), dal carbone e dal gas metano.

La maggior parte degli studiosi è d'accordo nell'affermare che la produzione globale dei derivati del petrolio è in declino; è infatti previsto che nel 2050 il numero dei giacimenti attivi sarà dimezzato rispetto ad oggi (Reuters Business Insight Report, 2004). Questo problema interesserà soprattutto i paesi dell'area UE, i quali dipendono enormemente dalle importazioni in campo energetico e, qualora non vengano prese misure, si prevede che nel 2030 l'Europa dovrà soddisfare con prodotti esteri il 70% del proprio fabbisogno energetico, e l'Italia, rispetto alla media europea si troverà in una situazione ancora più problematica, dovendo importare prodotti di origine fossile per una quota pari al 90%. La forte dipendenza energetica da fonti di derivazione estera, abbinata al costante e crescente andamento dei prezzi del greggio, comporteranno nel prossimo futuro seri rischi per l'economia europea e in particolare per quella del nostro Paese.

Un altro problema derivante dall'utilizzo delle fonti fossili è quello dell'aumento dell'emissione in atmosfera di sostanze dannose per gli esseri viventi. Infatti, la combustione di carbone, petrolio e derivati produce particolati incombusti (PM10), zolfo, benzene, ossidi di azoto, metalli pesanti e altre sostanze nocive responsabili di danni alla salute umana e all'ambiente. Queste particelle causano una perdita nell'aspettativa media di vita anche superiore all'anno a livello europeo (EEA, report 2007).

Diviene così sempre più strategico il ruolo delle fonti rinnovabili, in primo luogo di quelle senza emissioni, come l'eolico ed il fotovoltaico, ma anche di quelle di origine biologica le quali, pur producendo emissioni, sono da considerarsi ad impatto ambientale neutro per alcuni gas-serra come la CO₂, avendo nel loro ciclo di vita sequestrato l'anidride carbonica reimpressa poi in atmosfera a seguito della loro combustione.

Alla luce di ciò, quindi, la ricerca di fonti di energia alternative al fossile non può più passare come obiettivo di secondaria importanza ma deve diventare sempre più una priorità. Allo scopo di sostituire i prodotti di origine fossile con combustibili più eco-compatibili, l'Unione Europea ha posto come obiettivo l'utilizzo del 10% di fonti energetiche rinnovabili nel consumo totale di energia entro il 2010 e del 20 % entro il 2020 (Direttiva 2001/77 sull' elettricità da fonti rinnovabili e Direttiva 2003/30 sui biocarburanti).

Ci sono nazioni però che gli obiettivi sopra citati li hanno già superati, in area Euro ad esempio la Svezia è la prima nazione che, entro il 2020, intende raggiungere un autoapprovvigionamento da fonti rinnovabili pari al 50% dei consumi interni, ed oltreoceano, in Brasile, il carburante del futuro è il bioetanolo, che già oggi copre quasi la metà del consumo di benzina nazionale.

Al fine di incentivare lo sviluppo delle energie rinnovabili anche in agricoltura, oltre alle due Direttive sopracitate, la Commissione Europea nel dicembre 2005 ha presentato un "piano di azione per la biomassa" dove il punto centrale è quello di incoraggiare la produzione e l'utilizzo di energia da biomassa in sostituzione dei carburanti fossili.

Tra le fonti rinnovabili che hanno suscitato maggior interesse in campo agrario ci sono: i biocarburanti (biodiesel, olio vegetale puro e bioetanolo), le frazioni legnose solide e il biogas. Il biodiesel, l'olio vegetale puro e il bioetanolo sono tre liquidi combustibili derivanti, rispettivamente, i primi due da oleaginose, in particolare girasole, colza e soia e il terzo principalmente da amidacee quali ad esempio il mais e le saccarifere come la canna da zucchero; il biogas invece, è un gas derivante dalla fermentazione di materiali organici; le frazioni legnose, infine, sono derivanti dalle attività agroforestali, da scarti di lavorazione di falegnameria, ecc.

In questo contesto il miglioramento delle tecniche di utilizzo della biomassa per la produzione non solo di biocombustibili ma anche di energia elettrica, termica e frigorifera (con impianti di cogenerazione e trigenerazione) diventa un aspetto di importanza via via crescente in tutti i settori, primario incluso. È pertanto verosimile pensare che l'impiego dei biocombustibili e lo sfruttamento delle fonti rinnovabili siano pratiche che appartengano ad un futuro sempre più vicino.

Capitolo 4

ENERGIA, AMBIENTE E SVILUPPO SOSTENIBILE

4.1 PREVISIONI ECONOMICHE E DEMOGRAFICHE A LIVELLO PLANETARIO

I grafici che seguono sono stati elaborati con dati derivanti dallo IEA (International Energy Agency) prendendo in considerazione i report “*World Energy Outlook*” di 3 anni differenti, ovvero 2000, 2006 e 2007 in modo tale da meglio ponderare e compensare le previsioni a lungo termine ivi contenute. In essi è stata fatta una distinzione in due grandi macroaree geografiche: le nazioni OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) e quelle non-OECD. Tra i paesi OECD si distinguono 3 aree che sono:

- 1) OECD Europa: Austria, Belgio, Repubblica Ceca, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Islanda, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi, Norvegia, Polonia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, e Regno Unito;
- 2) OECD Nord America: Canada e Stati Uniti;
- 3) OECD Pacifico: Australia, Giappone e Nuova Zelanda.

Si prevede che l’economia mondiale, nell’arco temporale 1997-2020, cresca mediamente del 3.1% all’anno, ciò significa che nel 2020 il prodotto interno lordo (PIL), a livello mondiale, si sarà raddoppiato rispetto al 1997 (Figura 1).

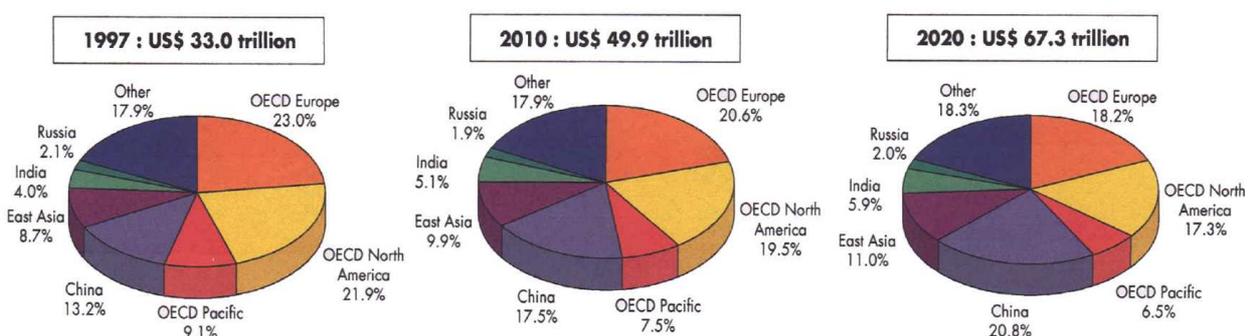


Figura 1 - Le quote regionali del PIL mondiale
Fonte: IEA (*World Energy Outlook 2000*)

In tale periodo, nei paesi OECD, si assisterà ad una continua ristrutturazione delle economie: con uno spostamento dal settore secondario (soprattutto industria pesante) verso il terziario e l’ICT (Information and Communication Technology) e questa tendenza avrà come effetto collaterale una

crescita economica lenta rispetto ai PVS (paesi in via di sviluppo) i quali, invece, saranno caratterizzati da un aumento del PIL molto significativo.

A livello mondiale infatti, si prevede che la quota di PIL dei paesi non-OECD salirà dal 46% al 58%, entro il 2020, rispetto a fine anni '90. Gran parte di quest'aumento sarà dovuto all'Asia e più in particolare alla Cina che, probabilmente, rimarrà l'economia con la crescita più veloce al mondo: si prevede infatti che il suo PIL aumenterà con un tasso medio annuo del 5.2% fino al 2020; se ciò accadesse, entro tale anno diventerebbe la più grande potenza economica a livello globale. La seconda nazione a livello di sviluppo economico sarà l'India, la quale si prevede che crescerà con un tasso medio annuo di circa il 5% fino al 2020.

Oltre alla crescita economica, la domanda energetica dovrà rispondere anche alle esigenze derivanti dalla crescita demografica. Stime fatte dalla Fondo Monetario Internazionale (FMI) dicono che il 77% della popolazione mondiale vive nelle regioni in via di sviluppo. Al 2030 questo scenario è destinato a mutare notevolmente: infatti mentre nei paesi industrializzati si registrerà una crescita media annua tra 0 e 0,5%, nei PVS invece varierà tra 1 e 1,5%, questo significa che in questi ultimi, entro i prossimi 20 anni, si avrà oltre il 90% della crescita demografica mondiale; in virtù di queste proiezioni, la popolazione mondiale crescerà dai 6,5 miliardi del 2007 (nel '97 erano circa 6) ai 7.4 stimati nel 2020 e ad oltre gli 8 nel 2030.

L'accesso alle fonti energetiche a condizioni competitive rappresenta quindi una delle chiavi di svolta dello sviluppo economico che permetta il passaggio da un'economia come quella attuale, in grado di garantire la sola sussistenza, ad una moderna economia industriale produttrice di ricchezza reale.

Alla luce di queste tendenze, la fornitura di energia facilmente fruibile nei PVS sarà una sfida sempre più grande e urgente. Basti pensare che attualmente circa due dei sei miliardi della popolazione mondiale non ha accesso all'elettricità (soprattutto nelle aree rurali del Terzo Mondo).

4.2 PREVISIONE DEI FABBISOGNI ENERGETICI

4.2.1 CONTESTO INTERNAZIONALE

Secondo lo IEA, la domanda mondiale di energia primaria aumenterà del 50% tra il 2005 e il 2030, con un tasso medio annuo del 2%. Più del 70% di tale aumento sarà dovuto ai paesi emergenti, con la sola Cina che peserà per il 30% (Figura 2). Conseguentemente la quota del 54% dei paesi OECD nella domanda globale di energia registrata nel '97 scenderà al 44% entro il 2020, mentre quella dei paesi emergenti salirà dal 34% al 45% (Figura 3) ed è previsto che questo andamento si protrarrà sino al 2030.

Complessivamente, i combustibili fossili continueranno a rappresentare la principale fonte di energia primaria con il petrolio, che rimarrà il combustibile più utilizzato nel mix energetico a livello mondiale, e il carbone che, grazie soprattutto all'Asia, registrerà il maggiore incremento di domanda in termini assoluti e il metano che sarà l'assoluto protagonista in Europa.

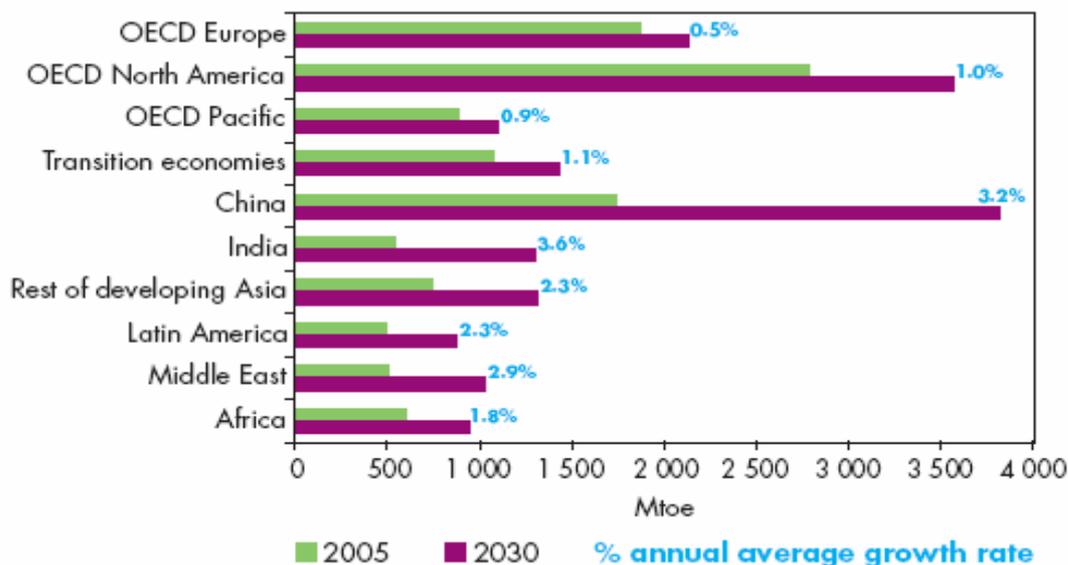


Figura 2 - Domanda di energia primaria delle diverse regioni mondiali, previsioni 2005-2030
Fonte: IEA (World Energy Outlook 2007)

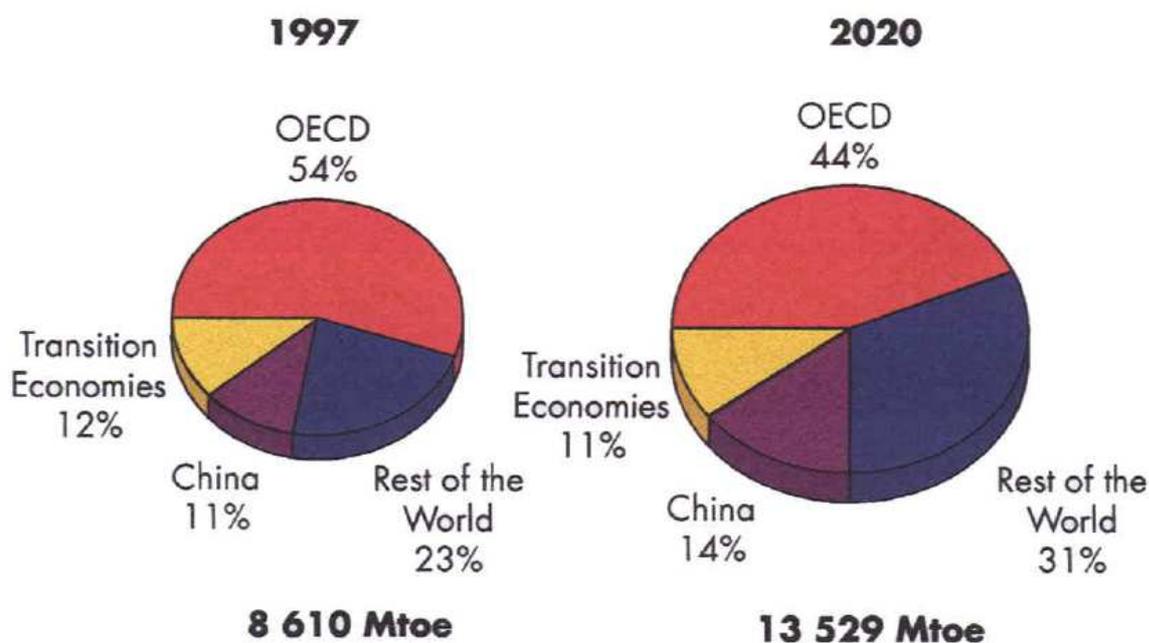


Figura 3 - Domanda di energia primaria delle diverse aree mondiali, previsioni 1997-2020
Fonte: IEA (World Energy Outlook 2000)

Questo modello di sviluppo economico, basato essenzialmente sul consumo di petrolio, gas naturale e carbone (Figura 4), comporterà un aumento della competizione per le risorse energetiche

tra i paesi sviluppati, anche se caratterizzati questi da consumi ormai stazionari e paesi in fase di industrializzazione (soprattutto Cina e, nel prossimo futuro, anche India) (Figura 5). I consumi da fonte fossile saranno sempre più soddisfatti da giacimenti presenti in aree del mondo caratterizzate da instabilità sociale o politica. Infatti ad oggi il 40% delle riserve mondiali di petrolio è concentrato in Medio Oriente, di cui il 75% è in mano a paesi OPEC (Figura 6), mentre il 56% delle riserve mondiali di gas metano è localizzato in Medio Oriente e Russia.

Per quanto riguarda le riserve di fonti fossili presenti nei paesi sviluppati, come il gas in Europa (l'Olanda produce circa il 50% del gas consumato nell'UE) e il carbone del Nord America e dell'Europa, esse sono soggette ad un rapido esaurimento tanto che il rapporto tra le riserve disponibili e l'estrazione annua è, attualmente, di circa 61 anni per il gas e di 133 anni per il carbone.

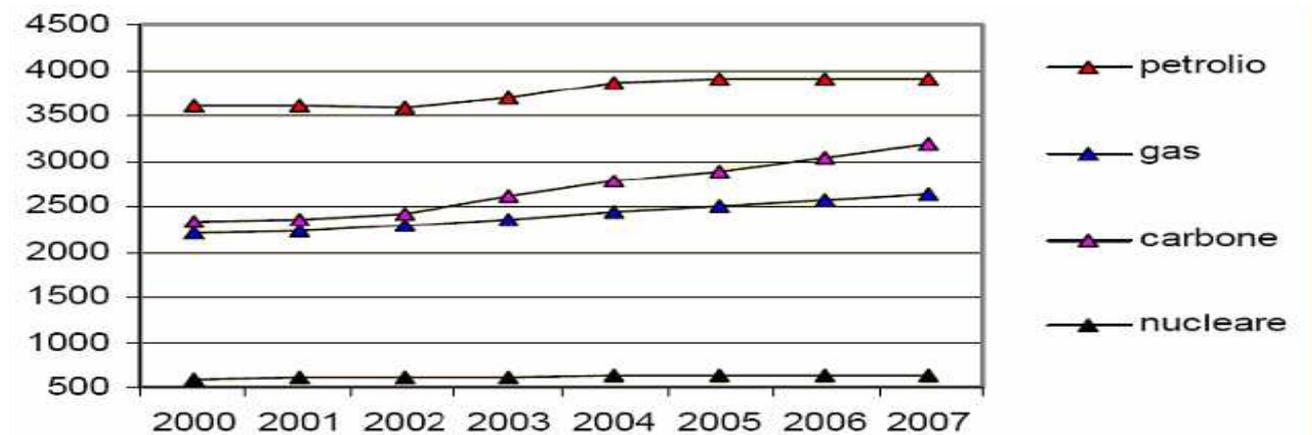


Figura 4 - Andamento dei consumi mondiali per fonte fossile 2000-2007 (Mtep)
Fonte: BP (Statistical Review of World Energy 2007)

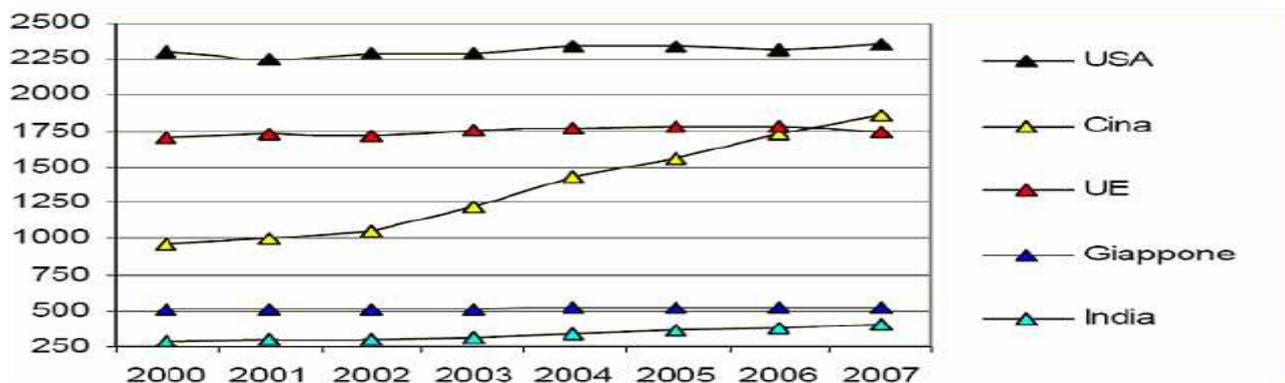


Figura 5 - Consumi mondiali di energia primaria 2000-2007 (Mtep)
Fonte: BP (Statistical Review of World Energy 2007)

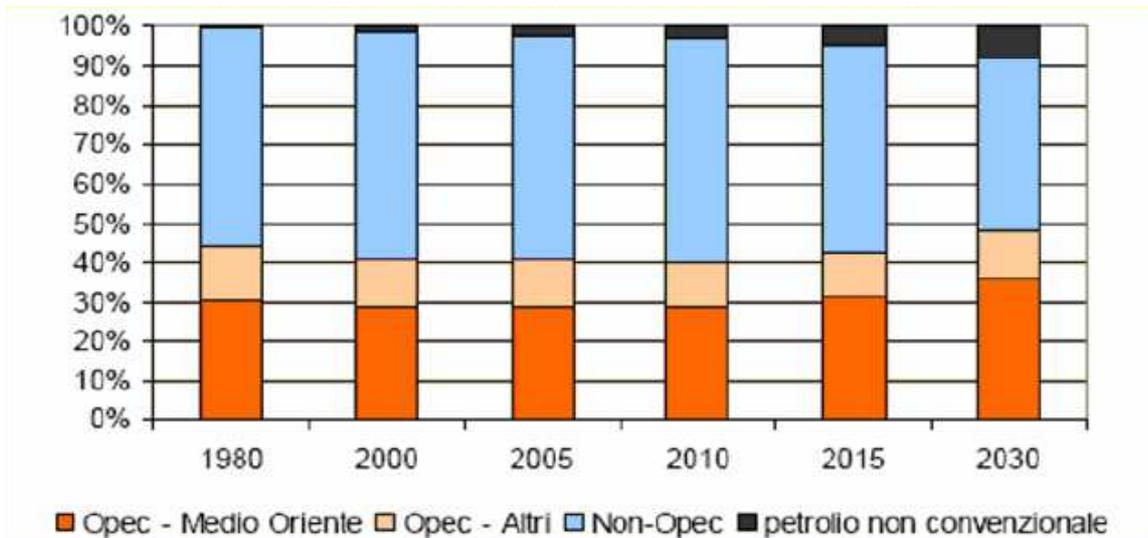


Figura 6 - Produzioni mondiali di petrolio per area: dati storici e previsioni (in %)
 Fonte: elaborazione ENEA su dati IEA (World Energy Outlook 2007)

Si prevede che tra tutte le fonti energetiche che si svilupperanno nel prossimo futuro, quelle rinnovabili saranno caratterizzate dalla crescita più veloce, con un tasso annuo del 2.8% tra il 1970 e il 2030. Un impulso al loro sviluppo è dato dalle preoccupazioni circa il cambiamento climatico dovuto alle emissioni di gas serra, ma allo stesso tempo il relativo basso costo dei combustibili fossili limiterà la loro rapida espansione (Figura 7 e Figura 8).

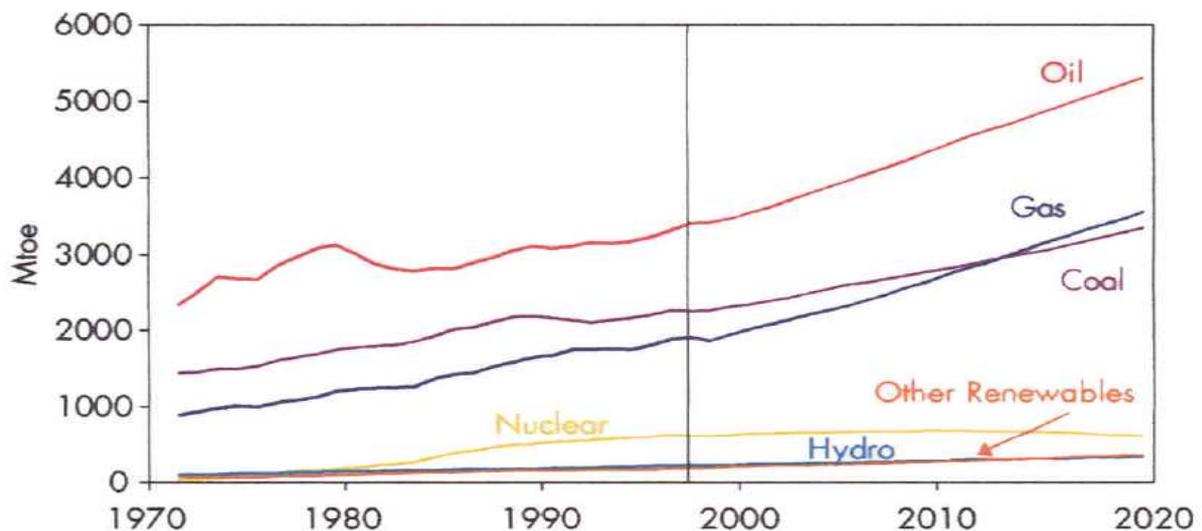


Figura 7 - Consumo delle diverse fonti nel periodo 1970-2020
 Fonte: IEA (World Energy Outlook 2000)

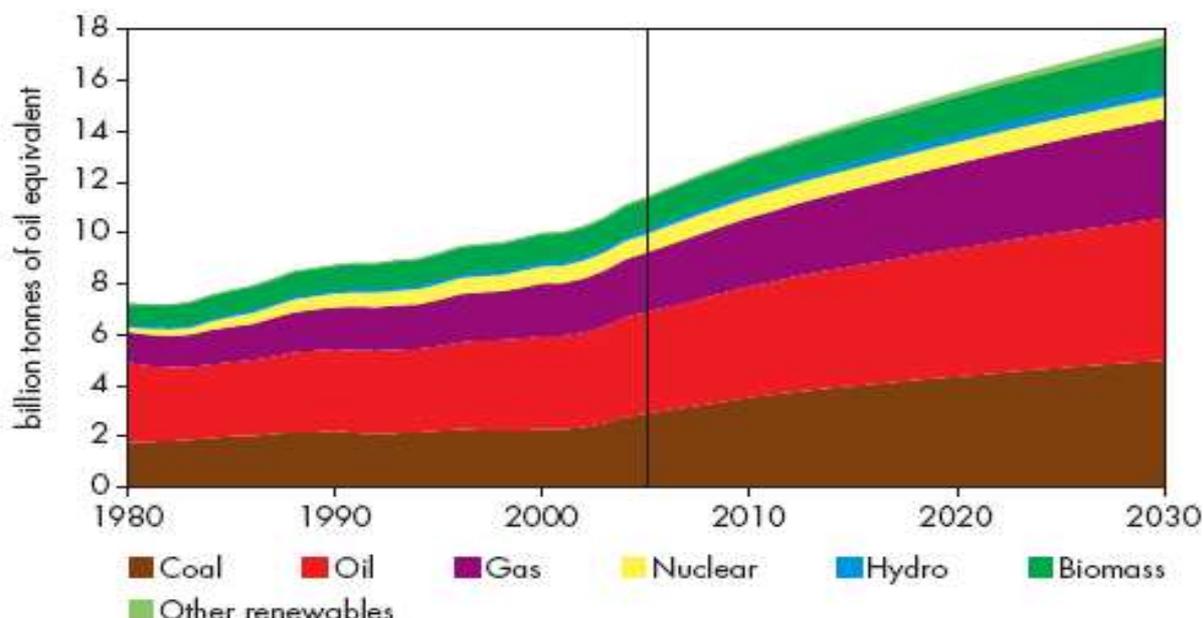


Figura 8 - Consumo delle diverse fonti nel periodo 1980-2030
Fonte: IEA (World Energy Outlook 2007)

La risposta politica di fronte a un simile scenario, a livello europeo, è quella riportata nelle “Conclusioni della Presidenza” al Consiglio Europeo di Bruxelles svoltosi nel marzo 2007. In tale sede ci si è posti tre obiettivi rispetto alle proiezioni del 2020 che sono: arrivare a tale anno con il 20% dei consumi di energia primaria provenienti da fonte rinnovabile, ridurre del 20% sia i consumi energetici che le emissioni dei cosiddetti “greenhouse gas” ovvero “gas serra” (GHG), quest’ultimo obiettivo al fine di contenere il fenomeno del “global warming”.

4.2.2 CONTESTO EUROPEO

L’approvvigionamento energetico è stato una priorità politica per l’Unione Europea fin dalle sue origini. Le fondamenta della sua nascita furono due trattati riguardanti questioni energetiche: l’ECSC (European Coal and Steel Community) e l’Euratom (European Atomic Energy Community). L’UE occupa un ruolo primario nei mercati internazionali dell’energia: a livello mondiale è il secondo più grande consumatore e il più grande importatore di petrolio e di gas metano, tant’è che il consumo interno rappresenta il 23-24% della domanda mondiale di energia, nonostante vi risieda solo l’8% della popolazione terrestre (495 milioni di abitanti nel 2008). Per quanto riguarda gli aspetti macroeconomici si prevede che, nel periodo 2000-2030, l’aumento medio annuo del PIL avverrà con un tasso del 1,5% e quello di crescita demografica sarà dello 0.09%.

Fin dalla prima grande crisi petrolifera (1973), l’economia europea è cresciuta più velocemente dei propri consumi energetici, tanto che il fabbisogno energetico interno aumenta ad

un ritmo superiore rispetto a quanto sia capace di soddisfarlo con le proprie risorse interne, ciò in poche parole sta a significare che sta consumando più energia di quanto ne possa produrre. Anche se da una parte le esigenze del settore industriale sembrano essersi stabilizzate negli ultimi decenni, prevalentemente a causa del dislocamento delle industrie europee nei PVS, dall'altra parte l'imponente richiesta di elettricità, trasporto e riscaldamento da parte delle famiglie e del terziario ha determinato un aumento della richiesta energetica a livello assoluto pari all'1-2% annuo sin dagli anni '80.

Quindi data la scarsità di risorse interne e la conseguente dipendenza dalle importazioni, il fattore determinante della politica energetica europea sarà quello di puntare, oltre che al risparmio energetico, anche alla produzione di energia partendo da ciò che è presente e sfruttabile nel proprio territorio ovvero biomasse, vento, sole e gli scarti di produzione.

Dati Eurostat 2009, riferiti ad elaborazioni dei consumi nel 2006, ci dicono che la produzione primaria di energia dell'UE27 ammonta a circa il 48% dei propri consumi interni lordi e questa viene così ripartita: 29% dal nucleare, 22% dai combustibili solidi, 21% dal gas naturale, 15% dalle fonti rinnovabili ed infine 13% dal petrolio (Figura 9).

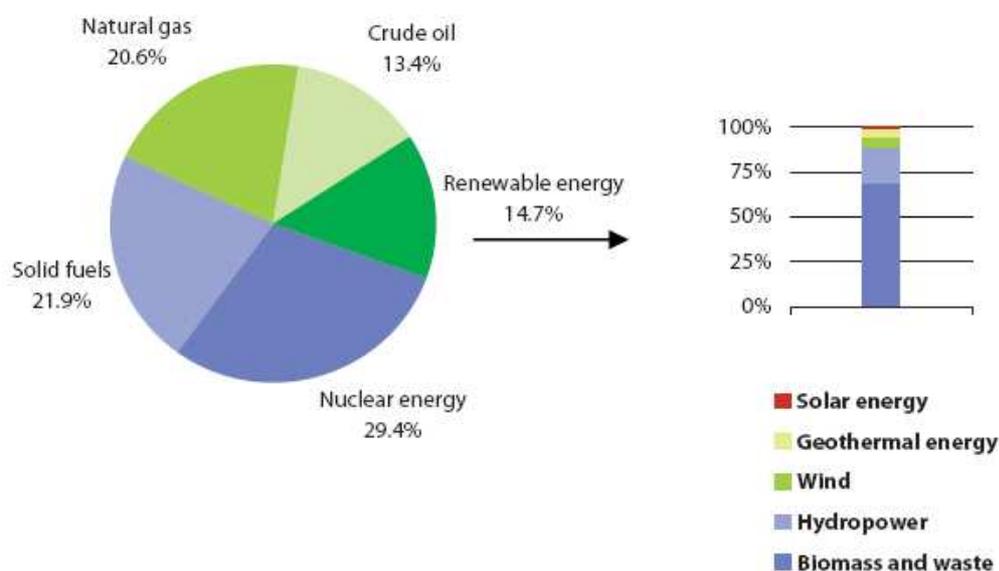


Figura 9 – Ripartizione percentuale della produzione di energia primaria UE-27 nel 2006
Fonte: Eurostat 2009 – Energia

Per quanto riguarda le fonti rinnovabili invece, ben il 98,7% di queste sono state prodotte entro i confini dell'UE27 nel 2006, le biomasse hanno rappresentato circa i 2/3 del totale delle FER (Figura 10), coprendo circa il 4% del consumo totale di energia primaria.

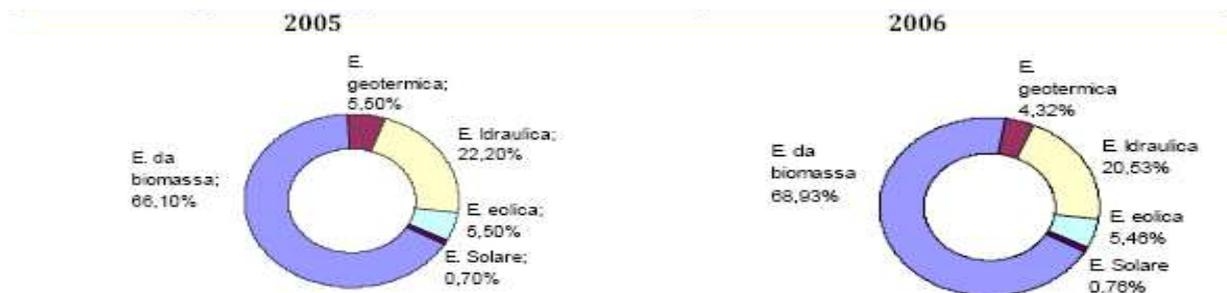


Figura 10 – Ripartizione percentuale dell'energia primaria rinnovabile sul totale delle FER
Fonte: Eurostat 2008

In Figura 11 è rappresentato il contributo delle diverse fonti rinnovabili in termini di quantità assolute rispetto al consumo interno lordo (CIL), per ciascun Stato Membro UE, con riferimento al 2006. In Italia si vede che contribuiscono maggiormente 3 tipi di FER che sono: le biomasse, la geotermia e l'energia idraulica; le biomasse risultano invece essere in assoluto la fonte rinnovabile più adottata rispettivamente in Germania, Francia, Svezia e Finlandia.

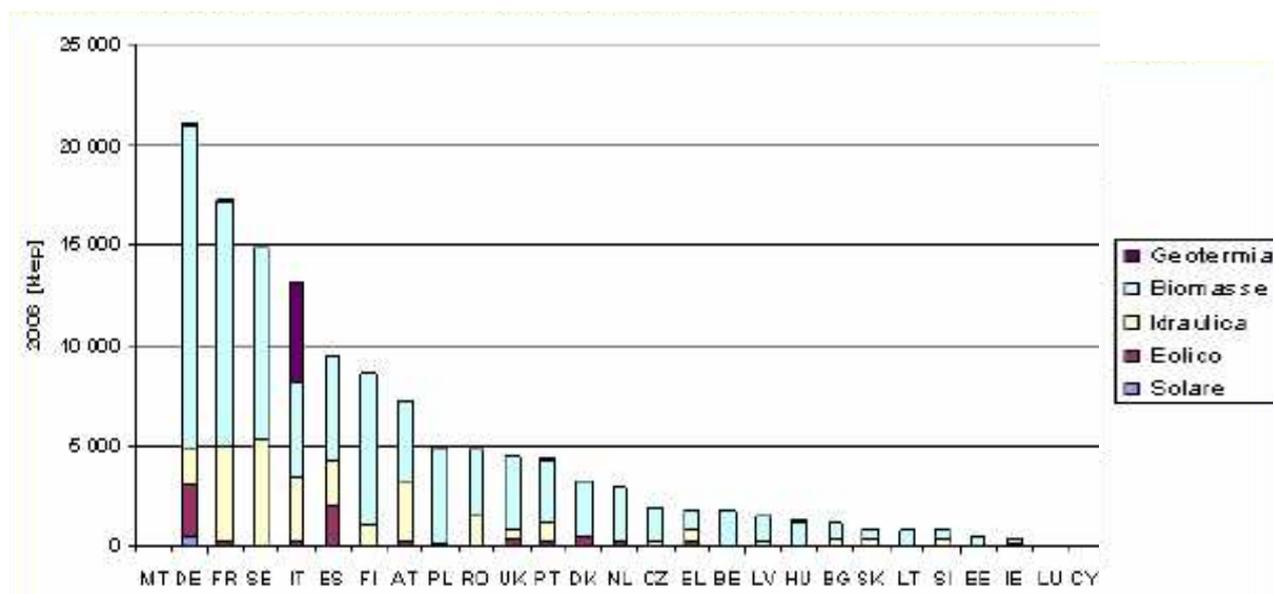


Figura 11 – Quantità e composizione del CIL rinnovabile nell'UE nel 2006
Fonte: Eurostat 2008

Se invece di ragionare in termini di CIL assoluti, teniamo conto del peso relativo delle FER (Figura 12) otteniamo una classifica assai diversa, evidenziando la Lettonia come lo stato membro leader nell'approvvigionarsi da fonti rinnovabili. Dopo la Lettonia, gli Stati che presentano il maggior impiego relativo di FER sono Svezia, Finlandia, Austria e Danimarca.

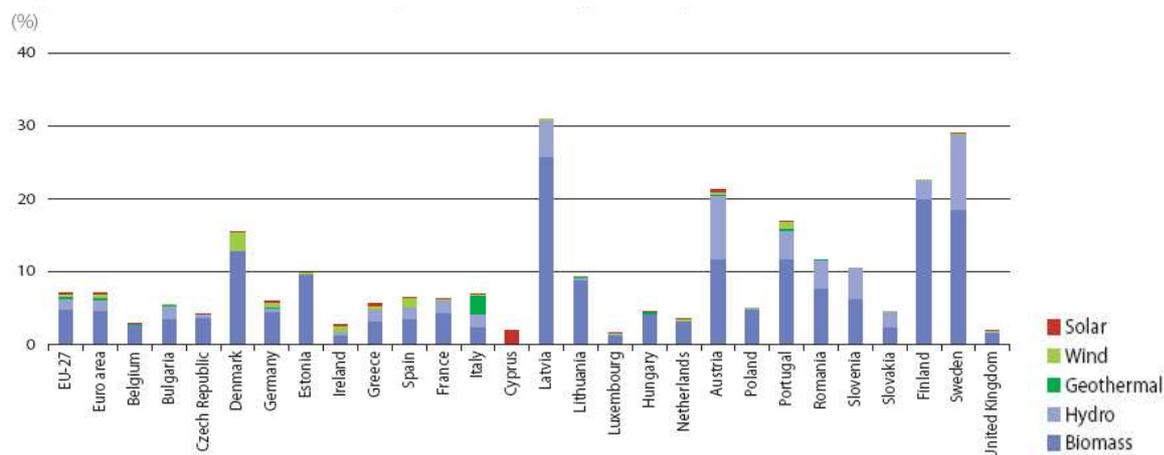


Figura 12 - Quota percentuale del CIL rinnovabile nell'UE nel 2006
Fonte: Eurostat 2009

Questa classifica varia ancora se si considerano il CIL delle sole biomasse solide in termini assoluti, in quest'ultima infatti il primato spetta alla Francia seguita da Germania e Svezia (Tabella 1).

Tabella 1 – Produzione di energia primaria a partire da biomasse solide nel biennio 2006-07 (in Mtep)

	2006	2007
France***	9,495	9,234
Germany	8,528	9,112
Sweden	8,332	8,441
Finland	7,481	7,141
Poland	4,588	4,550
Spain	4,206	4,206
Austria	3,622	3,548
Romania	3,235	3,279
Portugal	2,731	2,790
Italy	1,919	2,030
Czech Rep.	1,716	1,782
Latvia	1,592	1,538
Denmark	1,289	1,441
Hungary	1,058	1,079
Greece	0,931	1,052
Bulgaria	0,769	0,800
United Kingdom	0,791	0,784
Lithuania	0,759	0,732
Estonia	0,598	0,695
Belgium	0,447	0,527
Netherlands	0,556	0,520
Slovakia	0,404	0,454
Slovenia	0,449	0,429
Ireland	0,181	0,171
Luxembourg	0,015	0,015
Cyprus	0,007	0,007
Total EU	65,698	66,358

Fonte: Euroserv'er 2008

Per quanto riguarda invece la generazione di energia primaria da biomassa in tutte le sue forme, la maggior parte è costituita da biomassa solida e seguita a distanza da biocombustibile liquido, da biogas e infine da prodotti provenienti dalle aziende municipalizzate (ovvero dalla FORSU e dal verde derivanti dalle patate); anche se in percentuali leggermente differenti, è previsto che tale trend si protrarrà sino al 2010 (Figura 13).

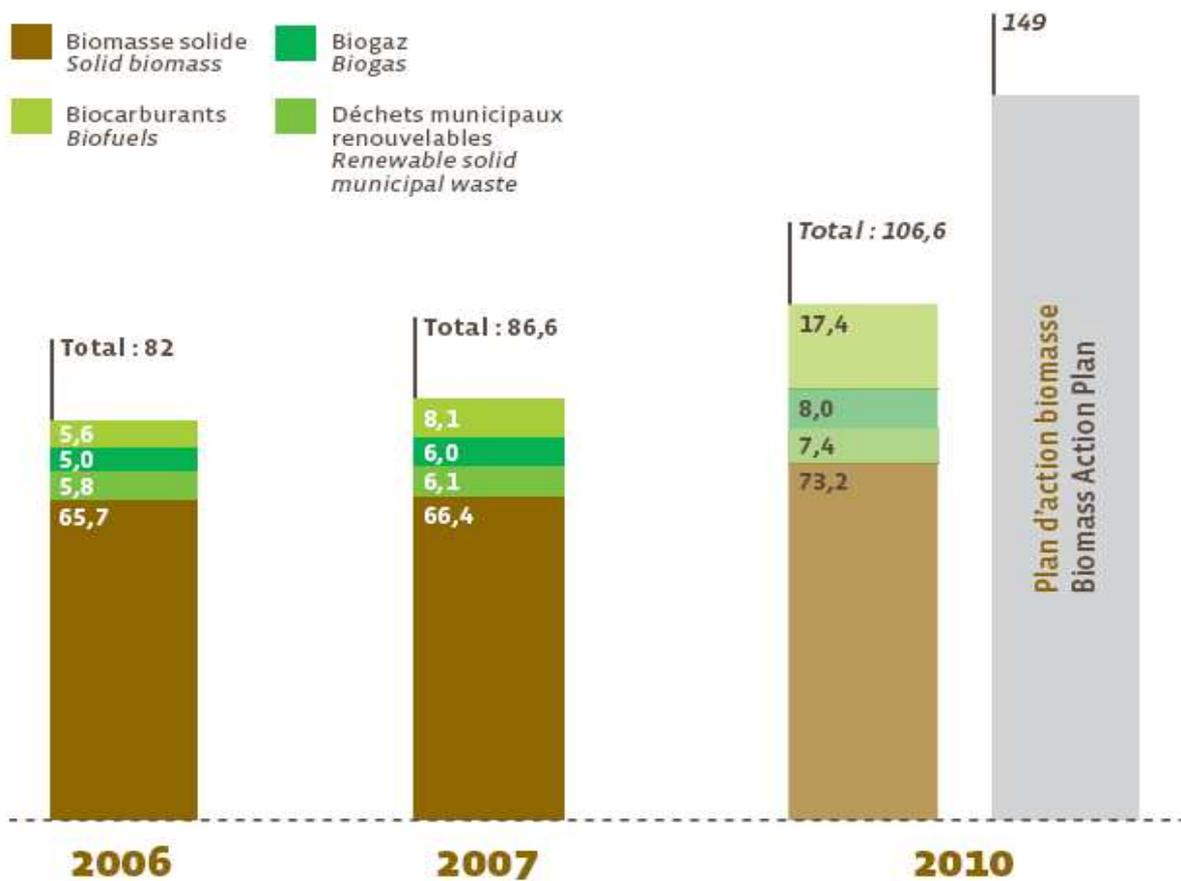


Figura 13 – Composizione delle biomasse nel CIL energetico rinnovabile nel 2006, 2007, 2010 (in Mtep)

Fonte: Eurobserv'er 2008

L'obiettivo posto dalla UE del 20% di produzione di energia primaria da fonte rinnovabile è in realtà la media di un panorama europeo molto variegato tra i 27 stati membri. In Figura 14 si nota che per il 2020 ci saranno paesi virtuosi, in termini di quota della domanda finale di energia soddisfatta da fonte rinnovabile (in ordine decrescente: Svezia, Lettonia, Finlandia, Austria, Portogallo) e stati membri meno "green" (in ordine crescente: Malta, Lussemburgo, Regno Unito, Belgio).

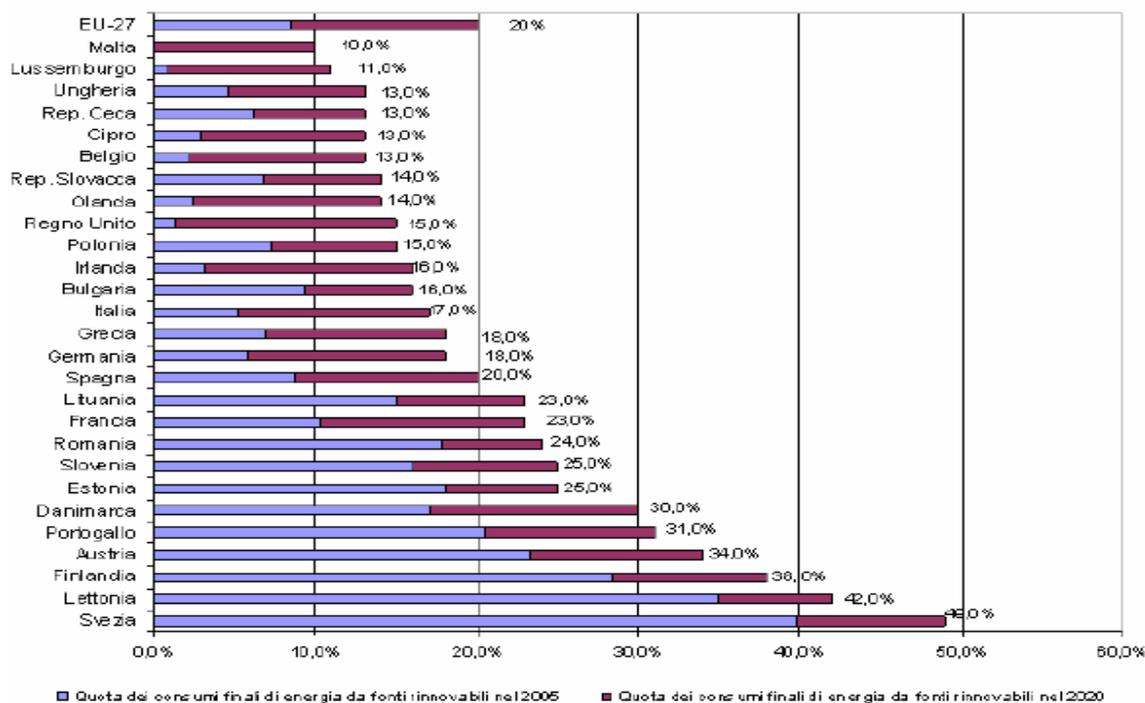


Figura 14 - Obiettivi proposti per le fonti rinnovabili in percentuale dei consumi energetici finali
Fonte: Eurostat 2008

4.2.3 CONTESTO ITALIANO E VENETO

L'Italia si trova in una condizione di fragilità dal punto di vista energetico, ciò è dovuto dall'aver un elevato tasso di dipendenza energetica, pari ad oltre l'86%, percentuale questa ben superiore rispetto alla media europea che è del 53,8%.

La produzione di energia primaria da fonte rinnovabile, escluso il grande idroelettrico, viene destinata alla trasformazione in energia elettrica e termica da input geotermico e biomassa e alla produzione della sola elettricità da impianti eolici e fotovoltaici.

Secondo REN21 l'Italia nel 2006 ha prodotto più di 12.000 Mtep da fonte rinnovabile e questi hanno contribuito a soddisfare circa il 6,5% del CIL di energia primaria. L'obiettivo fissato dall'Unione Europea è di arrivare al 17% (inizialmente era del 20%) dei consumi finali di energia lorda da fonte rinnovabile entro il 2020 (come confermato dalla Proposta di Direttiva sulla Promozione nell'Uso dell'Energia da Fonte Rinnovabile), obiettivo che implica di triplicare la produzione di energia rinnovabile rispetto ai livelli del 2006, ovvero incrementare dello 0,84% medio annuo il contributo delle rinnovabili sul mix energetico nazionale.

Le biomasse contribuiscono mediamente al 30% della produzione primaria totale di energia rinnovabile, soprattutto con il legno e derivati e la frazione organica dei rifiuti solidi urbani; la loro produzione rinnovabile viene destinata principalmente alla trasformazione in energia termica (mediamente il 70-80%), elettrica (20-30%) e biocombustibili (1-2%).

Di gran lunga la biomassa più utilizzata in Italia è il legno, impiegato soprattutto per alimentare apparecchi termici a livello domestico (sono almeno 4,5 milioni le famiglie che utilizzano almeno 3 t/anno di legna da ardere con un consumo annuo totale di 16-20 Mt); vi sono inoltre 32 centrali termoelettriche a biomassa legnosa che consumano 4 Mt/anno e 41 reti di teleriscaldamento che consumano 7 Mt/anno. Un caso particolarmente degno di nota è quello del pellet che in poco più di due anni, dal 2004 al 2006, ha visto triplicare il suo consumo.

A fine 2008 in Italia erano presenti impianti alimentati a fonte rinnovabile (IAFR) per una potenza elettrica installata pari a 23.858 MW. Gli IAFR più diffusi risultavano essere quelli alimentati a biomasse e/o rifiuti per la produzione di biogas (183 impianti), seguiti da impianti che producono elettricità dai soli rifiuti solidi urbani (64 impianti). Solo 15 impianti a fine 2007 erano attivi nella produzione di energia elettrica da biogas ottenuto da sole deiezioni animali.

Con riferimento al 2007, per quanto riguarda la potenza installata degli IAFR a livello regionale, leader era la Lombardia con 5377 MW installati di energia rinnovabile, il Veneto con i suoi 1245 MW si trovava al quarto posto. Per quanto riguarda la diffusione di impianti alimentati con biomasse e i rifiuti, si confermava il primato della Lombardia con 68 impianti, seguita da Emilia Romagna e Veneto rispettivamente con 50 e 40 impianti.

Nel Veneto solo il 9,4% della potenza rinnovabile era alimentata con biomasse e rifiuti. Le biomasse solide per la produzione di calore sono la fonte rinnovabile più diffusa con crescita annua media del 6% tra il 1997 e il 2005. L'ISTAT ha quantificato, per il 2007, l'utilizzazione del legname ad uso energetico in oltre 6 miliardi di metri cubi.

4.3 RIPRESA ECONOMICA PARTENDO DALLA STABILITÀ ENERGETICA

Stiamo attraversando un periodo caratterizzato da forti tensioni e incertezze. Un modello insostenibile di crescita fondato su consumi e indebitamento spinti all'eccesso, la creazione di effimeri titoli finanziari e lo scarso senso etico hanno innescato una crisi che sta contaminando tutti i principali settori dell'economia reale, energia inclusa.

Un aspetto strutturale di fondo, al di là della congiuntura economico-finanziaria sfavorevole, è l'evidente difficoltà di approvvigionamento del gas in Europa. I due grafici (Figura 15/Figura 16) evidenziano, da un lato la dipendenza dal gas russo dei paesi nell'Unione Europea per circa un quarto dei consumi aggregati, dall'altro mostrano come le forniture russe passino oggi per circa

l'80% attraverso l'Ucraina, con un notevole rischio politico derivante dalle potenziali interruzioni delle importazioni come accaduto negli anni passati.

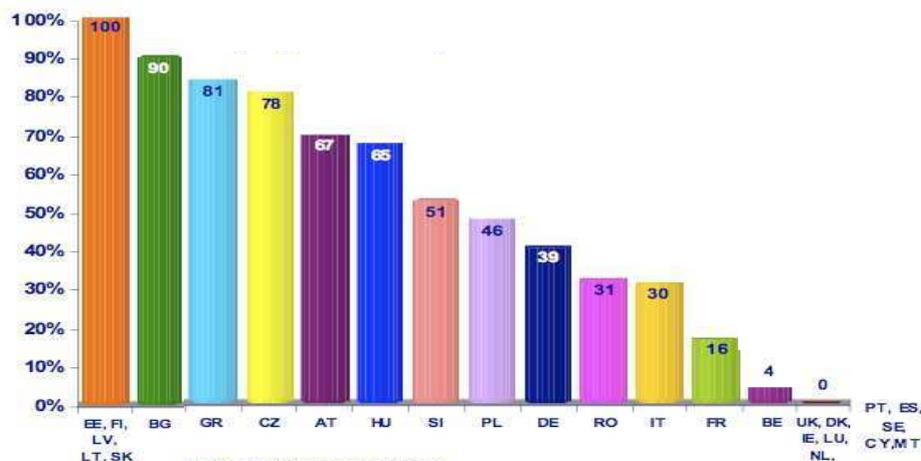


Figura 15 – Dipendenza dal gas russo dei paesi UE in percentuale (2009)

Fonte: elaborazione SAFE su dati IEA

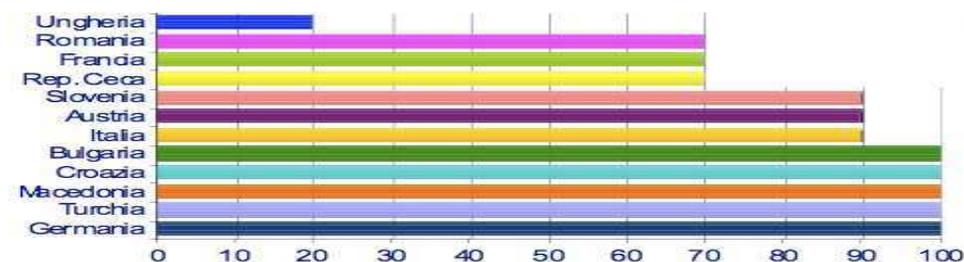


Figura 16 - Riduzione percentuale delle forniture di gas russo passante attraverso l'Ucraina durante la crisi Russa-Ucraina nel 2008

Fonte: elaborazione SAFE su dati il Sole24ore

La crisi che ha colpito il sistema del gas europeo ha evidenziato l'importanza della sicurezza energetica del nostro continente e l'esigenza da parte dell'Europa di creare un vero mercato integrato del gas e di sviluppare una più adeguata rete di infrastrutture di trasporto e stoccaggio. Ai fini di una politica energetica ecologicamente ed economicamente sostenibile corre l'obbligo di valutare le diverse strade percorribili, ma certamente maggior risparmio ed efficienza energetica, sostituzione di combustibili fossili con fonti alternative e rinnovabili e quindi riduzione di emissioni di gas serra, debbono rappresentare i principali punti di partenza.

Dovendo conciliare le esigenze di ripresa economica con le necessità di tutela dell'ambiente e con il riassetto del sistema energetico, soprattutto a livello nazionale, alcune scelte di fondo sono state fatte, mentre altre sono ancora all'orizzonte.

Se analizziamo l'evoluzione del PIL, elaborate dal Fondo Monetario Internazionale (FMI), per il periodo 2007-2010 (nell'ultimo anno sono previsionali) risulta evidente un forte rallentamento delle

principali economie avanzate (Figura 17): emblematici i dati degli Stati Uniti, del Giappone e della maggior parte dei paesi europei, in particolare della “liberista” Gran Bretagna.

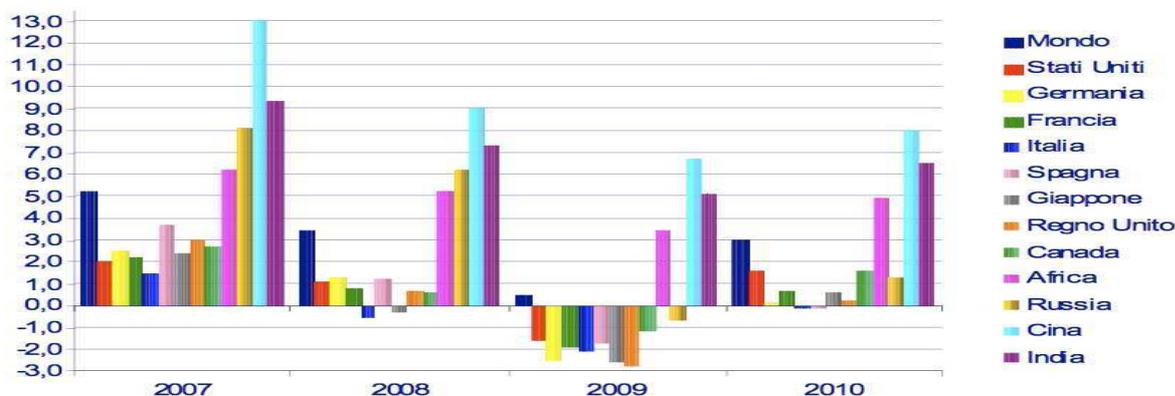


Figura 17 – Andamento percentuale del PIL su scala mondiale
Fonte: elaborazione SAFE su dati FMI

La Figura 18 evidenzia l’evoluzione del prezzo del petrolio (WTI-NYMEX) e le oscillazioni significative che ha subito dal luglio 2008, quando il prezzo era quotato intorno ai 147 dollari al barile, a febbraio 2009 quando il valore ha raggiunto i 38 dollari al barile; stessa cosa dicasi per il carbone (CIF-ARA) che è passato dai 212 dollari per tonnellata dell’estate 2008, ai circa 80 dollari per tonnellata a metà 2009.

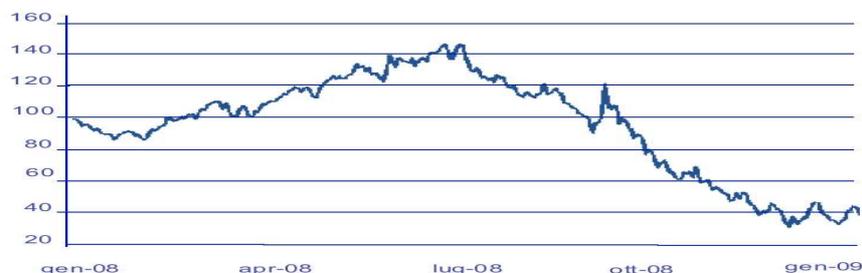


Figura 18 – Evoluzione del prezzo del petrolio 01/2008 – 01/2009
Fonte: WTI-NYMEX

L’energia può rappresentare certamente un volano per la ripresa economica e i recenti piani di investimento in ricerca, innovazione e infrastrutture evidenziano come in sostanza la sostenibilità economica sia intimamente legata alla sostenibilità energetica. Ciò trova conferma nell’analisi dei programmi d’investimento nel settore energetico di tre delle principali potenze nella scena mondiale dai quali emergono alcuni importanti dati.

- L’Unione Europea ha in programma di investire tre miliardi e mezzo di euro per il biennio 2010-11 a sostegno del piano di ripresa economica. Se andiamo ad analizzare gli impieghi di questi incentivi, vediamo che sono finalizzati a infrastrutture, quali gasdotti (oltre un miliardo di euro),

elettrodotti (settecento milioni di euro) ma anche ad interessanti progetti riguardanti la cattura e lo stoccaggio dell'anidride carbonica, dove c'è ancora bisogno di ricerca, sviluppo e innovazione oltre che di una componente infrastrutturale, e progetti eolici off-shore (mezzo miliardo di euro). Inoltre va evidenziato che in Europa esiste un fabbisogno di 850 GW in capacità produttiva elettrica al 2030, corrispondenti a più dell'attuale capacità installata. Di questa nuova potenza, 610 GW saranno in sostituzione o creazione ex novo di centrali termoelettriche e 240 GW in fonti rinnovabili, il che significa investimenti nei prossimi 20 anni pari a circa 800 miliardi di euro.

- Rivolgendo l'attenzione agli USA si menziona che il presidente Obama ha dichiarato che "investire nell'economia delle energie rinnovabili porterà alla creazione di 5 milioni di nuovi posti di lavoro" e ha previsto un investimento nei prossimi anni di 150 miliardi di dollari in fonti rinnovabili, efficienza energetica, clean coal, bio-combustibili e motori ibridi, nonché sviluppo di reti elettriche digitali.

- La Cina, per il piano energia nell'anno 2009, aveva previsto cinquantotto miliardi di euro per potenziare la capacità energetica sia da fonti rinnovabili che da nucleare e si prevede che per il 2010 e il 2011 la cifra potrebbe anche aumentare.

4.4 SVILUPPO SOSTENIBILE

Il connubio tra uomo e ambiente è fondamentale per uno sviluppo sostenibile a livello sia locale che globale. Rispetto alla sfida energetica, lo scenario che si sta delineando può cambiare solo intervenendo sulla ricerca, sugli investimenti e sulle tecnologie possibili per raggiungere un migliore mix energetico.

Le strategie energetiche scelte dai governi condizioneranno in maniera irreversibile il futuro; visti gli attuali livelli di crescita demografica ed economica la domanda mondiale di energia primaria aumenterà di circa il 50% entro il 2030 e continuerà a essere dominata dai combustibili fossili, le cui riserve sono ubicate in aree geografiche ad elevato rischio socio-politico, ponendo seri problemi per la sicurezza degli approvvigionamenti e per l'impatto ambientale.

La questione ambientale diventa sempre più un elemento imprescindibile e trasversale, snodo essenziale per molte decisioni non solo di carattere industriale ed energetico; ma più in generale anche politico. L'azione dell'uomo sull'ambiente ha quindi importanti conseguenze sulle opportunità di sviluppo e progresso. A tal proposito sta acquisendo sempre maggior peso nelle agende dei leader mondiali il tema dei cambiamenti climatici e delle politiche globali volte alla riduzione dei gas serra. Si tratta di una sfida globale e qualsiasi soluzione, per essere efficace, dovrà essere concepita e implementata su scala globale.

Il rapporto pubblicato da Greenpeace nel 2006 offre una strategia dettagliata su come ristrutturare il sistema energetico mondiale, mettendo in evidenza l'urgenza di prendere decisioni chiave in campo energetico da parte di governi, società finanziarie e compagnie di elettricità. Prima di tutto va affrontato il problema del miglioramento dell'efficienza energetica nell'edilizia, nell'industria e nel trasporto, con l'aiuto delle tecnologie più innovative: la vera rivoluzione passa da questo step. Secondo le stime del rapporto sopraccitato, collegando l'efficienza energetica con le fonti rinnovabili, queste ultime entro il 2050 potrebbero fornire il 75% dell'energia elettrica (idroelettrico, eolico, solare e in parte biomasse) e il 65% dell'energia termica (biomasse, collettori solari e geotermico). Secondo il rapporto, "in questo modo, al 2100 sarà possibile contenere il riscaldamento globale al di sotto dei 2 gradi centigradi, scongiurando le conseguenze catastrofiche irreversibili del cambiamento climatico. Le rinnovabili sono pronte a diventare la spina dorsale dell'economia mondiale non solo nei Paesi OCSE, ma anche in Paesi in via di sviluppo come Cina, India e Brasile".

Al rapporto di Greenpeace fa eco quello della FAO del 2006 ("The state of Insecurity in the World 2006"), nel quale si è rivelato con evidenza sconcertante che negli ultimi 10 anni non è stato fatto alcun progresso in vista dell'obiettivo di dimezzare il numero di persone sottoalimentate nel mondo. In considerazione del profondo legame esistente tra sradicamento della povertà, migliore qualità della vita e protezione dell'ambiente naturale, ciò costituisce un pesante freno ai processi di sviluppo sociale ed economico: l'eliminazione della povertà è infatti condizione necessaria per fermare il degrado del pianeta, conservarne la biodiversità, ridurre l'inquinamento e lo spreco di risorse. Il tema della lotta ai cambiamenti climatici e del rispetto dell'ambiente, partendo dalle bioenergie, può allora rappresentare un'occasione per consentire, da un lato ai Paesi sviluppati di raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas climalteranti e autoapprovvigionamento energetico fissati sia a livello globale che europeo; dall'altro a quelli in via di sviluppo di avere accesso a risorse economiche – ma anche culturali, scientifiche, tecnologiche – che possano rappresentare il volano di un nuovo processo di crescita. In questa ottica quindi, lo sviluppo di fonti energetiche rinnovabili diventa imperativo.

Che il tema delle bioenergie sia di centrale importanza per la FAO lo ha affermato anche il direttore generale dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura, Jacques Diouf, secondo il quale l'obiettivo è quello di "accrescere l'accesso all'energia commerciale sostenibile". "Una persona su quattro al mondo - ha detto Diouf - non ha accesso all'elettricità e vive nelle aree rurali dei paesi in via di sviluppo" (Figura 19). In tal senso le bioenergie sostenibili con l'ambiente giocano un ruolo fondamentale. Diouf ha quindi ricordato il partenariato internazionale che si è insediato sulle bioenergie e per il quale la FAO si impegna al massimo per il

loro sostegno. "Le bioenergie rappresentano un tema trasversale e - ha detto quindi Diouf - dovranno essere al centro di ogni dibattito per accrescerne la visibilità e far sì che questo strumento venga sviluppato per conseguire sicurezza alimentare sostenibile e sviluppo rurale".

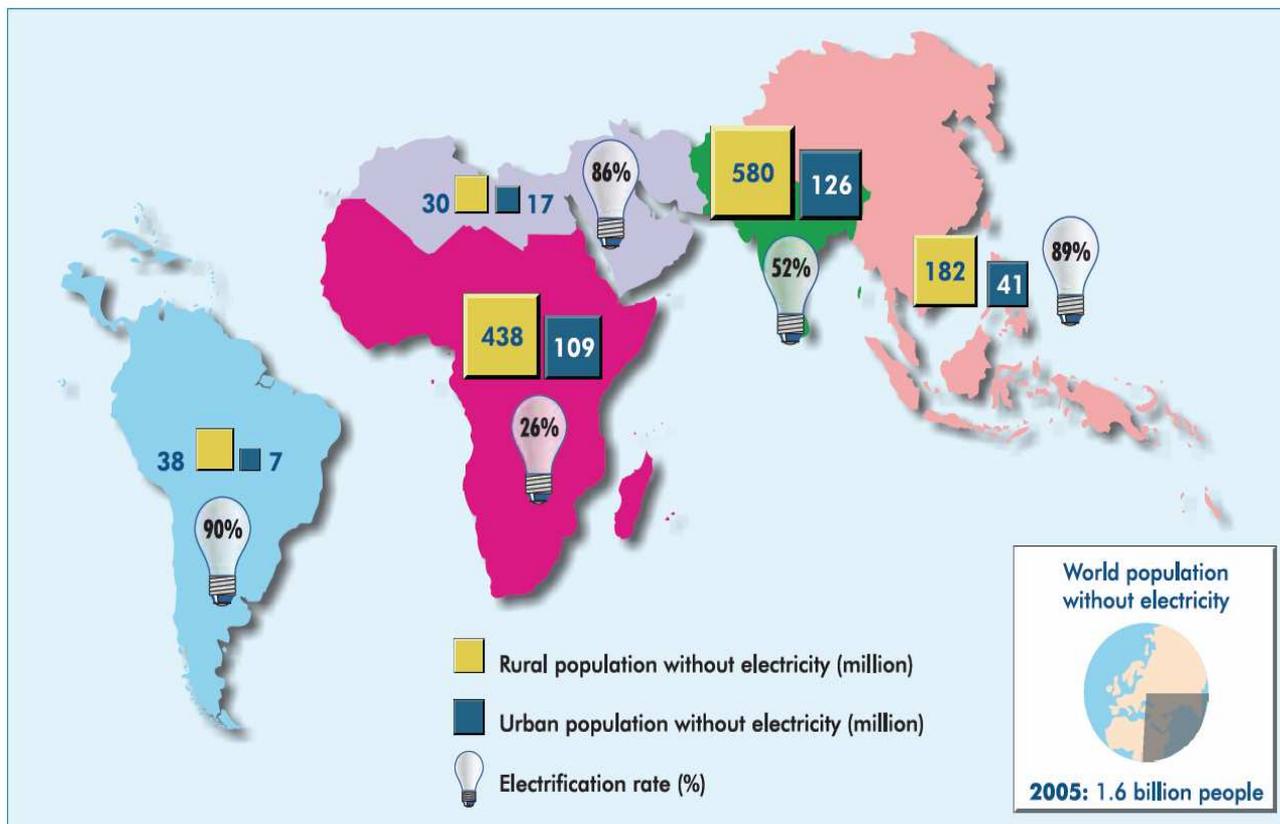


Figura 19 - Popolazione senza elettricità al mondo nel 2005
Fonte: IEA - World Energy Outlook 2006

4.5 GAS SERRA, CAMBIAMENTI CLIMATICI E SALUTE UMANA

Il clima del pianeta viene controllato in gran parte dalla composizione dell'atmosfera, e in particolare dalla concentrazione dei cosiddetti gas serra, che sono trasparenti alla radiazione solare incidente ma opachi alla radiazione emessa dalla terra.

Il principale gas serra è il vapore d'acqua, i cui livelli in atmosfera sono determinati dall'equilibrio naturale tra evaporazione e precipitazioni e non sono direttamente influenzati dalle attività umane. Seguono in ordine di importanza l'anidride carbonica, il metano, alcuni ossidi di azoto, l'ozono e altri composti presenti naturalmente in tracce che, insieme al vapore d'acqua, fanno sì che la temperatura media del pianeta sia di +15°C invece di -19°C.

Ai gas serra naturali si sommano quelli di origine antropica, che in parte sono gli stessi di quelli naturali e in parte sono gas artificiali, come i composti alogenati (clorofluorocarburi,

idroclorofluorocarburi, idrofluorocarburi); essi provocano un effetto serra aggiuntivo rispetto a quello naturale (Figura).

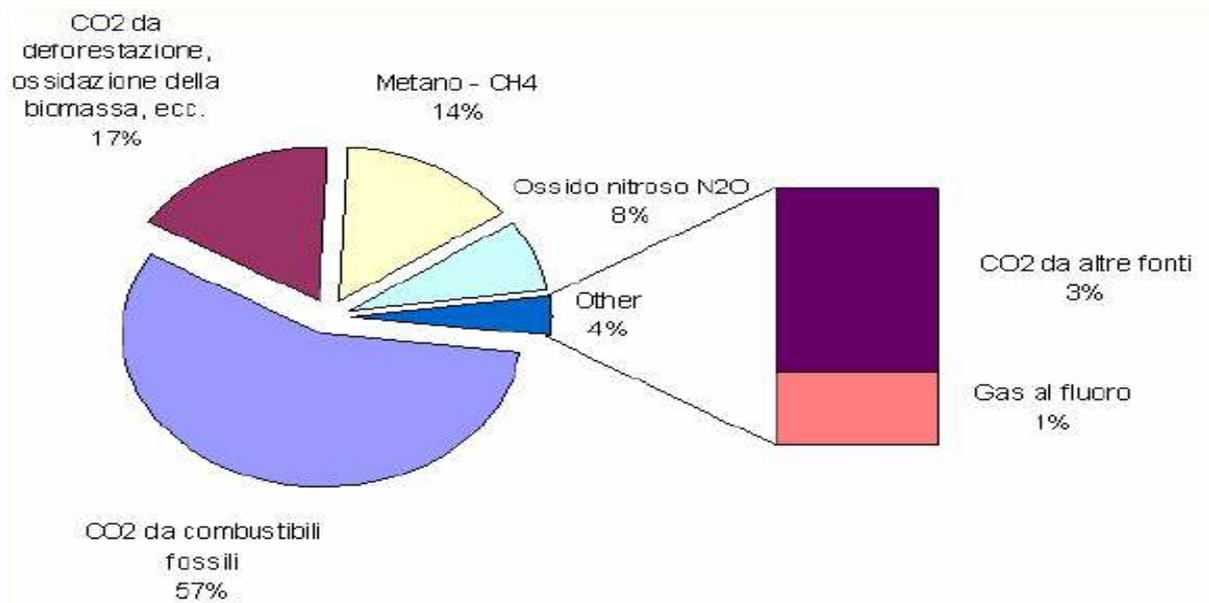


Figura 20 – Contributo dei diversi gas serra antropogenici alle emissioni totali del 2004 (in CO₂ equivalente)

Fonte: IPCC (2007)

Secondo l'ultimo rapporto emanato dall'IPCC, esistono i presupposti per collegare il cambiamento climatico, riconducibile al riscaldamento del Pianeta, alle crescenti emissioni di gas serra di origine antropica e in questo contesto il settore primario contribuisce con circa il 14% (Figura 21).

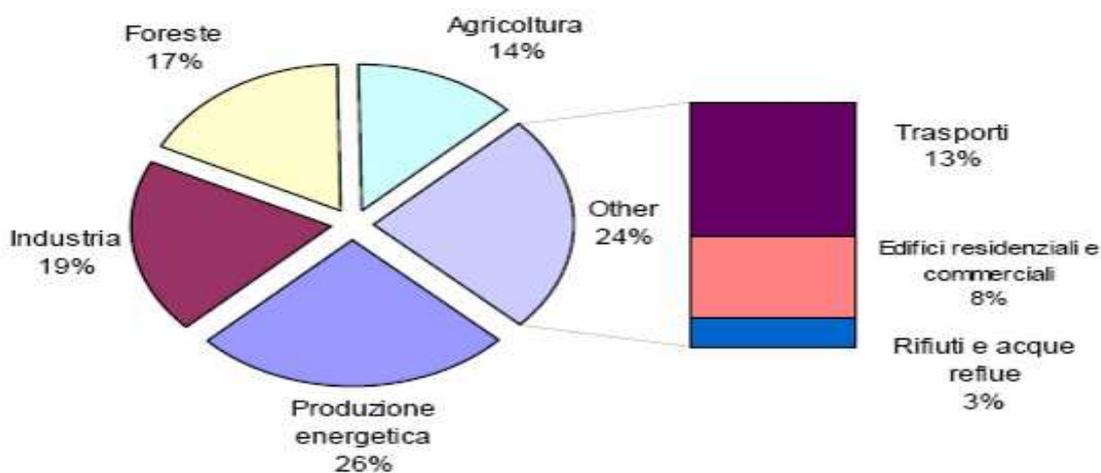


Figura 21 – Contributo dei diversi settori alle emissioni antropogeniche totali nel 2004 (in CO₂ equivalente)

NB: con "Foreste" si intende CO₂ emessa a seguito della deforestazione

Fonte: IPCC (2007)

I dati disponibili indicano in modo univoco che le concentrazioni atmosferiche dei gas climalteranti sono notevolmente aumentate rispetto all'epoca preindustriale: la temperatura media globale dei bassi strati dell'atmosfera si è alzata rispetto alla fine del XIX° secolo di un valore medio globale pari a 0.6°C. Queste tendenze, se confermate nei prossimi anni, lasciano spazio ad ipotesi di innalzamento del livello dei mari, di maggiore frequenza di piene ed inondazioni, di impatti sulle colture agricole e sulla biodiversità. Per quanto le previsioni di aumento della temperatura media al 2100 varino da 2 a 3.5°C, esiste un generale consenso sulla necessità e sull'urgenza di politiche di riduzione delle suddette emissioni.

Secondo l'IPPC la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera è passata da 280 ppm prima del 1750 a 379 ppm nel 2005 e il tasso di crescita medio annuo che si registrerà tra il 1990 e il 2030 sarà pari all'1,7% (Tabella 2).

Tabella 2 – Emissioni di CO₂ relazionate ai settori d'impiego nel periodo 1990-2030

	1990	2004	2010	2015	2030	2004-2030*
Power generation	6 955	10 587	12 818	14 209	17 680	2.0%
Industry	4 474	4 742	5 679	6 213	7 255	1.6%
Transport	3 885	5 289	5 900	6 543	8 246	1.7%
Residential and services**	3 353	3 297	3 573	3 815	4 298	1.0%
Other***	1 796	2 165	2 396	2 552	2 942	1.2%
Total	20 463	26 079	30 367	33 333	40 420	1.7%

*Tasso annuale di crescita **Include agricoltura e settore terziario ***Include usi non energetici

Fonte: IEA 2006

Gli strumenti per attuare una politica di riduzione delle emissioni di gas serra consistono principalmente nell'aumento dell'efficienza energetica (conseguibile soprattutto grazie ad un uso più attento dei combustibili da parte del consumatore finale) e nell'impiego energetico di fonti che producano la minor emissione possibile di GHG. Secondo l'IPPC è necessario dimezzare le emissioni entro il 2050 per contenere l'aumento della temperatura mondiale entro i 2,4°C, è appunto questo il valore termico al di sotto del quale le variazioni ambientali a livello planetario dovrebbero essere tutto sommato contenute.

Una delle strategie messe in atto a livello internazionale per cercare di abbassare il quantitativo dei GHG, risiede nell'utilizzo delle FER in sostituzione alle fonti di origine fossile. Questa scelta dovrebbe portare nel medio-lungo periodo, oltre che ad un abbassamento delle emissioni di CO₂ equivalente, anche ad una riduzione delle emissioni di composti contenenti zolfo e altri inquinanti, che normalmente si formano durante la combustione del carbone e del petrolio, i quali sono tra i maggiori responsabili delle piogge acide.

Oltre alla lotta ai cambiamenti climatici, ci sono anche altre ragioni per sostenere un certo tipo di bioenergia a scapito delle fonti energetiche fossili, ovvero la salvaguardia della salute umana. Secondo il prof. M. Jacobson della Stanford University, infatti, esiste una relazione significativa tra la concentrazione nell'aria della CO₂ e la mortalità, ed è stata da lui quantificata per la prima volta. In sintesi ad ogni grado in più di temperatura, causato dall'effetto serra, corrisponde un aumento di 20.000 morti per inquinamento dell'aria.

Lo studio, svolto in particolare per la California (in cui sono situate 6 città che rientrano tra le prime 10 città più inquinate di tutti gli USA), dimostra anche che l'effetto serra è maggiore lì dove c'è un più pronunciato inquinamento ambientale e ogni 1000 morti in più in California per cause ambientali, 30 sono dovuti all'effetto serra dovuto al CO₂.

Il modello di simulazione usato da Jacobson, frutto di 18 anni di lavoro, è considerato dagli addetti ai lavori come il più completo e complesso fino ad ora presente al mondo. Nel modello si tiene conto di molte variabili tra le quali: concentrazione gas e polveri, emissione e trasporto gas e polveri, chimica dei gas, produzione ed evoluzione del particolato, processi oceanici, processi in superficie del suolo, piogge e venti, radiazione solare, calore e nubi.

Il modello di Jacobson evidenzia che temperature più alte, provocate dalla maggior concentrazione di CO₂ nell'aria, portano ad un aumento del vapore d'acqua nei bassi strati dell'atmosfera e ciò provoca un aumento della concentrazione e delle reazioni dell'ozono e del particolato nelle aree urbane. In questo modo l'aria diventa più dannosa per la salute perché molti gas e acidi presenti nell'aria vengono assorbiti dal particolato e dal vapore d'acqua aumentandone la tossicità.

I risultati del prof. Jacobson mostrano per la prima volta la conseguenza quantitativa sulla salute della popolazione mondiale dovuta all'aumento di concentrazione di CO₂ oltre a quantificare l'effetto anche dei contaminanti collegati come ozono e particolato. Ricordiamo che l'ozono oltre a corrodere le statue e le gomme delle auto, è un gas che provoca problemi respiratori e cardiovascolari, enfisema e asma. Il particolato poi, analogamente all'ozono, è responsabile di malattie cardiovascolari, respiratorie e asma.

4.6 CAMBIAMENTI CLIMATICI, SALVAGUARDIA AMBIENTALE E RUOLO DELL'ENERGIA

4.6.1 SCENARI CLIMATICI ED ENERGETICI POSSIBILI

La comunità internazionale nell'arco degli ultimi decenni ha acquisito una maggiore consapevolezza del fatto che l'adozione e l'implementazione di politiche volte a ridurre gli effetti negativi dei cambiamenti climatici non è più prorogabile. Relativamente alla domanda di energia, alla percentuale da fonti rinnovabili nel mix energetico globale ed alle emissioni climalteranti, lo IEA nel suo Report del 2008 ha delineato tre possibili scenari riferiti al 2050:

a- scenario "base". In assenza di modifiche alla situazione mondiale esistente, si prevede un aumento della domanda di petrolio pari al 70% e un aumento delle emissioni di CO₂ pari al 130%, con un conseguente aumento della temperatura mondiale pari a 6°C. Il 70% di questo incremento sarà imputabile alle economie di transizione e ai PVS, fra cui spiccano tra tutti Cina ed India a causa della loro dirompente crescita demografica ed economica. La sola Cina in particolare sarà responsabile per circa il 40% dell'aumento delle emissioni mondiali, una parte di queste sarà causato dalle nuove centrali elettriche che saranno alimentate a carbone e costruite prevalentemente con tecnologie tutt'altro che di ultima generazione. Ricordiamo che già a metà del 2010 la Repubblica Popolare Cinese ha superato persino gli Stati Uniti d'America quale nazione maggiormente responsabile per le emissioni climalteranti a livello mondiale;

b- scenario "act". Si modifica il mix di approvvigionamento energetico sulla base delle tecnologie attualmente conosciute e, entro il 2050, si prevede di riportare i livelli di emissione a quelli registrati nel 2005; le scelte di indirizzo politico attualmente in vigore perseguono già questi obiettivi;

c- scenario "blue". Si riducono del 50% le emissioni di CO₂ rispetto ai livelli attuali. Le scelte politiche per perseguire questo scenario non sono ancora state effettuate in modo netto e per questo è richiesto uno sforzo particolare in tale direzione. I costi di una politica che persegua la riduzione delle emissioni non è elevato, mentre rimane incerto il risultato atteso, in quanto basato su tecnologie ancora in fase di evoluzione. In questo scenario la biomassa giocherà un ruolo chiave, dovrebbe infatti soddisfare il 26% dei consumi mondiali di biocombustibili e il 46% della domanda elettrica mondiale in confronto, rispettivamente, al 2 e 18% registrati nel 2008.

In virtù dei 3 scenari ipotizzati dallo IEA e per rispondere all'annosa problematica dei cambiamenti climatici, in ambito ONU è stata definita una strategia a livello internazionale, alla quale hanno aderito la maggior parte delle nazioni più industrializzate al mondo e denominata "Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici".

Nello stesso ambito è stato anche meglio definito il Protocollo di Kyoto, che impegna tutti i Paesi aderenti a ridurre le proprie emissioni dei cosiddetti “gas-serra”. Esso pone l’attenzione su sei gas: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFC), perfluorocarburi (PFC) ed esafluoruro di zolfo (SF₆). Poiché la capacità specifica per unità di massa di ciascun gas di contribuire all’effetto serra è ampiamente diversa, al fine di definire un unico parametro significativo del potere riscaldante effettivo, è stato introdotto il concetto di massa di CO₂ equivalente, ovvero quel quantitativo teorico di diossido di carbonio che presenta, ai fini dell’effetto serra, lo stesso effetto del quantitativo reale del gas preso in considerazione.

Risulta sempre più evidente che le emergenze energetiche vanno a pari passo con le emergenze ambientali. I paesi che hanno aderito al Protocollo di Kyoto, l’Unione Europea su tutte, trattando la questione dei cambiamenti climatici come una assoluta priorità, stanno condizionando in modo incisivo le dinamiche del settore energetico a livello mondiale.

Negli ultimi anni molte sono state le organizzazioni e le figure istituzionali che hanno lanciato allarmi sui possibili effetti derivanti dai cambiamenti climatici, dalla FAO all’Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), dal cancelliere tedesco Angela Merkel (all’apertura per esempio del World Economic Forum di Davos affermando che «fonti energetiche e difesa del clima sono le due più grandi sfide dell’umanità»), al Presidente degli Stati Uniti Barack Obama il quale non manca mai l’occasione di sottolineare l’esigenza di ridurre la dipendenza dal petrolio e di puntare sulle fonti rinnovabili.

Proclamazioni istituzionali a parte, sono sotto gli occhi di tutti i gli avvenimenti che hanno investito l’ultimo decennio, dai catastrofici uragani Katrina e Kyrill solo per citarne due o ai bizzarri andamenti stagionali (dagli inverni miti senza neve alle estati piovose o terribilmente torride) con conseguenze che vanno dall’alterazione dei cicli biologici, ai danni ingenti all’agricoltura, dalle fioriture a dicembre, ai letarghi terminati in anticipo, ecc.

L’Unione Europea, in anticipo rispetto agli altri Paesi aderenti al Protocollo di Kyoto, ha emanato la “Direttiva Emission Trading Scheme” che per regolare le emissioni di diossido di carbonio utilizza la metodologia “cap and trade” (dove “cap” sta a significare “tetto massimo”, di emissioni ovviamente, e “trade” sta a significare “commercio” delle licenze acquisite per la diminuzione delle emissioni dei gas climalteranti).

4.6.2 EMISSION TRADING E IL “PACCHETTO 20-20-20”

Dal primo Gennaio 2008 si è aperto ufficialmente il secondo periodo della direttiva Emissions Trading con la presentazione da parte degli Stati membri alla Commissione europea dei Piani Nazionali di Assegnazione per il quinquennio 2008-2012. In Italia rispetto al Piano relativo al

periodo 2003-2007 si è avuta una riduzione sensibile delle quote assegnate. In particolare ne hanno risentito il settore termoelettrico e quello della raffinazione in quanto in sede di assegnazione sono stati ritenuti “settori ad alto potenziale di riduzione delle emissioni” e “meno esposti alla concorrenza internazionale”, nonché “con la maggiore possibilità di re-distribuire sui clienti finali gli eventuali maggiori oneri derivanti dall’Emissions Trading Scheme”.

Il protocollo di Kyoto, che è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, prevede l’obbligo di ridurre le emissioni di elementi inquinanti da parte dei paesi industrializzati e per raggiungere tale obiettivo nel periodo 2008-2012 il suddetto protocollo prevede il ricorso ai c.d. “*Meccanismi Flessibili*” che sono:

1) *Emission Trading Scheme (ETS)* nella comunità europea (Direttiva comunitaria 2003/87/CE), attraverso il quale viene previsto un tetto massimo di emissioni totali per le attività nei settori: energia (impianti di combustione, raffinerie), produzione e trasformazione dei metalli e industria dei prodotti minerali (cementifici, vetro, ecc.).

Tale meccanismo prevede l’allocazione di quote di emissione su un determinato periodo di tempo. Ogni anno i soggetti coinvolti devono restituire un numero di quote pari all’ammontare delle emissioni prodotte. L’eventuale deficit può essere colmato acquistando quote sul mercato, altrimenti è oggetto di sanzioni.

I soggetti coinvolti nell’Emission Trading Scheme possono utilizzare le riduzioni generate da progetti Clean Development Mechanism e Joint Implementation convertendo i crediti di emissione in quote di emissione.

2) *Clean Devevelopment Mechanism (CDM)*

Un paese industrializzato (indicato nell’allegato I del protocollo) mette in atto in un paese in via di sviluppo (escluso dall’allegato I) un progetto che rimuove o riduce le emissioni di gas serra.

La rimozione delle emissioni si concretizza nell’istituzione di crediti di emissione (CERs). Per il rilascio dei CERs i progetti devono essere sottoposti a convalida e le emissioni effettivamente ridotte devono essere verificate e certificate da un Ente indipendente di terza parte.

Il funzionamento di un progetto CDM è il seguente:

- a) Un'azienda privata od un soggetto pubblico realizza un progetto in un PVS mirato alla limitazione delle emissioni di gas serra
- b) La differenza fra la quantità di gas serra emessa realmente e quella che sarebbe stata emessa senza la realizzazione del progetto (scenario di riferimento o baseline), è considerata emissione evitata ed accreditata sotto forma di CERs
- c) I crediti CERs possono poi essere venduti sul mercato e/o accumulati

3) *Joint Implementation*

Un paese industrializzato (indicato nell'allegato I del protocollo) mette in atto in un paese con economia in transizione (anche'essi indicati nell'allegato I) un progetto che rimuove o riduce le emissioni di gas serra.

La rimozione delle emissioni si concretizza nell'istituzione di crediti di emissione (ERUs). Per il rilascio dei crediti i progetti devono essere sottoposti a convalida e le emissioni effettivamente ridotte devono essere verificate da un Ente indipendente di terza parte.

I tipi di progetti previsti nell'ambito dei *Meccanismi Flessibili* riguardano:

- 1) La produzione di energia da fonti rinnovabili: conversione/costruzione di generatori di energia elettrica alimentati a biomassa/rifiuti, costruzione d'impianti alimentati da fonti rinnovabili (e.s. eolico, mini idroelettrico, geotermico, solare), costruzione d'impianti per il recupero degli scarti di lavorazione industriale a scopo energetico (es. industria della lavorazione del riso, del legno, dello zucchero, della torrefazione del caffè)
- 2) La produzione d'energia da fonti non rinnovabili: interventi mirati al miglioramento dell'efficienza della generazione di calore (es. ammodernamento boiler), interventi mirati al miglioramento dell'efficienza della generazione dell'elettricità (es. riqualificazione di una centrale), conversione di centrali con combustibili fossili a minore intensità di CO₂ (es. da carbone a metano)
- 3) La distribuzione d'energia: interventi mirati al miglioramento dell'efficienza della distribuzione di energia termica (es. ammodernamento rete o costruzione nuova rete di teleriscaldamento) o elettrica (es. riduzione perdite trasmissione)
- 4) La domanda finale d'energia: diffusione di apparecchiature ad alta efficienza (es. motori, lampadine, elettrodomestici,...), costruzioni di eco-immobili
- 5) Le industrie manifatturiere
- 6) Le industrie chimiche
- 7) Le costruzioni
- 8) La produzione dei metalli: interventi mirati alla riduzione dei fabbisogni energetici dei processi industriali, interventi di miglioramento nell'efficienza di processi industriali (es. interventi di conservazione dell'energia nell'industria cartaria, conversione e modifiche di processi nei cementifici, recupero gas di scarico nell'ambito della produzione dell'acciaio, sostituzione di motori industriali)
- 9) I trasporti: interventi di riduzione delle emissioni attraverso la conversione di veicoli alimentati da benzina o diesel a gas naturale
- 10) Le emissioni diffuse da combustibili (solidi, liquidi e gas)
- 11) Le emissioni diffuse da produzione e consumo di idrofluorocarburi e dell'esafluoruro di zolfo, riduzione delle perdite dai serbatoi di combustibile o dagli oleodotti

12) La gestione e smaltimento rifiuti, recupero gas da discarica a fini energetici

13) L'afforestazione e la riforestazione di aree abbandonate nei paesi in via di sviluppo

Con il 2007 si è concluso il primo quinquennio di attuazione dell'Emission Trading Scheme che è stato utile solamente a livello funzionale come sperimentazione dei suoi meccanismi, perché in realtà la distribuzione di queste licenze (o autorizzazioni) fu in parte regolata dalle industrie, per le quali non veniva a crearsi alcun incentivo a ridurre le emissioni, questo in parte spiega perché le emissioni in questo quinquennio sono aumentate in Europa.

Nella seconda fase del programma (2008–2012) ci si attende un graduale avvicinamento agli obiettivi prestabiliti a Kyoto, per ottenere ciò la Commissione Europea nel gennaio 2008 ha imposto limiti di emissione più stringenti, avviando una nuova politica energetica attraverso l'approvazione di un "Pacchetto di proposte", noto come "20–20–20".

Le principali finalità del 20-20-20 sono di raggiungere entro il 2020 i seguenti obiettivi:

- la riduzione del 20% dei gas serra (in particolare CO₂ CH₄ e NO_x)
- l'aumento del 20% dell'efficienza energetica
- l'incremento del 20% dell'impiego delle fonti rinnovabili nel mix energetico con un minimo di utilizzo dei biocombustibili pari al 10%.

L'UE, con il "Pacchetto 20–20–20", ha compiuto un importante passo in avanti nel tentativo di integrare in un'unica politica la tematica energetica ed ambientale.

Per contro oltreoceano la posizione degli Stati Uniti, principali responsabili delle emissioni dei gas climalteranti, è assai diversa; essi infatti sono più propensi ad accettare un accordo di massima finalizzato ad riduzione su base volontaria e non obbligatoria di questo tipo di emissioni.

Dal momento che al 2020 è previsto un sostanziale incremento della domanda energetica, anche nel caso in cui l'Unione Europea riuscisse a conseguire gli obiettivi di riduzione delle emissioni del 20% entro tale data, il risultato inciderebbe a livello mondiale solo per il 4% quindi sarebbe quantomai opportuno modificare la struttura del sistema energetico non solo europeo e avviare una politica di investimenti per lo sviluppo di nuove tecnologie anche oltreoceano e nei PVS. Dovrebbero dunque essere promossi investimenti tecnologicamente avanzati soprattutto in quei Paesi che presentano una crescita di emissioni accelerata, come la Cina ed l'India, con il duplice obiettivo di ridurre le emissioni globali ed acquisire crediti utilizzabili nel mercato interno europeo. L'importanza dello sviluppo dei progetti "**Clean Development Mechanism**" ovvero "Meccanismi di Sviluppo Pulito" (CDM) nei PVS deriva soprattutto dal fatto che non è realistico attendersi che questi paesi si impegnino spontaneamente ed autonomamente nella riduzione delle emissioni dannose all'ambiente.

Da quanto sopra esposto si deduce che se si vuole realmente diminuire questo tipo di emissioni, l'Unione Europea deve proporsi come "il motore dell'innovazione" in ambito internazionale soprattutto per quanto riguarda l'applicazione dei cosiddetti "meccanismi flessibili" (previsti dal Protocollo di Kyoto - art. 12); questi permetterebbero infatti, alle imprese dei paesi industrializzati con vincoli di emissione, di realizzare progetti che mirino alla riduzione delle emissioni dei gas serra nei PVS senza vincoli di emissione.

Questo genere di azioni potrebbe però portare allo sbilanciamento nell'allocazione degli investimenti tra i confini comunitari ed extra-comunitari. Per evitare ciò l'UE ha imposto dei limiti nell'utilizzo dei cosiddetti "crediti di carbonio", derivanti dalla realizzazione di progetti di riduzione delle emissioni, nei paesi non-OECD.

Al fine di raggiungere l'obiettivo congiunto del contenimento del livello delle emissioni in atmosfera e della crescente domanda di energia, l'Unione Europea punta ad incentivare la creazione di "filiera internazionali", mediante il CDM, con l'obiettivo di veicolare congiuntamente gli investimenti tra le imprese europee e quelle dei paesi emergenti al fine di promuovere il trasferimento e lo sviluppo di quelle tecnologie innovative studiate per abbattere le emissioni e migliorare l'efficienza energetica.

Per quanto concerne l'Italia, in linea con quello che accade a livello europeo, le previsioni per il 2020 indicano una crescita della domanda energetica di circa il 20%. Dato che la domanda di energia elettrica è difficilmente modificabile e che l'efficienza energetica è migliorabile solo nel lungo periodo, per il conseguimento degli obiettivi del Pacchetto 20-20-20 sarebbe opportuno sfruttare al massimo il potenziale delle fonti energetiche rinnovabili.

È previsto che l'Italia entro il 2020 possa arrivare ad una produzione energetica da FER pari a circa l'8,5% della domanda primaria di energia, a fronte di un impegno fissato al 17% (questa percentuale è stata modificata a ribasso già nel 2008 rispetto al 20% iniziale). Questo limite, non solo italiano, è influenzato da limiti di tipo tecnologico, morfologico-strutturale e da vuoti legislativi sparsi nell'arco di questo decennio, che difficilmente saranno risolvibili nel breve periodo.

4.6.3 ALTRE AZIONI DI CARATTERE ENERGETICO-AMBIENTALE A LIVELLO PLANETARIO

4.6.3.1 ENERGY FOR A CHANGING WORLD

In data 02/08/2007 la Commissione Europea si è riunita con lo scopo di presentare un pacchetto di misure denominato "Energy for a changing world", finalizzato a dar vita ad una nuova politica energetica per l'Europa che ha, tra gli altri, lo scopo di calmierare i cambiamenti climatici e

massimizzare sia la sicurezza energetica che la competitività dell'UE creando un vero e proprio mercato interno dell'energia.

La Commissione ritiene che, con il raggiungimento di un accordo a livello internazionale riguardo alle tematiche sopraccitate, con l'applicazione a partire dal 2012 del cosiddetto post Kyoto, entro il 2020 i paesi industrializzati potrebbero, a seguito dell'attivazione di tutta una serie di azioni, abbattere le proprie emissioni del 30%. Questo pacchetto di misure pone come obiettivo minimo, a livello comunitario, una riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 20% entro il 2020, soprattutto con misure focalizzate all'efficienza energetica ed all'incremento della quota di energia da fonti rinnovabili fino al conseguimento del target del 20% del mix energetico complessivo, con una soglia minima per l'utilizzo nei trasporti dei biocarburanti nell'ordine del 10%.

4.6.3.2 GLOBAL BIOENERGY PARTNERSHIP (GBEP)

Il fatto che le Fonti Energetiche Rinnovabili possano costituire un utile strumento per migliorare la sicurezza degli approvvigionamenti e ridurre le emissioni dei gas serra è dimostrato dal fatto che nel maggio 2006, presso le Nazioni Unite a New York è stata istituita la Global BioEnergy Partnership ovvero Partnership sulla Bioenergia a livello Globale. Questa Partnership ha sede presso la FAO e vede coinvolti, oltre ai Ministeri dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) dei paesi del G8 anche Cina, Messico e l'IEA. La GBEP ha lo scopo principale di facilitare il confronto politico a livello planetario per incoraggiare la produzione, la commercializzazione e l'impiego delle FER, in particolare nei paesi del cosiddetto "Terzo Mondo".

4.6.3.3 COOPERAZIONE E SVILUPPO INTERNAZIONALE

È nota l'esistenza dell'intimo legame che sussiste tra eliminazione della povertà, accesso all'istruzione, miglioramento della qualità della vita, riduzione dell'inquinamento, diminuzione dello spreco di risorse, conservazione della biodiversità e protezione dell'ambiente naturale. Per migliorare quindi le condizioni di vita degli esseri viventi, uomo incluso, si deve garantire l'accesso alle conoscenze scientifiche e alle nuove tecnologie.

Come già accennato entro il 2020, la maggior parte dell'energia sarà utilizzata nella macroarea dei paesi non-OECD, molti dei quali stanno registrando un rapido aumento dei consumi in tutti i settori, nel secondario in particolare. Per rispondere alle legittime aspirazioni degli abitanti di questi paesi e per assicurare sia gli approvvigionamenti energetici quanto la loro sostenibilità ambientale, il sistema energetico globale dovrà subire un profondo mutamento. Perché ciò accada i paesi "industrializzati" dovranno aiutare i PVS a superare il gap tecnologico mediante il trasferimento non solo del know-how e delle risorse monetarie ma soprattutto delle esperienze concrete di crescita e progresso sociale, tecnico ed economico. Occorre fare ciò per consentire a tutte le nazioni di portare il proprio contributo ad uno sviluppo sostenibile a livello globale. È questo uno dei motivi

per i quali la cooperazione internazionale ha ragione di esistere ed è mediante questa che si deve favorire un reale processo di prosperità in via stabile e definitiva partendo comunque dalla valorizzazione del patrimonio, sia materiale che non, che ogni popolo ha sviluppato nell'arco dei millenni.

Quindi lo scopo della lotta ai cambiamenti climatici deve servire, oltre che a permettere ai paesi sviluppati di ridurre le emissioni dei gas serra, anche a rendere accessibile le risorse economiche, scientifiche e tecnologiche ai PVS e fare in modo che ciò risulti come il volano per il loro processo di crescita economica e progresso eco-compatibile. I “meccanismi di sviluppo pulito” o CDM previsti dal Protocollo di Kyoto, di cui abbiamo parlato nei precedenti paragrafi, rappresentano uno strumento fondamentale per raggiungere questo duplice obiettivo.

4.7 INVESTIMENTI NEL COMPARTO ENERGETICO SU SCALA GLOBALE

Secondo il rapporto redatto da REN21 nel 2009 (Figura 22), è emerso che nel 2008 sono stati investiti su scala globale circa 120 miliardi di dollari in nuove strutture per la produzione di energia sostenibile, siano esse destinate alla produzione energetica da fonti rinnovabili o all'aumento dell'efficienza energetica. Con riferimento sempre allo stesso anno, il volume d'affari totale dell'energia sostenibile è stimato sui 200 miliardi di dollari, di cui meno del 5% dedicato all'efficienza energetica; un'approssimazione per difetto questa, visto che molti degli investimenti sono stati realizzati internamente dai beneficiari dell'applicazione senza ricorrere a finanziamenti esterni.

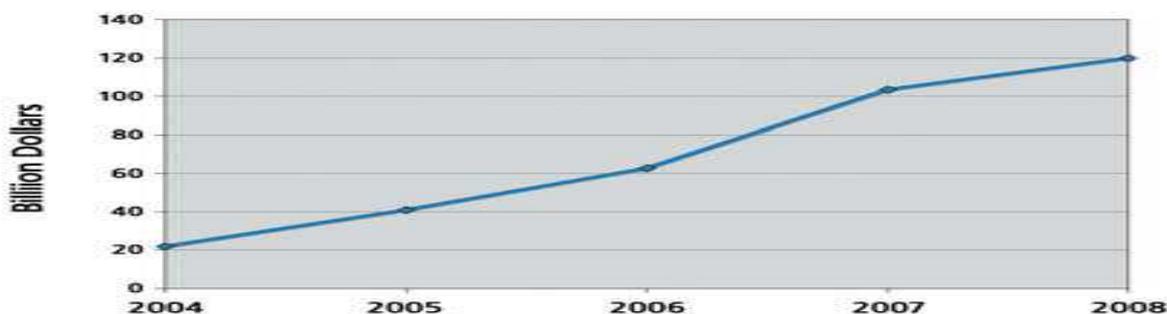


Figura 22 - Investimenti (in miliardi di dollari) a livello globale per le energie rinnovabili nel periodo 2004-2008

Fonte: REN21 - Renewables Global Status Report (2009)

Per quanto riguarda gli investimenti su scala globale per la tecnologia rinnovabile nel 2008 (Figura 23), si nota che l'energia eolica, quella solare e i biocombustibili sono le tre maggiori aree

di investimento rispettivamente con il 51,8%, 33,5% e il 16,9% e gli impianti per l'utilizzo delle biomasse e rifiuti risultano al quarto posto con il 7,9%. Nonostante il ruolo importante dei biocombustibili e delle biomasse, essi sono stati gli unici settori in cui si è assistito ad un leggero decremento degli investimenti nel corso del 2008 rispetto al 2007.

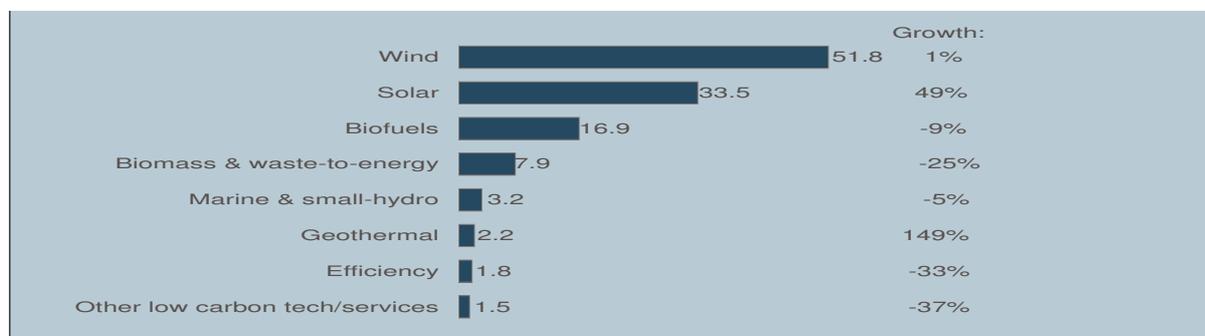


Figura 23 - Investimenti per la tecnologia nel 2008 (in miliardi di dollari) e crescita rispetto al 2007 (in percentuale)

Fonte: New Energy Finance , UNEP SEFI (2009)

Considerando i soli investimenti in nuove attività per regione geografica (Figura 24) si nota come l'Europa sia il mercato di dimensione più importante con 49,7 miliardi di dollari, seguito a distanza dal Nord America con 30,1. Esiste inoltre una specializzazione territoriale nella tipologia di investimenti: l'Europa si caratterizza per investimenti di sviluppo pre-commerciale, gli Stati Uniti invece si distinguono per investimenti allo stadio iniziale di sviluppo. Sebbene i paesi OECD siano l'area di investimento maggiore, nel 2008 nei PVS si è investito quasi il 30% in nuove applicazioni, principalmente in Cina e Brasile.

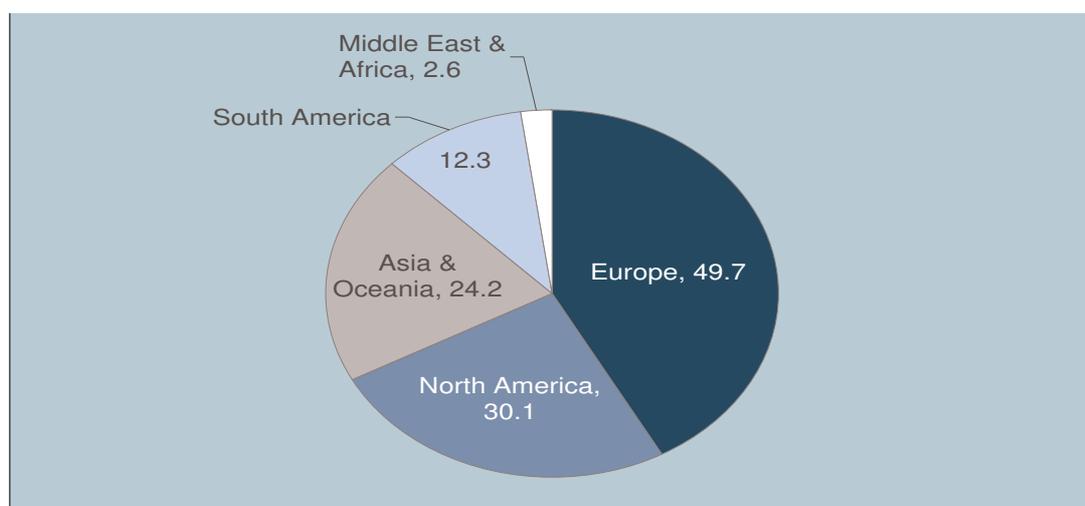


Figura 24 - Investimenti (in miliardi di dollari) per area geografica nel 2008

Fonte: New Energy Finance , UNEP SEFI (2009)

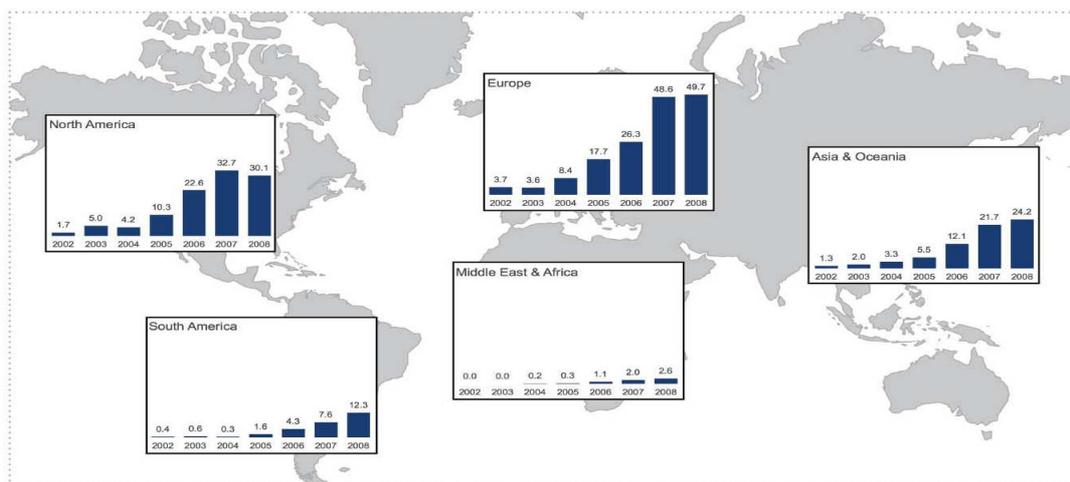


Figura 25 - Investimenti (in miliardi di dollari) per area geografica nel periodo 2002-2008
 Fonte: New Energy Finance , UNEP SEFI (2009)

Nonostante questi numeri di tutto rispetto e l'idea generale che le energie sostenibili debbano essere sostenute sia politicamente che economicamente, essendo ritenute più costose di quelle "tradizionali" per quanto riguarda la loro installazione, l'UNEP fa notare che:

- a- gli investimenti nelle energie sostenibili ovvero rinnovabili durante il 2008 rappresentano poco meno del 10% degli investimenti mondiali eseguiti in infrastrutture energetiche, ovvero l'1% del totale degli investimenti esistente al 2008
- b- l'ammontare di tali investimenti ha lo stesso ordine di grandezza, secondo quanto riportato dalla Stern Review, del costo per stabilizzare l'anidride carbonica equivalente nell'atmosfera ad un livello di 550 ppm
- c- pur essendo un settore dalle prospettive interessanti nel medio lungo periodo, l'ambito dell'energia sostenibile ha sofferto della crisi finanziaria internazionale a partire dal primo trimestre del 2008 dopo aver raggiunto il suo picco massimo nell'ultimo trimestre del 2007 ed è previsto che questo trend sia destinato a continuare anche nei prossimi anni

Per quanto concerne la produzione dei biocombustibili, l'Agenzia Internazionale per l'Energia ha fatto notare che sebbene ci sia stato un significativo incremento tra il 2006 e il 2008 (+58% per il bioetanolo, +100% per il biodiesel), questi coprono solo l'1% del consumo mondiale di combustibili per il trasporto. Per questo motivo il settore dei trasporti è quello in cui sarà necessario compiere i maggiori passi verso la sostenibilità, sia in termini di efficienza energetica (cioè ridurre il consumo di carburante per chilometro percorso) e sia per superare il dualismo che esiste tra food e no-food. A tale riguardo New Energy Finance riporta una stima circa il contributo dei biocombustibili all'incremento dei prezzi nelle materie prime agricole verificatosi a cavallo tra il 2008 e il 2009. In Figura 26 si riporta l'impatto di diversi fattori sull'aumento di prezzo di alcune materie prime ad uso sia alimentare che energetico.

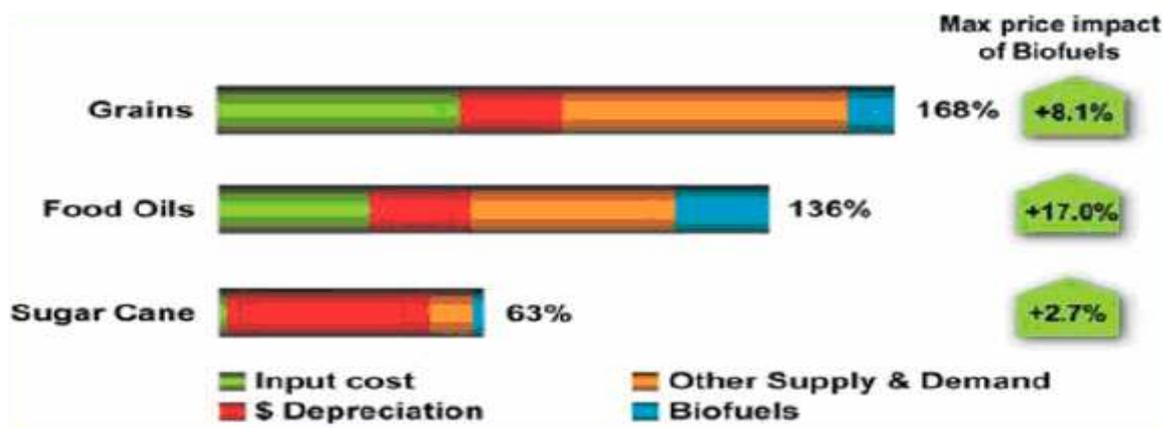


Figura 26 – Stima del contributo dei biocarburanti all'aumento del prezzo dei generali alimentari
Fonte: New Energy Finance, USDA

I fattori responsabili di quell'anomalo incremento di prezzo risultano essere fondamentalmente: l'aumento del costo dei mezzi di produzione, tutti una serie di fattori che influenzano la domanda e l'offerta (es. spostamento della curva di domanda e offerta, presenza di beni sostituti o beni complementari, aumento del reddito disponibile pro-capite, ecc.), il deprezzamento del dollaro americano e infine l'aumento della domanda indotta per la produzione di biocombustibili. Attribuendo un peso ai fattori appena elencati, si rileva che l'aumento di prezzo dei cereali e degli oli vegetali è attribuibile soprattutto all'aumento dei costi di produzione e ad allo spostamento dell'equilibrio tra domanda e offerta, mentre l'influenza dei biocombustibili è molto più contenuta. Tra le diverse commodity, il prezzo degli oli vegetali è stato influenzato in modo più marcato dallo sviluppo dei biocombustibili, mentre la canna da zucchero è la commodity che ne ha risentito di meno.

Qualche segnale volto alla risoluzione, anche se in modo parziale, della competizione tra food e no-food per le materie prime destinate anche ai biocombustibili è apparsa tra il 2006 e il 2007, con investimenti su larga scala, mediante la realizzazione di impianti destinati alla produzione di biofuel di seconda generazione, spesso avviati con una partnership mista pubblico-privato. Si tratta di impianti che impiegano biomassa ad uso non alimentare, come ad esempio l'impianto per la produzione di bioetanolo costruito in Iowa (USA) e produttivo dal 2009 che usa come substrato i residui di mais (stocchi, foglie e tutoli).

Nel 2007 in Canada si sono stanziati 500 milioni di dollari per imprese che producano biodiesel o bioetanolo di seconda generazione e negli Stati Uniti 390 milioni di dollari per la costruzione di sei nuovi impianti. Il primo impianto a livello mondiale, per la produzione di bioetanolo di seconda generazione su larga scala, è entrato in funzione nel 2007 in Giappone, con una capacità annua di

1,4 miliardi di litri. La prima piattaforma statunitense invece è stata completata nel 2008, con una capacità annua pari a 75 miliardi di litri.

Per tornare in Europa, in Olanda nel 2008 è entrato in funzione un impianto di bioetanolo di seconda generazione dalla potenzialità di 200 miliardi di litri all'anno, che impiega come substrato i residui dell'industria di lavorazione dei cereali (es. pula) ed in Germania, a Freiberg, nel 2008 è stato inaugurato il primo impianto che sfrutta la tecnologia BTL (Biomass To Liquid) per ricavare biodiesel dal legno di scarto, con potenziale di 18 miliardi di litri di biodiesel all'anno ed entro il 2013 dovrebbe entrare in funzione un altro impianto simile come tecnologia ma con potenzialità nominale nettamente superiore ovvero di 270 miliardi di litri di biofuel all'anno.

Capitolo 5

BIOMASSE, BIOENERGIA E COMPARTO AGRO-FORESTALE

Il bisogno della produzione di energia da fonti alternative si sviluppò in seguito alla crisi economica del 1973, quando i paesi arabi produttori di petrolio aumentarono improvvisamente il prezzo del greggio; questo portò contestualmente ad un aumento dei prezzi dei trasporti, del riscaldamento e dell'energia elettrica. Al tempo stesso nel mondo della ricerca crebbe la consapevolezza dell'esauribilità dei combustibili fossili. Fu allora che per la prima volta si diffuse il termine di risorse "alternative"; alternative all'idea che l'energia potesse prodursi solo facendo bruciare matrici di origine fossile. L'agricoltura fu subito presa in causa in quegli anni e da quel momento in poi molte altre nuove parole vennero coniate: tra tutte, quelle che attualmente ricoprono maggiore importanza nel comparto agricolo, sono: biomassa, fonti rinnovabili, bioenergia, agro-energia e energia radiante.

5.1 DEFINIZIONI

Il termine biomassa si riferisce a materia organica, prevalentemente vegetale, sia spontanea che coltivata dall'uomo, terrestre e marina, prodotta per effetto del processo della fotosintesi clorofilliana grazie all'apporto dell'energia dalla radiazione del sole, di acqua e di svariate sostanze nutritive. Attraverso tale processo la materia vegetale costituisce la forma più sofisticata in natura per l'accumulo di energia solare. Sono quindi biomasse tutti i prodotti e i residui delle coltivazioni agricole e forestali, gli scarti dell'industria alimentare, le alghe, e, in via indiretta, tutti i prodotti organici derivanti dall'attività biologica degli animali e dell'uomo, come quelli contenuti nei rifiuti urbani e nei reflui.

Si definiscono fonti rinnovabili di energia quelle fonti che, a differenza dei combustibili fossili e nucleari, possono essere considerate, almeno virtualmente, inesauribili perché il loro ciclo di produzione, o riproduzione, ha tempi caratteristici comparabili con quelli del loro consumo; tra queste rientrano: la solare, l'idraulica, l'eolica, le biomasse, le onde e le correnti marine. E' inoltre considerata rinnovabile, anche se in modo improprio, l'energia geotermica perché è praticamente inesauribile.

Il termine bioenergia è solitamente utilizzato per definire l'energia ricavabile dalle biomasse. Secondo il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 (che recepisce la Direttiva 2001/77/CE

sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili), le biomasse sono definite come la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali), dalla selvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani.

Il termine agroenergia vuole raggruppare tutte le forme di energia rinnovabile prodotte nell'economia dell'azienda agricola e agro-forestale, per agroenergia si intende quindi la potenzialità energetica che si può ricavare dai processi agricoli come la produzione di biocarburanti (biodiesel, bioetanolo, olio vegetale puro, syngas e biogas) o forestali come la produzione di biomasse legnose.

Anche se spesso non citata come definizione nell'ambito delle energie rinnovabili, è importante definire l'energia radiante o comunemente detta energia solare. L'energia radiante è la sorgente primaria da cui hanno origine quasi tutte le fonti energetiche, sia convenzionali che rinnovabili; solo la geotermica, la gravitazionale e la nucleare sono da questa indipendenti. Tutte le altre fonti rinnovabili quindi derivano dall'energia radiante che investe il pianeta Terra e quelle che da essa direttamente derivano sono: l'idraulica, l'eolica, le biomasse, le onde e le correnti marine. Ciascuna fonte è caratterizzata dal tempo che impiega la radiazione solare a rinnovarne la disponibilità; questa costante di tempo può essere considerata come l'unità di misura temporale necessaria per rinnovare l'energia della fonte stessa. Tale parametro varia fra la disponibilità immediata, nel caso di uso diretto della radiazione solare come ad esempio negli impianti fotovoltaici (FV) produttori di energia elettrica (e.e.) o i solari termici, vettori di energia termica per il riscaldamento dell'acqua, ad alcuni anni nel caso delle biomasse. A sua volta ciascuna fonte alimenta diverse tecniche di conversione energetica, infatti l'energia termica, elettrica, meccanica e chimica possono essere ottenute, direttamente o indirettamente, da sorgenti rinnovabili.

5.2 CLASSIFICAZIONE DELLE BIOMASSE

A seconda della loro origine, le biomasse possono essere suddivise in 5 categorie:

- forestali ed agroforestali: residui delle attività agroforestali o delle operazioni selvicolturali, utilizzazione di boschi cedui, sfoltimento delle siepi, ecc.
- agricole: residui colturali provenienti dall'attività agricola o dalle colture dedicate di specie lignocellulosiche, oleaginose, zuccherine o amidacee
- zootecniche: reflui zootecnici e scarti derivanti dalla pulizia degli allevamenti
- industriali: residui provenienti dalle industrie agroalimentari, del legno e dalle cartiere

- rifiuti urbani: residui delle operazioni di manutenzione delle aree verdi cittadine e frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU)

Dalle diverse biomasse si può ottenere un'eterogenea gamma di biocombustibili suddivisibile, in base alla consistenza, in 3 raggruppamenti:

- solidi: legno, scarti legnosi, ecc.

- liquidi (detti anche biocarburanti): biodiesel, bioetanolo, olio vegetale puro (OVP o SVO: straight vegetable oil)

- gassosi: biogas, syngas

5.3 TECNOLOGIE PRESENTI NELL'AGROENERGIA

Tra le varie tecnologie di conversione energetica delle biomasse, alcune sono usate da decenni su larga scala, altre possono considerarsi giunte ad un livello di sviluppo tale da consentirne a breve l'utilizzazione a livello industriale, altre necessitano invece di ulteriore sperimentazione al fine di aumentarne i rendimenti e ridurre i costi. I processi di conversione delle biomasse in energia possono essere classificati in due categorie:

- processi termochimici

- processi biochimici

5.3.1 PROCESSI TERMOCHIMICI

Le tecnologie che rientrano in questa categoria si basano sull'azione che il calore esercita nei confronti della biomassa inserita nel sistema, nella quale si innescano le reazioni necessarie a convertire la materia (en. chimica) in energia chimica (biocombustibili), termica (calore), elettrica o un mix di queste.

Le biomasse più indicate per tale tipo di processi sono quelle caratterizzate dall'aver un rapporto tra carbonio e azoto (C/N) superiore a 30 e un contenuto di umidità inferiore al 30%. Le biomasse più adatte sono quindi quelle prevalentemente ricche in lignina come: la legna e tutti i suoi derivati (scarti di falegnameria quali: trucioli, segatura, ecc.), sottoprodotti colturali di tipo ligno-cellulosico (paglia di cereali, residui di potatura della vite e dei fruttiferi, ecc.) e alcuni scarti di lavorazione (noccioli, gusci, ecc.).

In particolare i processi termochimici più interessanti per il mondo agricolo sono:

5.3.1.1 COMBUSTIONE DIRETTA

Questa è stata, per molto tempo, l'unico mezzo per produrre calore ad uso domestico ed industriale. Dal punto di vista termodinamico la combustione è un processo di conversione

dell'energia chimica del combustibile in en. termica sottoforma di calore. Essa viene generalmente attuata in apparecchiature (caldaie), in cui avviene lo scambio di calore tra i gas di combustione e i fluidi di processo (per esempio acqua). La combustione di prodotti e residui agricoli si realizza con buoni rendimenti, se si utilizzano sostanze ricche di glucidi strutturati e con contenuti in acqua inferiori al 35%. I prodotti impiegabili a tale scopo sono i seguenti: legname in tutte le sue forme, residui di legumi secchi, residui dell'industria agroalimentare e residui di piante oleaginose e da fibra tessile.

5.3.1.2 CO-COMBUSTIONE (CO-FIRING)

Si tratta di un'alternativa alla combustione: la biomassa viene convertita in energia elettrica in centrali tradizionalmente alimentate da solo combustibile fossile (carbone), sostituendo una frazione di quest'ultimo con materiale lignocellulosico. Questo sistema è stato messo appunto ancora negli anni '90. La sostituzione della porzione di carbone è nell'ordine del 20%, questa può essere fatta miscelando la biomassa con carbone prima che il combustibile venga introdotto nella caldaia o utilizzando alimentatori separati. I vantaggi legati a questo tipo di combustione sono soprattutto ambientali, grazie alla riduzione delle emissioni di protossido di azoto, di anidride solforosa e di diossido di carbonio.

5.3.1.3 PIROLISI

E' un processo di decomposizione termochimica di materiali organici, ottenuto fornendo a questi calore a temperature comprese tra 400 e 800°C, in forte carenza di ossigeno. I prodotti ottenuti dalla pirolisi possono avere una consistenza: gassosa, liquida e solida, in proporzioni che dipendono dal tipo di pirolisi adottata (veloce, lenta, convenzionale) e dai parametri di reazione, in particolare la temperatura e la percentuale di ossigeno. Uno dei maggiori problemi legati alla produzione di energia basata sui prodotti della pirolisi è la qualità e l'eterogeneità dei medesimi. In particolare, a livello sperimentale si nota che:

- la pirolisi lenta caratterizzata da basse temperature e lungo tempo di permanenza consente una produzione di carbone di legna di circa il 30% del peso del materiale in ingresso
- la pirolisi estremamente veloce (flash) condotta ad una temperatura che varia tra i 500 e i 650°C e un tempo di permanenza molto basso (meno di un secondo) fa aumentare i prodotti liquidi fino all'80% in peso
- la pirolisi in condizioni convenzionali, ovvero a temperature moderate (inferiori a 600°C) e tempi di permanenza medi, dà origine a prodotti gassosi, liquidi e solidi in proporzioni più o meno costanti.

5.3.1.4 CARBONIZZAZIONE

E' un processo di tipo termochimico che consente la trasformazione delle molecole strutturate dei prodotti lignocellulosici in carbone di legna o in carbone vegetale. Tale trasformazione viene ottenuta mediante l'eliminazione dell'acqua e delle sostanze volatili dalla materia vegetale di partenza, per azione del calore, nelle carbonaie all'aperto o in ambienti chiusi, le quali a differenza delle prime offrono una maggiore resa in carbone.

5.3.1.5 GASSIFICAZIONE

E' un processo chimico-fisico mediante il quale si trasforma un combustibile solido (legno, scarti agricoli, rifiuti) in uno gassoso. Esso consiste nell'ossidazione incompleta (a causa dell'assenza o della carenza di ossigeno) di una sostanza in ambiente ad elevata temperatura (900 – 1000°C) per la produzione di un gas combustibile (detto gas di gasogeno o syngas). I problemi connessi a questa tecnologia si incontrano a valle del processo e sono legati principalmente al basso potere calorifico del gas, alle impurità presenti in esso e allo smaltimento dei residui carboniosi formati. In particolare il basso PCI per unità di volume comporta tutta una serie di problemi connessi al suo immagazzinamento e trasporto tali per cui risulta eccessivamente costoso il suo trasporto sulle lunghe distanze. Tali inconvenienti possono essere superati trasformando il gas in alcool metilico, che può essere agevolmente utilizzato per l'azionamento di motori. Il metanolo infatti, dopo essere stato raffinato, acquisisce la consistenza della benzina sintetica, con potere calorifico analogo a quello delle benzine tradizionali.

5.3.1.6 OLII VEGETALI E BIODIESEL

Gli olii vegetali possono essere estratti da piante oleaginose quali per esempio: soia, colza, girasole. Essi possono essere utilizzati come combustibili nello stato in cui vengono estratti, mediante estrazione a caldo (olio vegetale puro) oppure dopo esterificazione (biodiesel). Il loro uso ha destato ormai da tempo un notevole interesse sia per la disponibilità di tecnologie semplici per la loro trasformazione ed utilizzazione, sia per la riutilizzazione dei sottoprodotti di processo (per esempio la glicerina, adoperata dall'industria farmaceutica).

5.3.1.7 STEAM EXPLOSION (SE)

E' un trattamento innovativo a basso impatto ambientale, mediante il quale si possono ottenere una vasta gamma di prodotti utilizzando come materia prima le biomasse vegetali. Il processo consiste nell'uso di vapore saturo ad alta pressione per riscaldare, a diverse temperature (range che solitamente varia tra i 160 e i 220°C) e per un tempo variabile da qualche secondo a un paio di minuti, qualsiasi tipo di materiale lignocellulosico in un reattore ad alimentazione continua o discontinua. Questo processo, rispetto agli altri precedentemente descritti, presenta il vantaggio

fondamentale di provocare una destrutturazione del materiale nelle sue componenti fibrose strutturali: cellulosa, emicellulosa e lignina, permettendo così il possibile sfruttamento totale delle biomasse che vengono immesse nell'impianto e rendendo queste disponibili per svariati scopi.

5.3.2 PROCESSI BIOCHIMICI

Essi permettono di ricavare energia per reazione chimica dovuta al contributo di enzimi, funghi e micro-organismi (m.o.) che si formano nella biomassa in particolari condizioni. I processi biochimici vengono impiegati per quelle biomasse in cui il rapporto C/N sia inferiore a 30 e l'umidità alla raccolta sia superiore al 30%. Risultano idonei alla conversione biochimica le colture acquatiche (alghe o residui della lavorazione ittica), alcuni prodotti e sottoprodotti colturali (foglie e coltetti di barbabietola, patate, ecc.), i reflui zootecnici e alcuni scarti di lavorazione (acque di lavaggio), nonché la biomassa eterogenea immagazzinata nelle discariche controllate.

In particolare i processi biochimici più interessanti in agricoltura sono:

5.3.2.1 DIGESTIONE ANAEROBICA

E' un processo di conversione di tipo biochimico che avviene in anaerobiosi (assenza di ossigeno); esso consiste nella conversione, ad opera di m.o., di sostanze organiche complesse (lipidi, protidi, glucidi) contenute nei vegetali e nei sottoprodotti di origine animale, in molecole più semplici quali il biogas, costituito questo per il 55-60% da metano e per la parte restante soprattutto da anidride carbonica. I sottoprodotti di tale processo sono ottimi fertilizzanti poiché parte dell'azoto, potenzialmente perso in atmosfera sottoforma di ammoniaca, viene fissato diventando così disponibile e direttamente utilizzabile dalle piante.

5.3.2.2 FERMENTAZIONE ALCOLICA

E' un processo di tipo microaerofilo, che opera la trasformazione dei glucidi contenuti nelle produzioni vegetali in etanolo (alcol etilico). La produzione di questo alcool è molto diffusa in Brasile dove viene utilizzato, puro in normali motori a combustione interna oppure mescolato in miscela variabile con la benzina, nelle vetture commercialmente definite come "dual fuel" o "flex fuel". Le materie prime per la produzione di etanolo possono essere racchiuse nelle seguenti classi: residui di coltivazioni agricole, residui di coltivazioni forestali, eccedenze agricole temporanee ed occasionali, residui di lavorazioni delle industrie agro-alimentari, coltivazioni ad hoc come la canna da zucchero, il grano, il mais e il sorgo zuccherino.

5.3.2.3 DIGESTIONE AEROBICA

È un processo di respirazione che consiste nella metabolizzazione delle sostanze organiche per opera di m.o., il cui sviluppo è condizionato dalla presenza di ossigeno. Questi batteri

convertono sostanze complesse ovvero macromolecole (proteine, ecc.) in altre più semplici (amminoacidi, ecc.), liberando anidride carbonica e acqua, e producendo un elevato riscaldamento del substrato, proporzionale alla loro attività metabolica. Il calore prodotto può essere così trasferito mediante scambiatori a fluido. Questa tecnica anche se non molto usata può comunque trovare impiego in ambienti agro-zootecnici come potenziale fonte di energia termica.

Una struttura impiantistica in grado di far coesistere uno o più processi tra quelli sopracitati, con altri a carattere non energetico, prende il nome di “*Bioraffineria*”, questa è costituita da una piattaforma tecnico-scientifica attraverso la quale le materie rinnovabili (le cosiddette biomasse) vengono trasformate in combustibili, energia e prodotti chimici, attraverso tecnologie e processi che producono minimi scarti e che hanno limitate ricadute per l’ambiente.

La bioraffineria prende spunto dalla raffineria classica nella quale il petrolio, materiale composto da una complessa matrice, richiede una idonea separazione in più gruppi di sostanze. Il successivo trattamento e trasformazione di queste ultime porta ad una varietà completa di prodotti. La petrolchimica si basa sul principio di generare prodotti chimici semplici da maneggiare e ben definiti, permettendo così la successiva costruzione di famiglie di prodotti e di linee di produzione efficienti, volte all’ottenimento di prodotti a diverso grado di complessità. Questo stesso criterio vale anche per le bioraffinerie, nelle quali però la materia prima di partenza è costituita da biomasse vegetali e animali invece di petrolio e, in una visione ancora più ampia, anche da prodotti di scarto quali i reflui urbani e industriali. Dalle biomasse è possibile l’ottenimento sia di energia e combustibili (bioalcoli, biodisel, biogas, idrogeno, ecc.) sia la produzione di prodotti chimici di base, di prodotti intermedi e di materiali finiti quali i biopolimeri e le bioplastiche.

5.4 FILIERE PRESENTI NEL SETTORE BIOENERGETICO IN AGRICOLTURA

Nel settore delle energie rinnovabili presenti in agricoltura in uno stesso territorio, in base alle caratteristiche pedoclimatiche, possono essere attive diverse filiere agroenergetiche, ovvero attività che legano la coltivazione della biomassa con il suo diretto utilizzo a scopo energetico. Lo sviluppo di questo genere di filiere a livello locale è influenzato, non solo da aspetti di carattere tecnico-economico ma anche dalle scelte politiche che vengono fatte nei settori agricolo-forestale, ambientale, energetico e fiscale.

Le principali filiere agroenergetiche che si possono trovare in agricoltura in Italia sono:

- colture legnose da combustione diretta

- colture erbacee da combustione diretta
- biocarburanti: biodiesel, bioetanolo, olio vegetale puro
- biogas (e syngas)

5.4.1 COLTURE LEGNOSE DA COMBUSTIONE DIRETTA

Il legno utilizzato nella costituzione di questo tipo di filiera può derivare: dalla gestione forestale, dalla manutenzione delle aree verdi o dalla coltivazione di colture lignocellulosiche dedicate che sono conosciute con il nome di *short rotation forestry* (SRF), ovvero cedui a corta rotazione.

Le moderne tecnologie introdotte, nel corso degli ultimi anni, nella combustione, nel controllo e nell'alimentazione automatica dei combustibili legnosi applicate agli impianti per la produzione di energia termica, hanno fatto acquisire rendimenti sempre più alti, maggiore praticità, affidabilità, efficienza, sicurezza, programmabilità delle temperature e dei tempi di erogazione. Le nuove tecniche di combustione riescono a raggiungere un rendimento che può superare il 90%, un livello pari a quello delle caldaie a metano o a gasolio. La tipologia dei combustibili legnosi e delle apparecchiature per la combustione è notevolmente articolata e si divide principalmente in:

- impianti a *pezzi di legna* tradizionali; questi sono rappresentati dalle stufe classiche, caratterizzate dall'aver bassi rendimenti oppure da impianti moderni a fiamma inversa sempre funzionanti con pezzi di legna, denominati anche a “gassificazione totale” caratterizzati da elevati rendimenti. In entrambi i casi questo genere di impianti sono: adatti per uso familiare o condominiale, il caricamento è manuale e la potenza massima arriva fino a un centinaio di kWt
- impianti a legno *cippato*, vale a dire legno ridotto in schegge di piccole dimensioni. In queste caldaie sia il sistema di caricamento del combustibile, con sistemi a coclea a spintore o a rastrelli, che di controllo della combustione, sono completamente automatici; le potenze in gioco variano dal centinaio di kWt fino a qualche MWt. Questi impianti vengono solitamente impiegati per alimentare reti di teleriscaldamento che variano dal piccolo gruppo di abitazioni fino ad un intero paese con centinaia di utenze collegate
- impianti a *pellet*, cioè piccoli cilindretti di segatura pressata e trafilata. Questi impianti sono completamente automatizzati, vengono utilizzati a tutte le scale, dalle piccole stufe per singoli ambienti fino ai grandi impianti di teleriscaldamento
- impianti *briquette*, cioè cilindri di legno densificato della dimensione di un tondello da ardere, questi possono essere usati sia a livello domestico che industriale, nel secondo caso l'alimentazione è automatica

5.4.2 COLTURE ERBACEE DA COMBUSTIONE DIRETTA

Tra le specie erbacee da combustione diretta si ricordano principalmente il sorgo da fibra, il miscanto, oltre al classico mais sotto forma di granella, di residui colturali o di trinciato integrale. Anche i residui pagliosi di colture più o meno importanti quali i vernini (frumento, orzo, avena, segale e triticale) o estivi (riso) possono fornire un contributo allo scopo. Per qualche coltura (v. Miscanto) restano da superare in via definitiva alcuni problemi legati al reperimento del materiale vivaistico e al costo d'impianto del materiale stesso. A tale scopo si possono utilizzare anche la canna palustre (*Arundo donax*), la cannuccia (*Phragmites communis*) e quei cereali che risultano inadatti all'alimentazione umana e animale per la presenza di micotossine in eccesso nelle loro granelle.

L'utilizzo di biomassa erbacea in caldaie a combustione diretta rappresenta una pratica ampiamente diffusa presso le aziende agricole di paesi del Nord Europa. Qui infatti la paglia, accumulata sottoforma di balle, prende il posto della legna in caldaie di dimensioni superiori al MWt. A questi generatori di calore viene allacciata una rete di teleriscaldamento e ogni utente, che usufruisce di tale servizio, si predispone di una sottocentrale dotata di scambiatore di calore, nel quale l'energia termica viene ceduta all'acqua circolante negli impianti domestici sia di riscaldamento che di acqua sanitaria.

Oltre all'energia termica, dalle biomasse si può produrre anche energia elettrica con impianti che utilizzano varie tecnologie. La più diffusa, per taglie di qualche MWe fino ad alcune decine di MWe, si basa sulla combustione in caldaie a griglia o a letto fluido. Il vapore prodotto in caldaia alimenta una turbina che aziona un alternatore e da qui la produzione di e.e.. Questo genere di impianti, anche i più moderni, hanno rendimenti elettrici massimi del 30%. Il calore non convertito in energia elettrica viene disperso nell'ambiente, oppure può essere recuperato nel caso in cui si utilizzino impianti di tipo cogenerativo (CHP), con i quali il calore recuperato viene impiegato per processi industriali o per il riscaldamento residenziale. Il vantaggio della produzione combinata di elettricità e calore consiste nell'alto rendimento complessivo, che può raggiungere valori anche prossimi al 100%, quindi doppi o tripli rispetto alla sola generazione elettrica.

Tuttavia per piccoli impianti, di potenza inferiore al MWe, il rendimento del ciclo a vapore diminuisce drasticamente fino a diventare antieconomico.

5.4.3 BIOCARBURANTI: BIODIESEL, BIOETANOLO E OLIO VEGETALE PURO

5.4.3.1 BIODIESEL

E' una fonte di energia rinnovabile in forma liquida ottenuta principalmente da olii vegetali esterificati di colza, di soia, di girasole o di palma. Il biocombustibile può essere immesso nel serbatoio di motori endotermici alternativi a ciclo Diesel, come sostituto del gasolio o in miscela con quest'ultimo, o come combustibile nelle caldaie per il riscaldamento. L'uso del biodiesel, se comparato con quello dei combustibili di origine fossile, grazie alla presenza di ossigeno nella sua molecola (circa l'11%) permette un miglioramento della combustione e di conseguenza una riduzione delle emissioni dei gas serra. Inoltre non contiene idrocarburi policiclici aromatici né zolfo, principali cause delle piogge acide e permette quindi una riduzione degli inquinanti e della pericolosità delle emissioni. La produzione del biodiesel comporta numerosi passaggi di lavorazione intermedia (esterificazione con aggiunta di metanolo, purificazione, distillazione e stabilizzazione chimica). Come co-prodotto si ottiene della glicerina che, se adeguatamente resa anidra e purificata, può essere destinata all'industria farmaceutica, cosmetica, alimentare oppure utilizzata a scopo energetico in mangimistica. Le recenti politiche adottate nel nostro paese tentano di promuovere lo sviluppo di filiere nazionali, come ad esempio nel Comune di Siena e di Roma.

5.4.3.2 BIOETANOLO

Il bioetanolo può essere prodotto mediante la fermentazione di diversi prodotti agricoli ricchi di carboidrati e zuccheri quali: i cereali, le colture zuccherine, i composti amidacei e le vinacce. Le materie prime per la produzione di bioetanolo possono essere inserite nelle seguenti classi: coltivazioni *ad hoc* (mais, sorgo, cereali autunno-vernini, bietola e canna da zucchero), residui di coltivazioni agricole e forestali, eccedenze di produzioni agricole, residui di lavorazioni delle industrie agrarie e agro-alimentari, alimenti non più edibili e rifiuti urbani. In campo energetico, il bioetanolo può essere utilizzato come componente per benzine o per la preparazione dell'ETBE (EtilTerButilEtere), un derivato alto-ottanico alternativo all'MTBE (MetilTerButilEtere), nei motori endotermici alternativi a ciclo Otto. La quantità di bioetanolo prodotto in Italia è attualmente molto limitata al punto che le risorse destinate allo sviluppo e al sostegno di questo biocarburante sono rimaste in passato in gran parte inutilizzate, anche per motivi burocratici. Le industrie che sono impegnate nella produzione del bioetanolo appartengono al settore della distillazione o della riconversione degli ex-zuccherifici.

5.4.3.3 OLIO VEGETALE PURO

L'olio vegetale puro (*Straight Vegetable Oil – SVO*) è un biocarburante ottenuto dalla semplice spremitura dei semi prodotti dalle colture oleaginose, principalmente colza, girasole e soia e dalla sua successiva purificazione e filtrazione. Il suo impiego ha riscosso particolare successo in passato in Austria e in Germania dove poteva contare sulla completa defiscalizzazione senza limiti o contingentata; dal 2009 però in Germania è entrata in vigore una norma che ha portato ad una fiscalizzazione del SVO usato per trazione, il che ha già avuto conseguenze nel settore.

L'olio vegetale puro può essere impiegato per diversi scopi: l'alimentazione di motori diesel statici per la produzione di energia elettrica ed energia termica in impianti cogenerativi (a partire da alcuni kWe fino a qualche MWe), l'alimentazione di motori diesel non statici (automobili, autobus, trattori agricoli, ecc.) e l'alimentazione di bruciatori per la produzione di energia termica. I vantaggi riconducibili all'uso del SVO sono: la sua produzione è diretta, il processo non comporta una organizzazione di tipo industriale e può essere prodotto quindi direttamente nell'azienda agricola sia a livello singolo che associato. Inoltre il coprodotto derivato dalla produzione dell'SVO è rappresentato da pannello proteico adatto all'alimentazione di animali da ingrasso come i vitelloni e i suini. Il suo impiego allo stato puro nei motori diesel richiede modifiche o adattamenti, il cui costo può essere ammortizzato in tempi sufficientemente brevi (mediamente dai 3 ai 7 anni). In Austria e in Germania sono stati messi a punto degli standard di qualità dell'olio vegetale puro di colza (norma DIN V 51605) allo scopo di dare maggiori garanzie agli installatori e agli utilizzatori finali, di migliorare le prestazioni dei motori e di meglio salvaguardare l'ambiente riguardo le emissioni inquinanti.

5.4.4 BIOGAS

Il biogas è un gas naturale prodotto dalla fermentazione anaerobica di matrici organiche quali: reflui animali, biomasse vegetali e scarti delle industrie agro-alimentari. La digestione anaerobica può avvenire a temperature comprese tra 10 e 55 °C, durante tale processo il 70-75 % della biomassa viene convertita in biogas, composto quest'ultimo per il 55-60% da metano (CH₄). Il residuo della digestione anaerobica, il cosiddetto "digestato", può essere impiegato come ammendante agricolo. Il biogas una volta prodotto viene deumidificato, desolfurato e raccolto e talvolta compresso ed immagazzinato; esso può essere utilizzato come combustibile per alimentare caldaie a gas per produrre calore o motori a combustione interna per produrre energia elettrica oppure purificato al 95 % e inviato alla rete di metano come attualmente avviene in Svezia, Austria e Germania (in questo ultimo caso però si parla comunemente di biometano) e utilizzato quindi per rifornire stazioni di servizio o le caldaie residenziali. All'inizio degli anni ottanta il biogas aveva suscitato in Italia molte aspettative per poi subire una brusca frenata per la scarsa resa economica

degli investimenti. In questi ultimi anni sta ritornando di attualità soprattutto grazie alle nuove tecnologie introdotte ed all'esperienza maturata negli ultimi decenni in Germania e in Austria. Dalla semplice digestione anaerobica, proveniente dalla fermentazione delle deiezioni animali, si è passati nell'ultimo decennio alla codigestione dei liquami zootecnici con colture energetiche (mais e sorgo zuccherino) e questa tecnologia sta mostrando buoni livelli di efficienza e di interesse da parte degli agricoltori. Secondo alcune stime, in Italia potrebbero essere destinati annualmente agli impianti per la produzione di biogas 180 miliardi di t di deiezioni animali, 12 miliardi di t di scarti agroindustriali, 10 miliardi di t di residui colturali, 2 miliardi di t di scarti di macellazione e 220 mila ettari di colture energetiche. Tutto ciò dà l'idea delle grandi potenzialità che il settore del biogas può esprimere nel nostro paese, analogamente a quanto già accaduto in Germania e in Austria.

5.5 GESTIONE DELLE FILIERE BIOENERGETICHE IN AGRICOLTURA

5.5.1 LEGAME CON IL TERRITORIO

A differenza delle fonti energetiche convenzionali, le fonti energetiche rinnovabili (FER) esprimono una maggiore e diffusa relazione con il territorio. La realizzazione di un impianto eolico, geotermico, idroelettrico o fotovoltaico ha con il territorio circostante una relazione verticale e puntuale. Infatti questi impianti risultano produttivi solo se c'è la presenza di specifiche condizioni di vento, particolari temperature del sottosuolo, presenza di salti d'acqua o di soleggiamento in un determinato punto e la possibilità o meno di mettere in opera le apparecchiature costituenti tali impianti.

Quando si parla di agroenergie, ovvero FER provenienti da attività agricola, la connessione con il territorio è ancora più importante che con le FER sopra enunciate. Infatti l'attivazione di un impianto di teleriscaldamento a cippato, di un impianto a biogas o di un generatore elettrico a OVP, necessitano di forti connessioni con il territorio, tali che la superficie coltivata a tale scopo sia direttamente proporzionale alle potenze energetiche in gioco, ovvero con l'impianto installato, e viceversa.

In un territorio agricolo e/o forestale la connessione tra l'areale di riferimento e le imprese agricole e forestali è indispensabile per un corretto funzionamento di tutta la filiera agrienergetica. Le imprese possono assumere ruoli e gradi di impegno imprenditoriale diversificati, a partire dalla semplice produzione della "materia prima" da immettere nell'impianto energetico, fino alla gestione diretta degli impianti ed alla produzione e vendita dell'energia o del vettore energetico nel caso dei

biocarburanti. In tal senso, considerati gli impegni economici ed organizzativi in gioco, un approccio associativo tra le imprese agricole avrebbe migliori possibilità di riuscita.

Questo tipo di attività negli ultimi anni è stata supportata dallo stesso legislatore nazionale che ha inteso promuovere e sostenere il ruolo attivo degli agricoltori, approvando due successivi provvedimenti (legge 266/2005 e legge 81/2006). Norme queste che riconoscono come “attività agricola connessa” la produzione e la cessione di energia elettrica e termica effettuata dagli imprenditori agricoli che utilizzano a tale scopo prevalentemente i prodotti aziendali. Anche se, come spesso accade però, ci si trova a confrontare con una carenza di informazione e di assistenza tecnica; per ovviare a ciò è necessaria una più incisiva presenza pubblica, neutrale, obiettiva e completa, senza creare erronee prospettive di reddito.

Il legame con il territorio e quindi con le colture energetiche prodotte, oltre a rappresentare una caratteristica qualificante delle bioenergie ne esprime al tempo stesso il limite. Infatti la produzione di energia rinnovabile di origine agricola e forestale assume caratteri positivi quando le risorse utilizzate sono state prodotte secondo criteri di sostenibilità ambientale; criteri questi evidenziati dalla stessa Commissione Europea nell’ambito del “Piano d’Azione per la Biomassa” che, nel prefigurare il più che raddoppio dei Mtep prodotti tra i primi anni del nuovo millennio e il 2010, afferma che questo risultato dovrà essere raggiunto senza produrre effetti negativi sulla produzione interna di prodotti alimentari, rispettando le buone pratiche agricole e agronomiche, senza nessun aumento nella pressione ambientale sul suolo e sulle risorse idriche, rispettando la biodiversità delle foreste e del terreno coltivabile, garantendo il mantenimento dei pascoli permanenti, mantenendo la sostenibilità ambientale nella produzione delle biomasse, attuando modalità di produzione della biomassa dalle foreste che rispettano gli equilibri locali del bilancio dei nutrienti del terreno, evitando i rischi di erosione del suolo, ecc.

I principi enunciati devono trovare nella pratica quotidiana un’efficace attuazione. Ad esempio la realizzazione di un impianto di teleriscaldamento alimentato a cippato, della potenza di alcuni megawatt, non deve prescindere da una corretta pianificazione dell’approvvigionamento nel tempo della biomassa legnosa, ispirata ai principi della gestione sostenibile del patrimonio forestale e reperita in un contesto locale; allo stesso modo lo sviluppo delle filiere per la produzione di biocarburanti deve tener conto dell’estensione delle superfici investite a colture energetiche, delle buone pratiche agronomiche e verificare il bilancio energetico e ambientale dell’intero processo produttivo tramite un approccio di *Life Cycle Assessment* (LCA).

LCA è una metodologia utilizzata per valutare e quantificare i carichi energetici ed ambientali e i potenziali impatti associati al processo di produzione di un determinato bene durante il suo intero

ciclo di vita; questo avviene a partire dall'acquisizione delle materie prime utilizzate sino alla produzione dello stesso.

È solamente definendo corretti standard di qualità della filiera agroenergetica che si garantisce una corretta valutazione della bontà delle nascenti filiere e della compatibilità degli impianti nel rispetto della qualità ambientale. Raggiungere questo obiettivo è importante anche e soprattutto per poter “spendere” le colture a fini energetici a livello di misure agroambientali del PSR e su altri tavoli di grande interesse, uno su tutti quello degli accordi di Kyoto.

È altresì ovvio che in uno scenario di crescita del settore non si intende sottovalutare le positive implicazioni di carattere economico per tutte le imprese coinvolte nelle filiere bioenergetiche, ad esempio nella costruzione di apparecchiature e tecnologie, nel commercio e nei servizi e perché tutto ciò avvenga deve assumere carattere prioritario indirizzare l'azione pubblica per supportare in tale contesto le imprese agricole e forestali, dalla fase di pianificazione della filiera sino alla conduzione dell'impianto.

5.5.2 CRITERI DI SCELTA

Prima di tutto bisogna identificare con chiarezza le alternative possibili e le diverse varianti di filiera e coordinare contestualmente le scelte sia colturali che tecnologiche di raccolta, di stoccaggio e di prima trasformazione della biomassa.

In particolare le attività sperimentali e il trasferimento delle conoscenze si focalizzeranno nello studio delle criticità dei processi in rapporto a quelle del territorio, con particolare riferimento a:

- messa a punto di modelli colturali tecnicamente ed economicamente efficaci
- sostenibilità ambientale degli stessi modelli colturali
- sinergia delle filiere con obiettivi di gestione territoriale ed ambientale (qualità delle acque, dell'aria, ricarica delle falde, tutela della diversità biologica e degli habitat per la fauna)
- studio di soluzioni tecniche efficaci nella meccanizzazione della raccolta, stoccaggio e prima trasformazione dei prodotti agricoli e forestali
- definizione di “percorsi” di riferimento per la costruzione delle analisi di filiera, in particolare per la catena dell'approvvigionamento della biomassa, con riferimenti chiari a realizzazioni pilota o a realtà già consolidate e alla scelta della scala territoriale ottimale
- meccanismi di sinergia con le linee di legislazione esistenti o in divenire, a livello nazionale, regionale o PSR

Gli agricoltori devono diventare gli attori principali della filiera, in una logica di rete che vedrà il mondo delle aziende agricole e delle loro associazioni come il fulcro delle attività in una gestione condivisa delle scelte strategiche.

In modo tale che le aspettative economiche degli imprenditori agricoli collimino con le esigenze di gestione corretta del territorio e con il miglioramento dei parametri ambientali, nell'interesse della collettività.

In questo quadro generale diviene essenziale il radicamento delle filiere nel territorio, dove le aziende agricole non possono che essere attori principali, in una logica che tende al distretto energetico lasciando che la sua crescita sia figlia del coinvolgimento, in un patto virtuoso, di tutti coloro che possono trarre vantaggio dai nuovi modelli di gestione energetica, amministrazioni locali e cittadini in primis.

5.6 PERCHÉ LE ENERGIE RINNOVABILI IN AGRICOLTURA?

Lo scenario nel quale si inserisce oggi l'energia rinnovabile nel settore primario rappresenta un momento di svolta per l'agricoltura europea e quella italiana in particolare. Mentre nei decenni passati le politiche comunitarie avevano puntato al sostegno dei redditi agricoli, incentivando la riduzione delle produzioni con misure come il "set aside" ed elargendo contributi a sostegno di alcune coltivazioni, in seguito all'allargamento dell'Unione Europea ed ai nuovi accordi nel WTO, le politiche comunitarie hanno deciso l'abolizione di tutti i sussidi entro il 2010. Parallelamente, sempre per effetto della globalizzazione e della potente crescita delle economie asiatiche, dopo molti anni di stagnazione, nelle ultime annate agrarie si sono alternate pagamenti da "sussistenza" a forti impennate dei prezzi agricoli, in particolar modo nei cereali.

Gli agricoltori sono dunque costretti a rivedere strategicamente il "paniere" di prodotti della propria azienda in un quadro completamente mutato, nel quale molte delle certezze di reddito presenti nel passato sono svanite, altre invece sono all'orizzonte, come nel caso delle FER.

L'agroenergia si presenta agli agricoltori come una delle opzioni possibili ed una delle più radicali per entità e durata degli investimenti che in alcuni casi può comportare.

Anche se la politica degli incentivi del "limitare la dipendenza energetica" poggia sull'interesse nazionale di lungo periodo, la finanza degli agricoltori deve invece tenere in considerazione un'ampia serie di variabili, come la disponibilità futura di materie prime per la produzione energetica, i tempi reali per l'incasso degli incentivi, nonché l'andamento dei prezzi agricoli nel loro insieme. In altre parole, si richiedono agli agricoltori maggiori capacità imprenditoriali, le quali avvicinano il business dell'agricoltura a quello dell'industria manifatturiera.

L'agroenergia inoltre rappresenta una grande sfida per il territorio, in quanto porta con sé una forte innovazione tecnologica, le cui ricadute possono portare benefici economici alle comunità nel suo insieme, come la rivitalizzazione e modernizzazione di aree rurali, una più consapevole gestione del suolo e dell'acqua e lo sviluppo di nuove aree di eccellenza produttiva. Un modello

produttivo completamente nuovo, di collaborazione anche transnazionale, se si pensa alle possibilità, soprattutto nel campo dei biocarburanti, di sviluppare coltivazioni agroenergetiche in aree semidesertiche o comunque incolte (come nel caso della *Jatropha curcas*).

Il modello agroenergetico sia italiano che europeo non dovrà dunque essere quello di una concorrenza con le coltivazioni agroalimentari, quanto piuttosto quello di un utilizzo molto più efficiente del potenziale energetico contenuto in tutte le forme di biomasse.

In questo modello saranno pertanto determinanti le considerazioni di sostenibilità ambientale, energetica ed economica delle produzioni, così come per le tecnologie adottate.

Un bilancio che difficilmente può essere fatto in termini assoluti ma che, al contrario, potrà e dovrà variare in funzione delle condizioni pedo-climatiche, delle dimensioni e della localizzazione dell'azienda agricola e del mercato presente nell'area presa in considerazione.

5.6.1 CASO DELLE BIOMASSE AGRICOLE E FORESTALI

Le agroenergie, in particolare quelle derivanti da biomasse di origine agroforestale, hanno una notevole importanza perché presentano, nei confronti delle energie derivanti da fonti convenzionali, i seguenti vantaggi:

- sono quasi neutre nel bilancio della CO₂, in quanto l'anidride carbonica prodotta durante il processo di combustione della biomassa eguaglia quella assorbita dalla pianta durante la fotosintesi
- sono una fonte energetica totalmente rinnovabile, ovvero il loro sfruttamento non fa diminuire la loro presenza in quanto si rinnovano continuamente
- possono contribuire a ridurre gli output di sostanze inquinanti dai suoli agricoli e dagli allevamenti zootecnici
- lo sfruttamento delle biomasse può essere un valido incentivo alla manutenzione del territorio e all'aumento del valore dello stesso
- combattere lo spopolamento delle aree marginali, che vengono abbandonate a favore delle aree di pianura maggiormente urbanizzate e industrializzate, migliorando e valorizzando al contempo la vivibilità del paese e del territorio circostante
- la produzione interna di biomasse a fini energetici riduce la dipendenza energetica del settore dalle importazioni di combustibili fossili
- rappresentano un'alternativa alle colture agricole destinate al mercato alimentare e mangimistico, le cui produzioni in Europa sono eccedentarie ed i prezzi sono mediamente in costante diminuzione
- sono una fonte energetica spesso reperibile a poca distanza dal luogo di consumo, con minori costi accessori legati al trasporto e ai servizi collegati

- la creazione di filiere di produzione, lavorazione e commercio delle biomasse e la creazione di una rete di vendita ed assistenza di impianti, da cui esse derivano, rappresenta una valida opportunità per creare nuovi posti di lavoro a livello soprattutto locale
- benefici per la politica energetica; l'energia dalle biomasse vegetali infatti contribuisce, oltre che a ridurre la dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili e a diversificare le fonti di approvvigionamento energetico, al perseguimento degli obiettivi imposti nell'ambito delle conferenze internazionali sul clima
- soddisfano le necessità di smaltimento di derrate, che a causa del loro stato fitosanitario non possono più essere commercializzate a scopo alimentare, possono venir quindi riconvertite a scopo energetico, come ad esempio nel caso del mais contaminato dalle fumonisine il cui limite massimo è di 2 ppm; limite questo facilmente superabile nelle annate caratterizzate da estati calde e siccitose come avvenne nel 2003

Per le ragioni sopra citate di carattere ambientale, economico e di politica agricola, oggi i governi dei paesi più industrializzati stanno spingendo sulle cosiddette “agroenergie”.

Per fare ciò c'è bisogno però di un'azione sinergica tra i vari attori della filiera e di un'adeguata dotazione finanziaria. Come nel caso di qualsiasi altra fonte energetica, l'agroenergia per potersi sviluppare richiede infatti tempi medio lunghi, forte coerenza tra le azioni che afferiscono ai diversi settori che interagiscono a livello sociale ed economico e disponibilità di risorse sufficienti a vincere gli attriti che rallentano l'utilizzo di nuove tecnologie.

5.6.2 AGROENERGIE DERIVANTI DA COLTURE AGROFORESTALI IN VENETO

I rapporti che giungono dal mondo della ricerca mostrano che accanto alle fonti rinnovabili “limitate”, come l'idroelettrico, quelle “non limitate” non risultano tutte praticabili nella nostra regione. È il caso infatti del solare termico e soprattutto fotovoltaico che spesso si scontrano con un costo degli impianti ed un conseguente rientro dagli investimenti poco competitivo, e dell'eolico che non risulta praticabile per ragioni climatiche e morfologiche del nostro territorio.

Inoltre gli IAFR delle 4 tipologie sopracitate, a causa del loro impatto visivo, non sono quasi mai ben accettate dalle amministrazioni locali venete, soprattutto nel caso di grandi impianti.

Grande interesse invece, anche per la sua affinità con il mondo delle produzioni primarie, ancora così importante nella regione Veneto, suscita l'ipotesi di una crescita ed affermazione delle fonti energetiche legate alla produzione da biomasse agroforestali e da reflui zootecnici.

Il bisogno di energia dai costi più accettabili in una regione che vuole continuare a crescere, si deve confrontare però con: a) la crisi di un comparto agricolo che, pur in presenza di livelli

tecnologici e culturali fra i più sviluppati d'Europa, sconta la sfida competitiva con le aree più povere del pianeta, b) una Politica Agricola Comunitaria (PAC) inevitabile ed ineluttabile, che da più di un decennio ha via via ridotto i margini di contribuzione diretta alle imprese e di sostegno dei prezzi. Tutto ciò ha portato di conseguenza ad una crisi delle colture tradizionali e alla difficoltà di restare sul mercato, obbligando molti imprenditori agricoli a percorrere la via di soluzioni culturali diversificate.

L'ipotesi di nuove filiere coordinate e in qualche misura legate a regimi di abbattimento fiscale, in particolare nel campo dei biocombustibili liquidi da autotrazione, ha sollevato grande interesse presso alcune grandi associazioni agricole, che hanno messo in atto un tentativo di fare "lobby" al fine di ritagliare una via interessante per le aziende con la produzione di colture agrarie a scopo energetico (filiera del bioetanolo e del biodiesel). Accanto a questi scenari, legati inevitabilmente al mondo della trasformazione industriale *no-food*, in Veneto hanno suscitato crescente interesse le soluzioni più legate al territorio come le "filiera corte" che comprendono: la produzione specializzata di biomasse legnose, in particolare mediante la coltivazione delle superfici a *Short Rotation Forestry* (SRF), la coltivazione delle colture oleaginose per la produzione di olio vegetale puro e la produzione di colture per alimentare impianti di biogas e gassificazione. Tali interventi consentono infatti di coniugare obiettivi di tipo produttivo su scala aziendale o di associazione d'impresa con le linee di eco-condizionalità e con i dettami di tipo agroambientale imposti dall'Unione Europea per poter accedere alle diverse misure di sostegno legate alla PAC.

5.7 PROBLEMI NELLA PRODUZIONE DEI BIOCOMBUSTIBILI

La disponibilità di energia condiziona il progresso economico e sociale di una nazione, ma il modo con cui essa viene resa disponibile può condizionare negativamente l'ecosistema e quindi la qualità della vita. Se le nazioni industrializzate continueranno a prelevare e a consumare le fonti fossili al ritmo attuale – e le nazioni emergenti tenderanno ad imitarle – il pericolo maggiore, nel breve e nel medio termine, non sarà tanto quello dell'esaurimento di tali fonti (che è pure importante nel lungo periodo), quanto quello di provocare danni irreversibili all'ambiente.

Molto opportunamente, quindi, singole nazioni, come pure gli organismi internazionali, si sono mossi negli ultimi anni per trovare gli strumenti più adeguati per coniugare progresso e salvaguardia dell'ambiente, nella consapevolezza della portata planetaria del problema.

L'obiettivo obbligatorio dell'UE sui biocarburanti è già stato criticato duramente non solo dalle ONG ambientaliste e da quelle, come OXFAM, che sono impegnate nell'aiutare i paesi in via di sviluppo, ma anche dalla FAO e dall'OCSE, che a settembre ha pubblicato un rapporto dal titolo: "*Biofuels: Cure Worse Than Disease?*" - Biocarburanti: Rimedio Peggioro Della Malattia?.

5.7.1 OSTACOLI ALLA DIFFUSIONE DELLE F.E.R.

L'ostacolo alla diffusione delle fonti rinnovabili deriva dalla sovrapposizione di più tipi di barriere distinte tra loro:

- barriere tecniche quali la maturità tecnologica, il rapporto costi/prestazioni, l'affidabilità, la disponibilità e la durata del servizio
- barriere economiche e di mercato quali i costi di investimento e di gestione, il valore del servizio offerto, l'incontro fra domanda e offerta e l'accesso ai crediti
- barriere ambientali quali gli impatti, le scelte dei siti, la sicurezza degli impianti ed i rischi a questi connessi

Queste tre categorie si intersecano tra loro e fanno parte di una categoria più generale che è quella delle barriere politico/legislative, infrastrutturali ed informative.

In particolare quelle politico/legislative consistono nella carenza di chiare strategie a lungo termine, nella mancata implementazione degli obiettivi prefissati, nelle normative insufficienti e nell'applicazione limitata di quelle esistenti e soprattutto, in una politica fiscale non adatta a scoraggiare l'uso delle fonti fossili ed ad incentivare quello delle rinnovabili.

5.7.2 REPERIMENTO DELLA BIOMASSA

I problemi del reperimento di questo tipo di biomassa sono più che altro legati alla scarsa remunerazione che viene garantita per la coltura a destinazione energetica. Spesso accade che la materia prima prodotta venga pagata ad un prezzo di mercato che appena copre i costi di raccolta e questo porta l'imprenditore agricolo a destinare il prodotto per altri scopi (alimentari, autoconsumo, ecc.). Altro problema fondamentale è quello logistico, condizionato da: le alte masse volumiche del prodotto, il breve periodo di raccolta a disposizione e la presenza in azienda di adeguate strutture per la sua ottimale conservazione.

I problemi sopraccitati sono riscontrabili anche quando si parla di reperimento di sottoprodotti di colture erbacee da pieno campo: paglie di cereali, colletti di barbabietola, ecc..

Per quanto riguarda invece la gestione dei sottoprodotti di colture arboree (fruttiferi, vite, olivo, ecc.) i problemi da risolvere, per garantire un efficiente approvvigionamento all'impianto di conversione, sono sicuramente maggiori che non per i due casi precedenti. Innanzitutto l'accesso alla disponibilità dei sottoprodotti in campo non è immediata; infatti dalla messa a dimora dell'impianto le quantità recuperabili sono scarsamente significative nei primi anni ed inoltre la produzione di sottoprodotto non è costante durante tutto il ciclo di coltivazione. Infine, data la tendenza attuale di creare sestri d'impianto sempre più intensi, andando quindi a restringere anche l'interfila, quando le piante sono in piena produzione si rende necessario l'impiego di macchine

operatrici e di rimorchi agricoli di dimensioni sempre più piccole per entrare nell'appezzamento, il che obbliga l'operatore a dover attuare un maggior numero di carichi e ciò comporta un maggior impiego sia di manodopera che di carburante.

Per quanto riguarda i sottoprodotti delle coltivazioni forestali (ramaglie, cime, ecc.) i problemi legati alla catena di approvvigionamento sono di ben altra natura. Essi sono riconducibili alla difficoltà di accesso alle foreste situate in aree declive e alla messa in essere di piani pluriennali di sfruttamento delle foreste che diano la sicurezza della costanza della produzione di sottoprodotti.

5.7.3 SOTTRAZIONE DI S.A.U. PER COLTURE ALIMENTARI

Dopo aver tanto parlato della crisi energetica e della crisi finanziaria ci siamo finalmente resi conto di un dramma ancora più grande e di conseguenze immediate per l'umanità: la crisi alimentare.

Miliardi di persone soprattutto in Africa, in Asia e in America centro-meridionale, sono colpiti da un progressivo e insostenibile rincaro di tutti i prodotti agricoli, dal grano alla soia, dal riso al mais, dal latte alla carne.

Secondo il numero uno del Fondo Monetario Internazionale (FMI), Dominique Strauss-Kahn: "Quando si ricavano biocarburanti dai prodotti dell'agricoltura non utilizzati come alimenti, va bene. Ma quando questo processo richiede l'utilizzo di prodotti alimentari, si pone un importante problema di natura etica". Secondo lo stesso bisogna che i Paesi trovino il giusto equilibrio tra il prestare attenzione ai problemi energetico/ambientali e la necessità di evitare che la gente muoia di fame. Il numero uno del FMI ha detto anche che le proteste scoppiate in varie parti del mondo, negli anni scorsi, a causa dell'aumento del prezzo del cibo potrebbero degenerare nel breve-medio periodo. La carenza di cibo e gli aumenti spropositati del costo degli alimenti hanno provocato infatti, soprattutto dal 2007 in avanti, una serie di rivolte in svariati Paesi appartenenti alle aree più povere del pianeta.

A fine marzo 2008 Rajendra Pachauri, premio Nobel e Presidente dell' IPCC (l'organismo scientifico internazionale che studia i cambiamenti climatici), in una conferenza stampa al Parlamento europeo aveva invitato alla cautela suggerendo di "cercare altre soluzioni" come ad esempio investire sui biocarburanti di seconda generazione.

Anche una tra le più grandi multinazionali alimentari, la Nestlè, ha preso l'anno scorso posizioni polemiche nei confronti della politica europea: l'amministratore delegato Peter Brabeck ha dichiarato "Se vogliamo sostituire il 20% dei bisogni crescenti in prodotti petroliferi con i biocarburanti, attualmente in uso, non ci sarà più niente da mangiare".

Nello stesso periodo l'EEA (European Environment Agency) aveva chiesto all'UE di rivedere gli obiettivi comunitari in materia di biocombustibili; alla moratoria sottoscritta dall'EEA ha fatto eco la Germania, che ha deciso di rinunciare all'obiettivo che si era posta a livello nazionale di raggiungere la quota del 10% di biocarburanti entro il 2009 e la Banca Mondiale che, tramite il suo presidente Robert Zoellick, ha formalmente denunciato la responsabilità dei carburanti di origine agricola nell'aumento dei prezzi dei cereali. Proprio la concorrenzialità con le colture alimentari è uno degli effetti collaterali più contestati ai biocarburanti, che aggiunto ad altri problemi manifestatisi negli ultimi anni quali l'aumento del prezzo della terra, dei fertilizzanti, ecc., ha conseguentemente portato ad un aumento dei prezzi dei generi di prima necessità. Tutto ciò ha avuto come conseguenza lo scoppio di tumulti per la fame a Città del Messico, in Egitto, nel Bengala, in Senegal, in Mauritania, ad Haiti, in Camerun, in Niger ed in Indonesia, solo per citare alcuni esempi e, al tempo stesso, la FAO afferma che almeno 36 paesi hanno oggi bisogno di urgenti spedizioni di grano e di riso.

Alcuni governi, come quello egiziano, sono costretti a impiegare nel sussidio del pane la gran parte delle risorse generate dalla buona crescita economica degli ultimi anni e in altri casi, come nel Corno d'Africa, nei paesi subsahariani e ad Haiti, non resta che la fame e la sempre più vicina prospettiva di una tragica carestia. Alla base di questi aumenti di prezzi vi sono certo anche cause di nuove e positive realtà, come il miglioramento della dieta in Cina, in India e in molti altri paesi che ha portato la carne a prezzi accessibili (per nutrirsi con la carne si impiega infatti una superficie di terreno di almeno cinque volte superiore di quanto richiesto da una nutrizione a base di cereali), ma questo non basta per restare impassibili al bisogno di puntare a biomasse di origine agricola no-food.

5.7.4 OSTACOLI BUROCRATICI NELLA FILIERA BIOENERGETICA

Le fonti informative tecniche e scientifiche riguardanti le filiere bioenergetiche, in particolar modo nel nostro Paese, sono oggi disperse, disomogenee e spesso contraddittorie. Non esiste di fatto una "rete informativa" istituzionale, né a livello nazionale né tantomeno regionale, che consenta di fare sintesi e di attingere a delle indicazioni effettivamente utili al produttore o all'imprenditore che stia valutando e soppesando un'ipotesi di investimento nelle filiere della bioenergia. Le principali associazioni agricole e i professionisti che si interfacciano quotidianamente con gli imprenditori agricoli hanno quindi bisogno di punti di riferimento più chiari, ovvero di qualche sorta di amministrazione/istituzione che si faccia carico di filtrare e di rendere disponibile solo quelle informazioni realmente utili all'insediamento della filiera a tutti i livelli. Sono all'ordine del giorno il fallimento di progetti o il ritardo nella loro approvazione, a

causa di contraddittorie e quantomai pittoresche interpretazioni di normative da parte degli enti locali/regionali, tutto ciò a scapito della buona riuscita delle filiere.

Vista, sia la variabilità dei destinatari dell'informazione (si va dai tecnici agronomi e forestali alle aziende produttrici delle caldaie e degli impianti di biogas, dagli imprenditori puri ai grandi proprietari terrieri, fino al piccolo agricoltore attirato da alternative di reddito) che la difficoltà nell'instaurarsi delle reti informative da parte dei singoli individui e/o enti locali, si ribadisce quindi l'assoluta importanza nell'individuazione di un soggetto super partes, individuato possibilmente su scala regionale, che detenga gli strumenti non solo d'informazione ma anche di coordinamento, di trasferimento dell'innovazione e di sensibilizzazione delle comunità direttamente coinvolte nella filiera, con lo scopo di illustrare a queste ultime le opportunità derivanti dallo sviluppo di una simile attività. In tale soggetto dovrebbe focalizzarsi la possibilità di trarre il meglio delle conoscenze attuali in tutti i segmenti delle filiere bioenergetiche, con l'opportunità di accedere ad una sorta di "catalogo" delle iniziative in corso, toccando con mano le esperienze, sia di successo che di insuccesso già attivate, dando così l'opportunità di capire ai soggetti interessati gli attuali confini della ricerca e dell'innovazione tecnologica e culturale.

5.7.5 CASO DEL MAIS COME SOSTITUTO DELLA LEGNA

Negli ultimi anni si è sviluppato l'interesse per l'utilizzo della granella di mais in stufa per il riscaldamento di case singole, bifamigliari o edifici di piccola taglia. Purtroppo però, questo tipo di granella fonde a circa 850-900 °C creando uno strato duro sulla griglia della stufa impedendo quindi il passaggio dell'aria, il che porta inevitabilmente allo spegnimento della caldaia. Tale caratteristica è data principalmente dall'alto tenore in potassio che è basso fondente.

Un altro problema è quello delle emissioni che risultano mediamente più elevate rispetto alle caldaie funzionanti a combustibili fossili, misurate a confronto per quanto riguarda i principali inquinanti (SO₂, CO, NO_x). Le elevate emissioni sono dovute al fatto che nella granella di mais ci sono proteine e polisaccaridi rispetto alla semplice catena C-H degli idrocarburi.

5.7.6 DANNI ALL'ECOSISTEMA

Se consideriamo il bilancio energetico, la coltivazione in Europa della prima generazione di piante energetiche destinate alla produzione di biodiesel, è stato un mezzo fallimento; soprattutto utilizzando soia e girasole come materia prima di partenza, un po' meglio invece vanno le cose utilizzando il colza.

Il boom del colza è iniziato verso il 2000 in Germania, quando gli alti costi dei carburanti rendevano molto conveniente la conversione in biodiesel di questo olio vegetale. Oggi le raffinerie tedesche sono in grado di produrre annualmente ben tre miliardi di tonnellate di questo

biocombustibile, il che rappresenta più di un decimo del consumo nazionale di carburante diesel; ma la produzione interna di colza è sufficiente a coprire solo metà della capacità produttiva degli impianti, pertanto le raffinerie, per ammortizzare i costi, sono costrette ad importare oli vegetali provenienti da paesi dove la coltivazione va a scapito della foresta tropicale. Questo ha fatto sì che il boom del biodiesel verificatosi nell'ultimo decennio abbia esercitato una forte pressione su questi areali andando a mettere a rischio la biodiversità locale. Attualmente infatti, sono principalmente alcuni PVS a conferire l'olio vegetale alle raffinerie europee per la produzione di biodiesel. Così che l'Indonesia e la Malesia producono olio di palma per la produzione di biodiesel in Germania, Austria, Italia ecc..

La produzione di biomasse a fini energetici ha anche impatti negativi sulla biosfera: è il caso della sostituzione di colture tradizionali presenti in certi ambienti naturali o paraturali con colture di più moderna concezione. Questo fenomeno sta purtroppo interessando diversi PVS, nei quali si sta puntando su alcune colture industriali che richiedono molti input nutrizionali per accrescersi (esempio: soia e canna da zucchero in Brasile, palma da olio in Indonesia), a scapito di varietà tradizionalmente presenti, le quali crescevano senza depauperare eccessivamente il terreno.

Per l'EEA (European Energy Agency) l'obiettivo comunitario di arrivare, entro il 2020, ad avere nei carburanti per autotrazione il 10% di biocombustibili non va perseguito fino a quando non si siano fatti maggiori studi per valutare i reali impatti ambientali dei carburanti agricoli e va eventualmente rivisto e sostituito questo obiettivo con uno meno ambizioso e più a lungo termine. Anche ipotizzando di usare tecnologie di seconda generazione, in Europa, secondo l'EEA, l'intensificazione delle coltivazioni a scopo energetico peserebbe considerevolmente sulla disponibilità d'acqua, l'impoverimento dei suoli e la perdita di biodiversità. Senza contare che, secondo uno studio fatto nel 2007 dallo stesso Ente, non c'è materialmente abbastanza terra nel vecchio continente da dedicare ai biocombustibili per raggiungere la quota del 10%. A preoccupare il comitato scientifico è la dipendenza dall'importazione da paesi extracomunitari, già adesso forte e che sarà sempre maggiore se si perseguiranno gli obiettivi stabiliti. Importando da paesi terzi, sottolinea l'agenzia ambientale, le possibilità di controllo sull'effettiva eco-sostenibilità dei biocombustibili acquistati sono molto scarse.

Altro dissenso importante è quello dell'ex primo ministro inglese Gordon Brown che negli anni scorsi aveva manifestato dubbi, dichiarandosi preoccupato per gli effetti collaterali dei biocarburanti, quali deforestazione e perdita della sicurezza alimentare ed aveva richiesto che venissero adottati al più presto degli standard di sostenibilità in materia e aveva inoltre dichiarato che la Gran Bretagna non avrebbe sostenuto un innalzamento degli obiettivi comunitari fino a che questi standard non fossero adottati.

John Beddington, consulente capo per il governo inglese, ha dichiarato in un discorso pubblico che “esistono seri problemi di insostenibilità riguardo ai biocarburanti”, a lui hanno fatto eco anche Bob Watson, consulente capo del Dipartimento per l’ambiente e l’agricoltura inglese, e Dave King, che precedentemente ricopriva la stessa posizione, sottolineando anch’essi i rischi ambientali e sociali nella produzione dei biocombustibili e hanno ribadito la necessità di introdurre una clausola che valuti la sostenibilità dei carburanti che verranno obbligatoriamente miscelati a diesel e benzina, facendo notare come diversi carburanti di origine vegetale abbiano impronte ecologiche assai differenti.

5.7.7 DANNI ALLA SALUTE

Secondo M. Jacobson il carburante denominato E85, composto per l'85 per cento da etanolo e dal 15% da benzina, genera in effetti meno benzene e butadiene, entrambi cancerogeni. In compenso però produce una quantità ben maggiore di altre molecole cancerogene quali formaldeide e acetaldeide; inoltre va aggiunto che bruciare etanolo fa aumentare l'ozono nell'atmosfera, il che è tra le cause principali delle infiammazioni polmonari, asma e bronchiti.

5.7.8 BASSA CONCENTRAZIONE E CONVERSIONE ENERGETICA DELLA BIOMASSA

Le fonti fossili sono una fonte di energia quantitativamente fissata dal passato geologico della terra e sono, per così dire, immagazzinate in un enorme “serbatoio sotterraneo”, mentre le energie rinnovabili, intese come biomassa, derivano dalla captazione di un flusso di potenza in arrivo dal sole, misurabile in W/m^2 . Dal punto di vista energetico le rinnovabili sono poco concentrate e quindi l’eventuale trasporto incide in maniera elevata nel bilancio globale rispetto alle fossili. Ne consegue che per captare una forma di energia diffusa come la biomassa, in una maniera energeticamente sostenibile, è necessaria una buona organizzazione su base territoriale della rete, sia di captazione (area coltivabile sia agricola che boschiva) che di distribuzione energetica (rete elettrica, teleriscaldamento, ecc.). Questo tipo d’impostazione basato su molti punti di captazione, trasformazione e distribuzione dell’energia, è più complesso ed inefficiente rispetto allo sfruttamento energetico tradizionale basato sull’utilizzo delle fonti fossili. Questa inefficienza è dovuta anche al fatto che lo sviluppo tecnologico per l’utilizzo energetico delle biomasse, in tutti questi secoli, ha interessato quasi ed esclusivamente solo il loro sfruttamento sottoforma di energia termica (caldaie, stufe, ecc.) e principalmente su scala familiare. Anche per quanto riguarda la cogenerazione, la tecnologia a disposizione si basa prevalentemente sulla provenienza fossile del combustibile, mentre l’utilizzo delle biomasse non è molto presente perché comporta un più basso

grado di conversione energetica e richiede generalmente un'impiantistica più complessa per lo stoccaggio e la trasformazione delle stesse, con costi notevolmente superiori. Per le ragioni sopraccitate, ad oggi, le biomasse soddisfano solo il 15% degli usi energetici primari al mondo e il loro utilizzo mostra un forte grado di disomogeneità fra i vari Stati, con i PVS che ricavano mediamente il 38% della propria energia dalle biomasse, mentre i paesi industrializzati appena il 3%, quest'ultimo dato la dice lunga sugli sforzi che bisogna ancora fare, a livello tecnologico sia qualitativo che quantitativo, per migliorare l'indice di concentrazione e conversione energetica dalla biomassa.

5.7.9 BILANCIO ENERGETICO SFAVOREVOLE

Recenti studi elaborati dall'OCSE e della Royal Society sostengono che con le tecnologie oggi impiegate per produrre i biocombustibili, il bilancio energetico sia solo marginalmente positivo e in taluni casi addirittura negativo.

Il rapporto output/input varia in modo molto significativo tra i diversi biocombustibili e nella migliore delle ipotesi, come per esempio con il legno di origine forestale, questo rapporto è compreso tra 15 e 8, con il biodiesel scende tra 9 (palma da olio) e 2,5 (colza nell'UE) e con il bioetanolo addirittura tra 8 (canna da zucchero in Brasile) e 0,8-1,5 (mais).

Il computo preciso dipende dalle specifiche realtà territoriali e vi è chi sostiene (come le recenti analisi apparse su National Resources Research) che l'energia impiegata per produrre per esempio bioetanolo da mais negli Stati Uniti sia mediamente superiore del 30% rispetto a quella generata.

Per descriverlo in modo semplice e fortemente evocativo basta dire che il grano richiesto per riempire il serbatoio di un così detto Sport Utility Vehicle (SUV) con etanolo (240 chilogrammi di mais per 100 litri di etanolo) è sufficiente per nutrire una persona per un anno. Ma nonostante ciò sono già arrivati ad utilizzare per usi energetici intorno al 20% di tutta la superficie coltivata a mais negli Stati Uniti. Una superficie più grande della Svizzera è stata quindi sottratta di colpo alla produzione di cibo per effetto delle pressioni delle potenti lobby agricole e di una parte non informata o distratta di quelle ambientaliste, al duplice scopo della cosiddetta "produzione energetica" e del tanto pubblicizzato "rispetto dell'ambiente".

Oggi giorno gli USA producono annualmente circa 17 miliardi di litri di bioetanolo, quasi la stessa quantità del Brasile, ma consumano più energia e impiegano più territorio. Per produrre bioetanolo, i brasiliani usano canna da zucchero che non cresce negli Stati Uniti dove invece mais e frumento costituiscono la materia prima. Le rese sono minime, in alcune zone non superano i 1 000 litri ad ettaro, mentre in Brasile si raggiungono mediamente livelli 6 o 7 volte superiori.

Nel vecchio continente le cose vanno solo un po' meglio rispetto agli USA; anche qui infatti ci sono nazioni come la Francia che hanno perseguito l'esempio statunitense ma altri Paesi invece, come la Germania, è da anni che puntano sul colza, il quale ha un bilancio energetico leggermente migliore rispetto al bioetanolo da mais. Questa tendenza a dedicare terreno a colture che sono energeticamente poco efficienti sembra non doversi attenuare neanche in Europa, né a livello politico né a livello degli operatori. L'idea che la terra coltivabile potrebbe, prima o poi, venire a mancare, difficilmente entra nelle mentalità degli agricoltori europei abituati ad incassare dei premi anche quando lasciano delle aree incolte (come in passato con il set a side) rinunciando di fatto alla produzione di alimenti agricoli.

Per migliorare la conversione energetica di alcune colture come il mais basterebbe cambiare il tipo di biocombustibile da produrre, da bioetanolo a biogas per esempio e la diversa destinazione d'uso, da trazione a cogenerazione. In termini del tutto simili si è espresso anche il Ministero per l'Ambiente tedesco che ha affermato: “La trasformazione di un certo tipo di biomassa in biocarburanti per alimentare automobili è troppo energeticamente dispendioso, mentre l'impiego diretto nella produzione di calore o elettricità risulta sicuramente più conveniente”. Anche se in verità bisognerebbe considerare che l'energia termica ed elettrica possono essere prodotte partendo anche da altre fonti energetiche, per esempio con la geotermia o con generatori eolici. Per le automobili e per gli aerei occorre invece un carburante liquido con un'elevata densità energetica, compatto, poco pesante, economico e fluido. Oltre il petrolio, solo le piante offrono la possibilità di produrre un tale carburante.

5.7.10 ASPETTI ECONOMICI

La produzione dei combustibili da fonti rinnovabili è generalmente più costosa delle attuali modalità di estrazione dei combustibili fossili.

Anche se i costi delle tecnologie rinnovabili dovessero diminuire nel prossimo futuro, nel frattempo però anche l'efficienza dei sistemi di estrazione delle fonti tradizionali dovrebbe aumentare, mantenendo quindi una forbice più o meno standard sulla convenienza tra le varie metodologie di produzione energetica, a favore sempre degli idrocarburi fossili.

Inoltre l'avvento della globalizzazione sta portando a un costante aumento della liberalizzazione dei mercati energetici e le aziende quindi tenderanno a scegliere tecnologie non solo più economiche ma anche già sperimentate e facilmente reperibili a prezzi più o meno stabili, come quelle funzionanti a combustibili fossili.

Capitolo 6

PROSPETTIVE FUTURE

La crescita dei consumi energetici nei prossimi decenni, sia nei paesi industrializzati che in quelli in via di sviluppo, si manifesterà soprattutto mediante l'incremento della domanda di elettricità e di biocarburanti; basti pensare che oggi circa un terzo della popolazione mondiale non ha ancora accesso all'elettricità e una percentuale ancora maggiore non può permettersi l'acquisto di un mezzo di trasporto motorizzato. Pertanto, nel prossimo futuro, si pone il problema di come soddisfare tali esigenze in modo sostenibile dal punto di vista sia ambientale sia energetico.

6.1 GENERAZIONE DISTRIBUITA

La modalità con cui si intende soddisfare l'esigenza della fornitura elettrica, nei prossimi decenni, risulterà cruciale per l'uso sostenibile delle risorse energetiche. In tal senso due sono le principali strade percorribili: quella tradizionale delle megacentrali elettriche e quella più innovativa della generazione distribuita (GD).

Nel settore elettrico, per ridurre i costi d'impianto e di produzione, si è puntato in passato sull'effetto scala e questo ha portato all'installazione di centrali di grosse dimensioni, che talvolta superavano persino i 1 000 MW. Oggi invece si sta facendo largo, soprattutto per quanto riguarda gli I.A.F.R. (Impianti alimentati da fonte rinnovabile), l'alternativa a ciò ovvero la generazione distribuita, cioè l'installazione di sistemi di generazione elettrica, con taglie da qualche decina di kW fino ad alcune decine di MW, collegati alla rete di distribuzione e ubicati nelle vicinanze dell'utente finale. Ci sono vari fattori che incoraggiano tale scelta. Innanzitutto la liberalizzazione del mercato elettrico in molte nazioni permette l'ingresso di nuovi produttori i quali, per essere competitivi, non potranno affrontare gli investimenti necessari per la costruzione di una centrale tradizionale. Inoltre le fonti rinnovabili risultano competitive dal punto di vista economico solo se sfruttate in prossimità del luogo dove la risorsa naturale è disponibile. Per l'affermarsi quindi delle fonti rinnovabili all'interno del sistema energetico è richiesta una localizzazione diffusa degli impianti, piuttosto che grandi strutture centralizzate.

Infine in alcuni paesi industrializzati, fra cui l'Italia, le infrastrutture elettriche si sono rivelate del tutto inadeguate a sostenere i crescenti consumi; ciò ha causato dei lunghi black-out come quello avvenuto il 28 Settembre 2003.

Nell'attuale società, altamente dipendente dalle apparecchiature elettroniche, i black-out risultano intollerabili tanto alle utenze commerciali quanto ai privati cittadini, visto che hanno tra le altre cose un elevato costo economico. Secondo l'EPRI (Electric Power Research Institute) infatti, le fluttuazioni di potenza e i fuori servizio costano ogni anno all'industria americana circa 29 miliardi di dollari, calcolando solo i danni quantificabili nel business. Pertanto la generazione distribuita può rappresentare sia un intervento integrativo per la rete di distribuzione che un modo per tutelarsi dalle inefficienze della fornitura elettrica.

Un altro fattore che può favorire la generazione distribuita è il ricorso alla cogenerazione, cioè al riciclo del calore prodotto dalla generazione elettrica, per riscaldare e rifornire di energia fabbriche e uffici. Infatti usando sistemi distribuiti di tipo cogenerativo, localizzati nelle vicinanze dell'utente finale, l'efficienza complessiva di tali generatori può mediamente raggiungere l'80% (ovvero 30-35% dalla produzione di en. elettrica e 45-55% dalla produzione di en. termica), percentuale questa certamente molto maggiore del 30-35%, riscontrabile negli impianti per la produzione di energia elettrica di grande taglia che solitamente riutilizzano in minima parte il calore prodotto dal sistema e hanno perdite dovute a trasmissione e distribuzione, stimabili in 9-12% dell'energia elettrica totale generata in centrale.

Un interessante sviluppo nell'impiego della GD è potenzialmente costituito dalla realizzazione di piccole reti (micro-grids), che riproducono al loro interno la struttura del sistema di produzione e distribuzione dell'elettricità. A seconda che la micro-grid sia o meno elettricamente isolata dal sistema di distribuzione pubblico, si possono distinguere le micro-grid autonome e non autonome. Diversi sono i vantaggi associati alle micro-grid, in quanto esse hanno la possibilità di alimentare un gruppo di utenti adattando la qualità e la natura della fornitura alle esigenze dei consumatori, riducendo nel contempo i costi d'acquisto dell'energia. Ad esempio, una rete autonoma può risultare conveniente in aree dove sia particolarmente carente la rete di trasmissione e/o di distribuzione o dove ne sia decisamente economica la costruzione.

6.2 LE QUATTRO GENERAZIONI DEI BIOCOMBUSTIBILI

Come già accennato precedentemente, un grande dibattito ha avuto luogo di recente riguardo alla 1^a generazione di biocarburanti, mentre nel frattempo abbiamo avuto una svolta sulla produzione e la commercializzazione della 2^a generazione. Ma scienziati che lavorano presso l'Università di Essex stanno già parlando sulla possibilità di produrre i biofuel di quarta generazione, grazie alla scoperta di un nuovo meccanismo che regola il processo di fissazione del carbonio nelle piante. Questa ricerca, che sarà pubblicata nel Proceedings of the National Academy

of Sciences, potrebbe portare ad una nuova frontiera di biocombustibili che a detta degli esperti dovrebbe rivoluzionare il concetto sulla loro eco-sostenibilità .

Qui sotto è stata suddivisa l'evoluzione intrapresa dai biocarburanti negli ultimi decenni.

6.2.1 PRIMA GENERAZIONE

I biocarburanti di 1^a generazione erano quelli che potevano contare su colture alimentari come materia prima di partenza. Mais, soia, palma e canna da zucchero sono tutte ottime fonti facilmente accessibili di zuccheri, amidi e oli.

I problemi maggiori con i biocarburanti di prima generazione sono numerosi e ben documentati dai vari mass media, che vanno dalle perdite di energia al netto delle emissioni di gas serra all'aumento dei prezzi dei prodotti alimentari (Propel Biofuels e Conserv Fuel).

6.2.2 SECONDA GENERAZIONE

I biocarburanti di 2^a generazione utilizzano principalmente la biomassa lignocellulosica di residui agricoli o forestali come substrato. I sistemi di produzione utilizzano particolari ceppi di microrganismi per decomporre la materia difficilmente degradabile come la cellulosa, l'emiocellulosa e la lignina al fine di estrarne gli zuccheri da fermentare. In alternativa processi termochimici vengono utilizzati per trasformare la biomassa in liquido prima e gas trattato poi.

Fondi derivanti da numerose società associate tra loro sono stati impiegati nello start-up di aziende dedicate allo sviluppo e alla ricerca sui biocarburanti di 2^a generazione, facendo risultare il processo conveniente sia a livello economico che di efficienza. La ditta Coskata ad esempio riesce a produrre etanolo per 1 dollaro a gallone utilizzando i vecchi pneumatici. La Mascoma sta invece lavorando per rendere più efficace la trasformazione dei residui agricoli lignocellulosici, mentre la ZeaChem punta all'utilizzo degli alberi di pioppo per la produzione di biocarburante.

6.2.3 TERZA GENERAZIONE

La 3^a generazione di biocarburanti punta sull'aumento di produzione delle materie prime. L'idea è quella di manipolare geneticamente le colture al fine di aumentarne la resa rispetto a quella attuale.

Perseguendo tale obiettivo negli ultimi anni sono stati creati alberi di pioppo con bassi contenuti di lignina ed è stata completata la mappatura del genoma di sorgo e di mais, il che ha consentito, nel primo caso di rendere il processo di lavorazione più facile e nel secondo di aumentarne la produzione di amido.

Multinazionali come Monsanto e ADM lavorano da decenni a livello di manipolazione genetica e in collaborazione alla Arborgen sono in grado di creare il "design" voluto degli alberi, in modo da

ottenere matrici più facilmente lavorabili. Le critiche che incorrono nell'eticità di tali operazioni è quanto mai lecita.

6.2.4 QUARTA GENERAZIONE

Quando si parla di 4^a generazione di biocarburanti intendiamo microrganismi geneticamente modificati (OGM) in grado di assimilare acqua e CO₂ e produrre biocombustibile sottoforma di rifiuto a valle del processo. Questo permetterebbe di eliminare il più temibile gas serra di sempre prodotto dalla combustione degli olii di origine fossile. La chiave del processo quindi sta nell'utilizzo del diossido di carbonio come nutrimento da parte di questo particolare tipo di batterio ogm. L'anello debole della catena sta nella tecnologia in grado di catturare la CO₂ pura per fornirla ai microbi. Craig Venter (biologo che rientra nella classifica stilata dal Times nel 2008 delle "100 persone più influenti nel pianeta"), con la sua Synthetic Genomics spiega che riuscirà a risolvere questo problema entro il 2011 e con il suo team di ricerca già a metà 2010 è riuscito a sintetizzare la prima cellula artificiale.

6.3 CRESCE LA DOMANDA ENERGETICA

Per rispondere alla domanda crescente di energia, da oggi sino al 2030 serviranno investimenti pari a 20 mila miliardi di dollari, 3,7 dei quali solo in Cina, il che rappresenterà il 18% dell'investimento mondiale complessivo.

Il consumo di energia a livello mondiale, secondo le ultime stime dell'IEA, aumenterà di circa il 2% all'anno da oggi al 2030, il che sta a significare un aumento del 50%, sino a raggiungere 16 mld di tonnellate di petrolio equivalente,. Questo aumento è legato prevalentemente alla crescita della popolazione ed alla crescita economica e due terzi dell'incremento proverrà da paesi in via di sviluppo. I combustibili fossili continueranno a dominare la scena e costituiranno circa l'80% dell'incremento della domanda di energia primaria, con il petrolio sempre in testa e con un incremento sempre più consistente di carbone e gas e una diminuzione del nucleare". Ma e' soprattutto il carbone la star dei prossimi anni, soprattutto nei Paesi ad economia emergente. Secondo il Financial Times infatti: "In Cina e India nei prossimi cinque anni si costruirà mediamente una centrale a carbone per settimana e di queste non tutte con moderne tecnologie". Oltre che i PVS anche l'industria europea dell'energia deve affrontare sfide molto impegnative. Sul fronte della generazione distribuita bisognerà procedere alla sostituzione di circa 300 GW di capacità installata nei prossimi 20-30 anni.

6.4 POLITICA DELLE EMISSIONI G.H.G. E DEI BIOCARBURANTI

Da qui al 2030 le emissioni di CO₂ cresceranno di circa il 60%. Circa la metà di questo incremento sarà legato alla generazione elettrica. I paesi in via di sviluppo saranno responsabili per circa il 70% dell'incremento della CO₂, anche perché molti di questi non hanno vincoli legati alle emissioni. I dati sopraccitati sono stati ribaditi anche dal direttore generale del Ministero dell'Ambiente, Corrado Clini, il quale ha anche detto che: "Di fronte a questi scenari non si può continuare a chiedere di ridurre le emissioni quando poi invece crescono. E allora è urgente un cambio del sistema energetico mondiale senza il quale sappiamo cosa accadrà". Un cambio di rotta "che non passa attraverso le buone azioni ma da una modifica del commercio mondiale di energia, tale per cui si quotino le fonti di emissione per considerare il danno provocato dai combustibili fossili. Ciò consentirebbe anche di mettere le rinnovabili in una condizione di maggiore competitività".

Più in generale, Clini ha detto che per fare fronte all'emergenza climatica occorre cambiare il sistema energetico mondiale ma per fare questo si passa soltanto per nuove regole di mercato ed un piano strategico in grado di riequilibrare un bilancio della distribuzione geografica delle risorse che al momento pende nettamente dalla parte delle fonti fossili: lo sviluppo delle bioenergie, localizzate nelle zone subtropicali, potrebbe aiutare allo scopo ma non è l'unica soluzione. Quanto all'UE, le sue politiche sono troppo limitate e preda degli egoismi nazionali. E resta un problema irrisolto, che è condizione per qualsiasi politica: l'assenza di una fiscalità comune.

Anche se la Commissione Europea non ha ancora reso noto quale sarà il mix energetico futuro dei prossimi 20 anni, una cosa è certa, che la politica di incentivazione dei biocombustibili potrà dare i suoi frutti solo se al contempo verrà attivata una forte azione, sia a livello fiscale che legale, di riduzione delle emissioni GHG, visto che i biofuel sono da considerarsi CO₂ neutri. Se ciò accadesse la scelta della matrice energetica da utilizzare, sia fossile che rinnovabile, ricadrebbe sull'influenza quasi esclusivamente dalla situazione specifica del mercato dell'anidride carbonica e dai vincoli riguardanti le emissioni CO₂ equivalente.

6.5 ACCESSO ALL'ENERGIA ELETTRICA

Circa 1.6 miliardi di persone nel 2005 non aveva ancora accesso all'energia elettrica. Nel 2030, se nessuna nuova politica sarà messa in atto, ci saranno ancora 1.4 miliardi di persone senza elettricità. Questo è un dato che ci deve far riflettere .

Capitolo 7

CONCLUSIONI

Si prevede che entro il 2030 l'energia consumata a livello globale incrementerà di almeno il 50% rispetto ad inizio secolo e gran parte di questa richiesta supplementare deriverà dai PVS.

In Europa, ma soprattutto in Italia, oltre ad aumentare la richiesta energetica, aumenterà pure la già alta dipendenza da fonti fossili di derivazione estera con tutte le problematiche che da essa derivano, dalla stabilità economica a quella energetica. Dovendo coniugare l'incremento della richiesta energetica con l'esaurimento dei giacimenti di origine fossile e l'ecosostenibilità, il graduale passaggio dalle fonti convenzionali a quelle rinnovabili diventa quanto mai una priorità. Perché ciò avvenga i politici dovrebbero però garantire il giusto equilibrio tra la sicurezza degli approvvigionamenti energetici e le necessarie infrastrutture, la crescita economica e la tutela ambientale, creando al contempo una piattaforma stabile per coloro che prendono le decisioni. A tal proposito devono quindi essere stabilite delle regole semplici, chiare, accessibili a tutti i settori, primario incluso, e valide per un periodo congruo. Altrettanto importante è che gli scenari energetici, caratterizzati da prezzi elevati ed elevata volatilità, siano in qualche misura resi più competitivi e, dov'è possibile, più trasparenti.

La tecnologia può venire in aiuto, sia a livello di estrazione e lavorazione delle fonti fossili, che di produzione e sfruttamento di quelle tradizionali a livello tanto impiantistico quanto commerciale.

E' necessario però, non solo incoraggiare le migliori soluzioni tecnologiche ma fare in modo che si realizzi un vero e proprio trasferimento di conoscenze tra quei paesi che hanno accesso alle risorse ma non hanno le tecnologie e quei paesi che hanno le tecnologie ma non necessariamente hanno accesso alle risorse.

Per ottenere risultati più consistenti, oltre all'innovazione tecnologica, bisogna puntare anche all'efficienza energetica; dalle stime dell'IEA sono infatti consistenti i possibili risparmi di emissioni attuabili, legati ad una serie di azioni che comprendono non solo il miglioramento del parco impiantistico, ma agendo anche sui consumi e sugli usi finali. Questo significa cambiare i comportamenti, non solo delle imprese ma anche dei cittadini. Ipotizzando una possibile soluzione, bisogna quindi pensare che, vista l'entità del problema, bisogna agire a livello globale oltre che a livello locale. I principi sopraenunciati ci fanno capire di quanto importante sia sviluppare le competenze energetiche, perché ciò può portare ad un alto ritorno degli investimenti e il tempo che ognuno di noi investe produrrà vantaggi, non solo per le imprese, ma anche per la collettività e per gli individui in qualsiasi parte del pianeta.

Infine, in ambito agrario e in riferimento alla produzione dei biocarburanti, i politici devono vedere: la biomassa come un mezzo per creare ricchezza reale e posti di lavoro nelle aree rurali, evitando quindi l'abbandono di queste ultime, e la figura dell'agricoltore come quella dell'imprenditore agricolo che non vive della sola sussistenza derivante dai sussidi ma neanche di quella dello "sceicco del petrolio di domani" che guarda solo ai propri profitti. In questo senso l'agricoltura deve puntare alla messa a punto di tecnologie che siano sostenibili a livello non solo economico ma anche ecologico, sociale ed energetico.

Capitolo 8

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2007. Azione strategica bioenergie. Veneto Agricoltura (disponibile all'indirizzo www.venetoagricoltura.org).

AA.VV., 2008. Convegno Agroenergia, 2008.

AA.VV., 2009. Convegno Agroenergia, 2009.

AA.VV. 2008. Energia rinnovabile. Supplemento n. 3/2008, L'Informatore Agrario.

AA.VV., 2008. La biomassa, Serie - Il futuro energetico. (disponibile all'indirizzo www.miniwatt.it).

AA.VV., 2008. Progetto Bioenergy-FVG: "Progettazione, messa in funzione e gestione di impianti pilota per l'utilizzo di biomasse agroforestali".

Branduardi P., Porro D., Smeraldi C., 2006. Biotecnologie industriali: l'utilizzo delle risorse rinnovabili. La Chimica e l'Industria 9, 60-66.

Campanella S., 2006. Pianeta Terra a quota 6 miliardi e mezzo (disponibile all'indirizzo www.corrieredellasera.it)

Commission of the European Communities, 2008. Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020. Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020. Commission staff working document.

Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato dell'elettricità".

Directive 2001/77/EC of European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.

Dramis G., 2008. Energie rinnovabili: un sogno sotto il cassetto? (disponibile all'indirizzo http://www.enel.it/attivita/ambiente/energy/politiche101_hp/politiche101/index.asp 06/06/2008).

Eurobserv'er, 2008. The state of renewable energies in Europe. 8th EurObserv'ER Report. (disponibile all'indirizzo www.eurobserv-er.org).

Eurostat, 2009. Europe in figures - Eurostat yearbook 2009 448-473. (disponibile all'indirizzo www.ec.europa.eu/eurostat).

FAO, 2006. The State of Food Insecurity in the World 2006.(disponibile all'indirizzo www.fao.org).

G. M., 2008. Biocarburanti della discordia. (disponibile all'indirizzo www.qualenergia.it).

G. M., 2008. Biocarburanti, obiettivo da rivedere. (disponibile all'indirizzo www.qualenergia.it).

Greenpeace, 2007. Energy Revolution: A sustainable World Energy Outlook. (disponibile agli indirizzi www.Greenpeace.org e www.erec.org).

GSE, 2009. Incentivazione delle fonti rinnovabili. Bollettino aggiornato al 30 giugno 2009. (disponibile all'indirizzo www.gse.it).

GSE, 2008. Le biomasse e i rifiuti. Dati Statistici al 31 dicembre 2008. (disponibile all'indirizzo www.gse.it).

GSE., 2008. Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia 2008. (disponibile all'indirizzo www.gse.it).

IEA, 2001. World Energy Outlook 2007, International Energy Agency, 2001.

IEA, 2006. World Energy Outlook 2006, International Energy Agency, 2006.

IEA, 2007. World Energy Outlook 2007, International Energy Agency, 2007.

IEA, 2008. Bioenergy Annual Report 2008. (disponibile all'indirizzo www.ieabioenergy.com).

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., XXX pp.

Jacobson M.Z., 2007. Effects of ethanol (E85) versus gasoline vehicles on cancer and mortality in the United States. Environmental Science and Technology 41 (11), 4150-4157.

Jacobson M. Z., 2008. On the casual link between carbon dioxide and air pollution mortality. Geophysical Research Letters vol. 35, L03809, doi:10.1029/2007GL031101, 2008.

Pimentel D., Patzek T.W., 2005. Ethanol production using corn, switchgrass and wood; biodiesel production using soybean and sunflower. Nat. Resour. Res. 14, 67-76.

Prodi R., 2008. Il mondo senza cibo un disastro evitabile. (disponibile all'indirizzo www.repubblica.it).

REN21, 2009. Global Trends in Sustainable Investment 2009. (disponibile all'indirizzo www.ren21.net).

REN21, 2009. Renewables Global Status Report 2009 Update. (dsponibile all'indirizzo www.ren21.net).

Sangiovanni Crescenzo, 2004. Fonti energetiche rinnovabili, generazione distribuita e celle ad idrogeno: Stato dell'arte e prospettive di sviluppo.

Shapouri H., Duffield J.A., Wang M., 2003. The energy balance of corn ethanol revisited. Trans. ASAE 2003 46, 959-968.

Tarradellas F., 2008. A biofuel policy can be sustainable. (disponibile all'indirizzo www.guardian.co.uk).

Vicentini L., 2008. Rapporto sulle bioenergie, 2008. Veneto Agricoltura (disponibile all'indirizzo www.venetoagricoltura.org).

SITI INTERNET

www.aiel.cia.it

www.ansa.it/ecoenergia/notizie/fdg/200701251811269479/200701251811269479.html

www.aper.it

www.eea.europa.eu

www.elettricit.ch

www.enea.it

www.enelgreenpower.enel.it

www.energiaspiegata.it

www.fiper.it

www.ft.com

www.genitronsviluppo.com

www.globalbioenergy.org

www.gse.it

www.imf.org

www.isesitalia.it

www.itabia.it

www.metanoauto.com

www.newenergyfinance.com

www.npr.org

www.quotidianoenergia.it

www.rinnovabili.it

www.safe.it

www.sefi.unep.org

www.staffettaonline.com

www.unep.fr/energy/finance

PARTE
SPERIMENTALE

Capitolo 9
Sezione A

OLIO VEGETALE PURO
BILANCIO ENERGETICO DI UNA FILIERA
CORTA A LIVELLO AZIENDALE

Capitolo 10

PREMESSA

La biomassa è considerata una delle chiavi energetiche del futuro grazie ai benefici economici, ecologici e sociali che ne derivano. Dalla biomassa si possono ottenere fondamentalmente tre tipi di biocombustibili: solidi, liquidi e gassosi. Tra i liquidi, quelli che suscitano maggior interesse sono l'olio vegetale e il biodiesel, partendo da colture oleaginose, e il bioetanolo utilizzando le amidacee e le saccarifere.

Tra i biocombustibili appartenenti a questa categoria l'unico che si presta ad essere prodotto ed utilizzato direttamente in azienda agricola, viste le dimensioni dell'impianto e l'assenza del processo di raffinazione industriale, è l'olio vegetale puro (OVP o SVO).

In questa attività è stata monitorata una filiera corta di produzione e utilizzazione energetica dell'OVP: in base alle produzioni di semi ad ettaro ottenute è stato stimato il bilancio energetico-ambientale nell'azienda di riferimento. A tale scopo sono state scelte otto differenti varietà di colza, caratterizzate da diverse produttività e da due differenti tecniche di lavorazione del terreno, ovvero la convenzionale e la minima; quest'ultima differisce dalla prima per l'assenza dell'aratura il che comporta un minor input e output energetico.

Alla luce dei risultati, considerando le produzioni ottenute, sono state formulate delle proiezioni sul possibile sviluppo della filiera a livello di Regione Veneto.

Capitolo 11

INTRODUZIONE

11.1 COLZA

Il colza (*Brassica Napus*) è una specie che rientra da alcuni decenni nel quadro produttivo nazionale. Nel nord Italia in particolare, a seguito degli incentivi delle politiche comunitarie, si è notevolmente diffuso a partire dagli anni '90 con destinazione quasi esclusivamente alimentare. La produzione di semi di colza ad uso energetico invece, è sempre rimasta confinata a superfici marginali o destinate al set-aside per i bassi redditi consentiti dal mercato dei semi no-food.

La coltura ha ciclo autunno-vernino ed è particolarmente versatile: predilige le pianure fresche ed irrigue ma mantiene buoni standard anche in zone meno favorevoli. In relazione all'ambiente di coltivazione, e soprattutto ai regimi idrici praticati, le produzioni possono variare da 2,5 a 4,5 t/ha di seme con un tenore di olio compreso tra 35 e 52% in relazione alle varietà considerate.

In termini generali, la pianta non ha elevate esigenze nutrizionali: vengono effettuate una o due somministrazioni di concime azotato e, in funzione della tipologia dei terreni, vengono aggiunti anche nuclei potassici o fosfatici. Gli interventi di diserbo sono effettuati in pre-emergenza e al bisogno anche in post-emergenza. La preparazione del terreno rappresenta solitamente la parte più delicata, il colza infatti, date le minute dimensioni del seme, esige un letto di semina ben lavorato per dare buoni risultati in emergenza.

11.2 PRODUZIONE E UTILIZZO DI OLIO IN AZIENDA

L'OVP è ottenuto dalla semplice spremitura meccanica dei semi delle oleaginose (soprattutto girasole, colza e soia) e dalla loro successiva filtrazione e stoccaggio; in tale processo non è prevista quindi alcuna trasformazione chimica.

Data la relativa semplicità impiantistica, la produzione di olio vegetale puro può avvenire direttamente in azienda, a livello sia di singolo agricoltore che di consorzio costituito da più entità, allo scopo di usare poi il biocombustibile prodotto per la trazione dei propri mezzi di trasporto; soluzione questa, ampiamente diffusa in Austria e Germania. Il frantoio cooperativo INNÖL CoKG (Austria) per esempio associa 89 allevatori. Essi coltivano ogni anno mediamente una superficie

complessiva di 370 ha di colza, con una produzione media di 1000 litri di olio per ettaro, produzioni queste del tutto simili a quelle che si ottengono in pianura padana. L'olio è poi rivenduto agli agricoltori soci, che dispongono di trattori o altri veicoli modificati, a 55 centesimi e ai non soci a 66 centesimi di €/l.

Alternativamente l'OVP estratto può essere usato: sia in bruciatori per la produzione di energia termica da utilizzare in azienda o per alimentare una minirete di teleriscaldamento, sia in cogeneratori per la produzione combinata di energia elettrica, da immettere in rete, e termica, da utilizzare direttamente in azienda.

Perché l'olio di colza possa venir impiegato a scopo energetico deve però rispettare le caratteristiche qualitative citate nella norma DIN V 51605 (Tabella 3), messa a punto in Germania per il medesimo scopo.

Tabella 3 - Standard qualitativi per olio di colza usato come combustibile DIN V 51605

		LTV-Work-Session on Decentral Vegetable Oil Production, Weihenstephan		in Cooperation with:	
		Quality Standard for Rapeseed Oil as a Fuel (RK-Qualitätsstandard)			
		05/2000			
Properties / Contents	Unit	Limiting Value		Testing Method	
		min.	max.		
<i>characteristic properties for Rapeseed Oil</i>					
Density (15 °C)	kg/m ³	900	930	DIN EN ISO 3675 DIN EN ISO 12185	
Flash Point by P.-M.	°C	220		DIN EN 22719	
Calorific Value	kJ/kg	35000		DIN 51900-3	
Kinematic Viscosity (40 °C)	mm ² /s		38	DIN EN ISO 3104	
Low Temperature Behaviour				Rotational Viscometer (testing conditions will be developed)	
Cetane Number				Testing method will be reviewed	
Carbon Residue	Mass-%		0.40	DIN EN ISO 10370	
Iodine Number	g/100 g	100	120	DIN 53241-1	
Sulphur Content	mg/kg		20	ASTM D5453-93	
<i>variable properties</i>					
Contamination	mg/kg		25	DIN EN 12662	
Acid Value	mg KOH/g		2.0	DIN EN ISO 660	
Oxidation Stability (110 °C)	h	5.0		ISO 6886	
Phosphorus Content	mg/kg		15	ASTM D3231-99	
Ash Content	Mass-%		0.01	DIN EN ISO 6245	
Water Content	Mass-%		0.075	pr EN ISO 12937	

Il co-prodotto della spremitura meccanica è rappresentato da un pannello di estrazione adatto all'alimentazione zootecnica di vitelloni, suini e vacche da latte, in quanto considerato come surrogato della soia. Attualmente tale pannello in Austria trova un prezzo di mercato alla vendita che si aggira sui 100-130 €/t.

11.3 CENNI STORICI E SITUAZIONE TEDESCA

La storia ci ricorda che Rudolf Diesel, l'inventore del motore che ha preso da lui il nome, utilizzò l'olio di arachidi con successo già nei primi del '900, per alimentare il motore endotermico da trazione da lui inventato in sostituzione del combustibile di origine fossile.

Durante la prima metà del secolo scorso però, i bassi costi di estrazione e di raffinazione del greggio non permisero di far decollare l'interesse per lo sviluppo ingegneristico di motori alimentati esclusivamente ad OVP. È infatti solo a seguito della crisi energetica degli anni '70 che l'utilizzo di questo biocarburante, direttamente nel motore dei mezzi di trasporto terrestre, riscosse un certo successo in paesi quali il Sud Africa. Bisogna però arrivare sin ai nostri giorni per vedere l'applicazione a scopo energetico dell'OVP in Europa; nell'ultimo decennio infatti l'impennata e l'incostanza del prezzo dei derivati dal petrolio hanno suscitato notevole interesse nell'uso di tale biocarburante, in particolare in Austria e Germania.

In Germania, ad esempio, al 2007 si contavano quasi 600 frantoi decentralizzati (Figura 27), gestiti da aziende agricole, per una produzione superiore alle 300.000 t/anno di OVP. Questo biocombustibile è principalmente utilizzato all'interno delle aziende produttrici per il trasporto in veicoli dotati di motore opportunamente modificato allo scopo, o per la produzione di energia elettrica mediante cogeneratori (CHP) adattati al suo impiego.

Per rendere economicamente interessante la produzione e l'utilizzo dell'OVP in sostituzione del diesel convenzionale, le normative tedesche hanno consentito fino al 2009 la defiscalizzazione dell'olio utilizzato per l'autotrazione, il cui costo di produzione si aggira sui 0,7-0,8 €/l, ed è stata reinserita la fiscalizzazione al gasolio agricolo passando dai 0,5 ad oltre 1 €/l. Tale meccanismo, copiato in parte anche in Austria, ha permesso la sua forte diffusione soprattutto presso le aziende agricole, nelle due nazioni germaniche.



Figura 27- Dislocazione degli oleifici decentralizzati in Germania
 Fonte: TFZ

11.4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le aziende agricole italiane, ma più in generale quelle europee, per dare maggiore concretezza alla tanto acclamata multifunzionalità, sono alla ricerca di nuovi indirizzi produttivi che, supportati dalle novità legislative a livello comunitario, siano in grado di produrre un reddito adeguato attraverso attività produttive non convenzionali. A tale scopo lo sviluppo delle energie rinnovabili, e più in particolare delle agroenergie, riveste un ruolo di primaria importanza.

Per andare incontro anche alle esigenze sopracitate del settore primario, l'Unione Europea ha emanato la Direttiva 2003/30/CE, nella quale la promozione dell'uso dei biocarburanti, che prevede la loro miscelazione in percentuale nel mix energetico del settore dei trasporti, pone degli obiettivi a breve (2% al 2005), medio (5,75% al 2010) e lungo termine (20% al 2020, diventato poi a seguito di modifiche del 17%). Il valore di riferimento, per la sostituzione percentuale del carburante fossile con quello rinnovabile, viene calcolato sulla base del tenore energetico dell'ammontare, della benzina e del gasolio, utilizzato per i trasporti nell'arco di tempo compreso tra l'1 gennaio e il 31 dicembre 2005.

In Italia tale Direttiva è stata recepita con il D. Lgs. n.128 del 30 Maggio 2005, modificato e reso effettivo poi con la Legge n. 81 dell'11 Marzo 2006, che sancisce l'obbligo dell'immissione dei biocarburanti per una quota pari all'1% dal 1° luglio 2006, valore questo aumentato di 1 punto percentuale entro il 1° luglio di ogni anno fino al 2010, arrivando così complessivamente, entro tale anno, al 5% del carburante totale commercializzato su scala nazionale.

Questa legge era nata in Italia inizialmente anche per aiutare il settore primario. I biocarburanti infatti dovrebbero derivare da materie prime sulla base di contratti di filiera stipulati tra la ditta trasformatrice e gli agricoltori. Di fatto però, siccome l'attenzione è stata riservata solo al biodiesel e al bioetanolo, i quali vengono trasformati a livello industriale, e mancando oltretutto un reale accordo tra i petrolieri (produttori di biodiesel) e le organizzazioni agricole, ciò ha portato solo minimi vantaggi agli agricoltori. L'unico biocarburante che avrebbe portato reali benefici, di carattere economico ma non solo, agli agricoltori è l'OVP, perché la sua trasformazione può avvenire direttamente in azienda agricola senza la necessità di passare attraverso intermediari quali le industrie di raffinazione. Allo stato attuale infatti, sebbene l'OVP sia uno dei biocarburanti liquidi ammessi dall'UE per il trasporto oltre al biodiesel e al bioetanolo, in realtà in Italia, a differenza che in altri paesi europei, non ne è ancora stato consentito l'impiego per la trazione.

La riforma Fishler della PAC 2003 cerca inoltre di incentivare gli agricoltori a convertirsi alle colture energetiche introducendo un aiuto aggiuntivo diretto per i terreni cosiddetti "normali" di 45 €/ha, al fine di raggiungere complessivamente un reddito medio ad ettaro di 1.500 €. Condizione necessaria per godere di questo "pagamento accoppiato" è che l'agricoltore abbia firmato un contratto con il trasformatore (che può essere lo stesso agricoltore). Questo incentivo ha l'obiettivo di aumentare la capacità produttiva del no-food spronando la conversione della produzione di un'importante quantità di terreni che si sommano a quelli *set-aside* (ovvero non ancora sfruttati), per i quali l'unica possibilità di utilizzo è legata alle colture energetiche (e al biologico), oltre ai terreni "liberati" dalla recente riforma del settore saccarifero.

11.5 ASPETTI AMBIENTALI

L'aspetto ambientale che caratterizza l'utilizzo degli OVP è la rinnovabilità: la CO₂ emessa durante la combustione è infatti destinata in tempi brevi ad essere riassorbita dalla coltura successiva, contrariamente a quanto accade nel caso del gasolio. Il concetto di rinnovabilità è pertanto legato al tempo medio di permanenza della CO₂ nell'atmosfera e l'impiego dell'OVP comporta un risparmio medio di 3,15 Kg di CO₂ per ogni chilogrammo di gasolio sostituito. La

citata cooperativa INNÖL CoKG per esempio associa 89 allevatori, i quali mettendo a disposizione circa 4 ettari ciascuno, grazie ad una produzione media annua di 370.000 l di OVP, consentono di evitare l'emissione in atmosfera di circa 935 kg di CO₂ ogni anno.

Per quanto riguarda le emissioni in atmosfera, accanto ai benefici in termini di risparmio di CO₂, gli oli vegetali presentano la quasi completa assenza di SO_x e di metalli pesanti quali piombo, cadmio e vanadio; per quanto riguarda le emissioni degli NO_x invece si ha un leggero aumento. L'utilizzo dell'OVP, oltre che in termini di emissioni, presenta anche altri vantaggi quali l'essere biodegradabile in acqua in circa 30 gg ed essere atossico: ciò rende interessante il suo utilizzo in motori marini soprattutto in laguna.

11.6 CARATTERISTICHE DEL MOTORE

Le caratteristiche intrinseche dell'OVP sono differenti rispetto al diesel convenzionale; infatti, per consentirne il suo diretto utilizzo in motori endotermici senza incorrere a malfunzionamenti, è necessario adottare delle modifiche impiantistiche.

Anche se a livello ingegneristico negli ultimi anni molti progressi sono stati fatti, la maggiore viscosità, il differente punto di infiammabilità e la tendenza alla polimerizzazione rendono l'OVP, rispetto al diesel fossile, un combustibile di difficile utilizzo in motori ad iniezione diretta. Le peculiari caratteristiche di questo biocarburante si traducono in una cattiva polverizzazione del combustibile e conseguentemente in una combustione incompleta, con formazione di depositi carboniosi in prossimità degli iniettori e della pompa di iniezione e di contaminazione dell'olio lubrificante con l'olio vegetale. Il tutto può provocare danni più o meno gravi al motore, abbreviandone la durata fisica ed economica.

Per risolvere questi inconvenienti negli anni si è riusciti ad abbassare la viscosità mediante il riscaldamento dell'olio carburante (Figura 28) prima della sua immissione in camera di combustione e si è inoltre optato per l'utilizzo del diesel fossile durante le fasi di accensione del motore, sino a che l'olio non arriva alla temperatura e quindi alla viscosità prefissata, e di spegnimento del motore, per permettere il lavaggio degli iniettori e della camera di combustione dall'olio vegetale prima della sua interruzione.

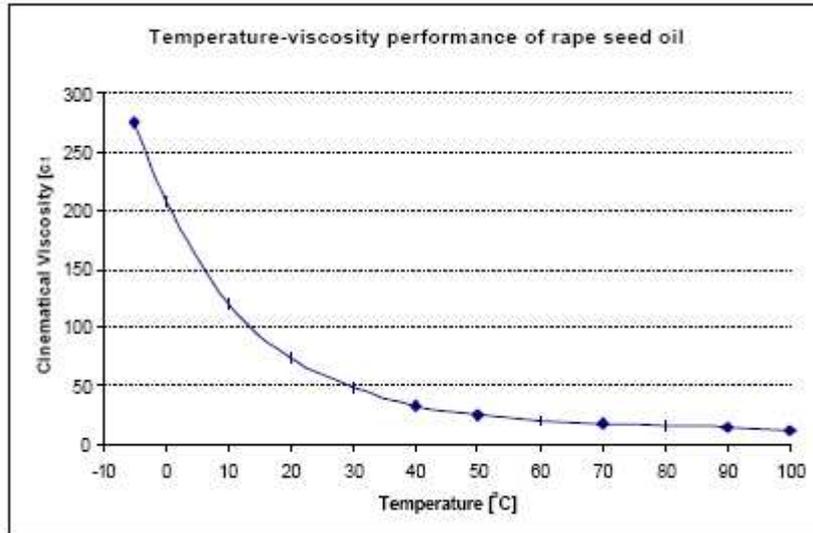


Figura 28 - Variazione della viscosità dell'olio al variare della temperatura

Capitolo 12

FINALITÀ DELLA SPERIMENTAZIONE

È stata presa in considerazione una “filiera corta” di semi di colza, seguendo tutte le fasi di processo, dalla coltivazione in campo all’installazione dell’impianto di spremitura, del kit di modifica del trattore Lamborghini, del collaudo e della messa in funzione. La finalità dell’attività è consistita nella valutazione della convenienza energetica ed ambientale nell’utilizzo dell’olio, derivante dalla spremitura in azienda come carburante da autotrazione sui due trattori dell’azienda Valvecchia, e il pannello di risulta come integrazione della razione alimentare in un allevamento di bovini da ingrasso. Il processo di spremitura prevede successivi passaggi: la spremitura, l’estrazione, la filtrazione e lo stoccaggio dell’olio vegetale puro, che rappresenta circa il 35% della massa totale del seme, e la pellettizzazione e lo stoccaggio del pannello proteico, per una massa equivalente di circa il 65% della semente in entrata.

Per poter meglio valutare la convenienza di tale filiera sono state prese in considerazione 8 diverse varietà di colza, sottoposte a due diversi tipi di lavorazione del terreno (convenzionale e minima). Dai risultati ottenuti è stata poi formulata una proiezione sulla fattibilità d’utilizzo di tale biocarburante a livello aziendale e regionale.

Capitolo 13

MATERIALE E METODI

13.1 COLZA

13.1.1 COLTIVAZIONE

Nell'azienda di Vallevicchia nell'annata di riferimento 2008-09 sono state coltivate 8 varietà di colza a destinazione energetica, sia con lavorazione convenzionale che minima, per un totale di 16 parcelle, ognuna con un'estensione di 1,5 ettari, impiegando una superficie complessiva di 24 ettari. L'unica differenza che ha contraddistinto le due diverse lavorazioni è stata l'aratura di 40 cm di profondità avvenuta solo in quella convenzionale. Le rimanenti operazioni colturali, comuni ad entrambe le lavorazioni, sono state:

- l'affinamento del terreno con erpice rotante per la preparazione del letto di semina
- la concimazione di fondo, in pre-semina, fosfatica e potassica con 80 kg/ha
- la semina di precisione
- il diserbo in pre-emergenza con metazachlor
- la concimazione con 120 kg/ha di azoto a lenta cessione in post-emergenza
- il diserbo in post-emergenza con clopyralid
- la raccolta in pieno campo con mietitrebbiatrice

La semina è avvenuta a metà settembre 2008 e la raccolta nella terza decade del giugno successivo (Figura 29), quando il seme aveva un'umidità media intorno al 10% e una percentuale in olio superiore al 40%, che corrisponde ad un 30-35% di olio realmente estraibile mediante spremitura meccanica. Il grado di maturazione è di fondamentale importanza nella raccolta del colza destinato alla produzione di olio; infatti un'epoca di raccolta eccessivamente precoce fornirebbe un seme con olio di scarsa qualità e una troppo tardiva porterebbe all'apertura delle silique con conseguente perdita di prodotto a terra.



Figura 29 - Raccolta del colza nel giugno 2009

13.1.2 METODOLOGIA D'ANALISI

Nel giorno della raccolta, per poter valutare la massa lorda dei semi per ogni singola parcella, è stato predisposto un cantiere di lavoro costituito da due mietitrebbiatrici (John Deere - 2256) e altrettanti rimorchi, che si alternavano in modo che mentre uno veniva caricato con il seme raccolto da una parcella l'altro aveva la possibilità di andare a pesare il seme della parcella precedente, nella pesa per autotreni, prima di trasferirlo in essiccatoio e ritornare in campo per il successivo carico.

I campioni, della massa di 1 kg ciascuno, sono stati prelevati per ogni parcella durante lo scarico del seme dalla mietitrebbiatrice al rimorchio. Al fine di eliminare le impurità, che comprendono i corpi estranei, la polvere, parti di siliqua, semi rotti e semi vuoti, il materiale raccolto è stato pulito mediante un vaglio a movimento meccanico dotato di aspiratore; la pulizia è stata poi affinata manualmente. Una volta conclusa la fase di pulitura della semente sono stati valutati, mediante il lettore NIRS "FOSS-INFRATEC 1241 Grain Analyzer", l'umidità e la percentuale in olio (Tabella 4). Sapendo che non tutto l'olio contenuto nei semi può essere estratto mediante la

spremitura meccanica, al fine di convertire il valore da potenziale a reale, è stato necessario dividere il valore letto con il coefficiente di 1,49 da noi stimato, ottenuto questo dal rapporto tra la lettura al NIRS e quella realmente misurata mediante la spremitura del seme giunto in azienda che, data l'esiguità del materiale per parcella ottenuto, è arrivato come mix di tutte le parcelle.

Tabella 4 - Contenuto percentuale di impurità olio e acqua in base alla varietà e al tipo di lavorazione

CULTIVAR	TIPO DI LAVORAZIONE	IMPURITÀ (%)	UMIDITÀ (%)	OLIO CONTENUTO (%)
Catalina	minima	1,7	12,0	33,44
Excalibur	minima	1,28	10,9	33,98
prd 03	minima	2,77	11,5	33,83
prd 01	minima	1,54	11,2	32,61
Courage	minima	1,91	10,8	33,29
Hybristar	minima	1,25	11,0	32,66
Vectra	minima	0,73	9,2	33,20
Hercules	minima	1,39	8,7	33,07
Catalina	convenzionale	1,68	10,2	31,65
Excalibur	convenzionale	0,79	9,0	31,84
prd 03	convenzionale	0,72	9,0	33,53
prd 01	convenzionale	1,22	9,6	33,18
Courage	convenzionale	1,20	9,0	32,46
Hybristar	convenzionale	0,89	8,7	32,46
Vectra	convenzionale	2,94	9,5	34,05
Hercules	convenzionale	0,48	8,6	32,75
MEDIA CAMPIONI (%)		1,41	9,9	33

13.2 IMPIANTO DI SPREMITURA

13.2.1 INSTALLAZIONE E COLLAUDO

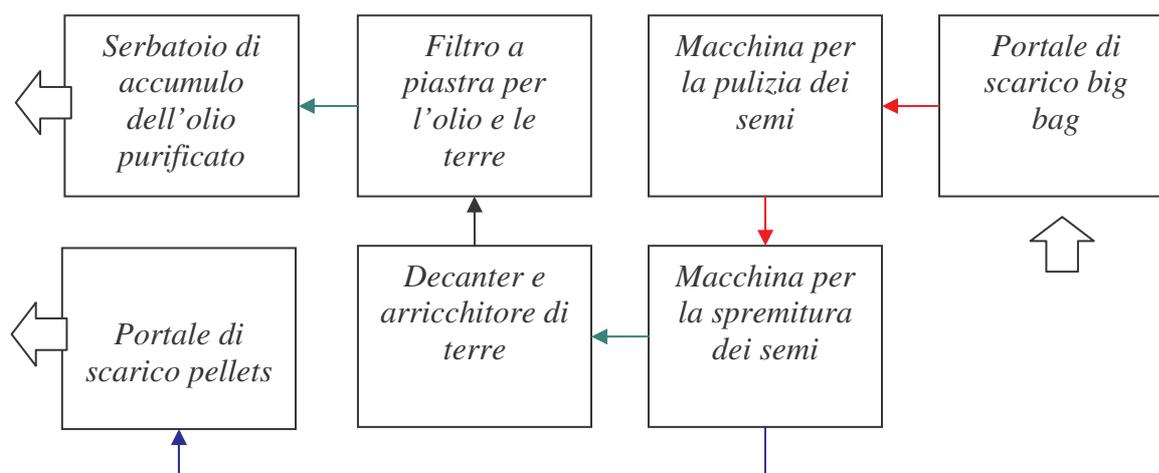
13.2.1.1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto di spremitura installato ha una capacità lavorativa media di 80 kg/h di semi di colza. L'estrazione dell'olio e del pannello proteico avvengono mediante una semplice spremitura meccanica a caldo, senza l'utilizzo quindi di alcun solvente (Figura 30).

I componenti metallici costituenti l'impianto, al fine di limitarne la corrosione e facilitarne la ripulitura, la lavorabilità, la forgiabilità e la saldabilità, sono stati realizzati in acciaio inossidabile austenitico AISI 304 (UNI X8CrNi1910, formato per il 18% da Cr e dall'8% da Ni).

L'alimentazione dell'impianto avviene per caduta dei semi dai big bag di stoccaggio, dove è stata precedentemente accumulata la materia prima da spremere, ad un nastro che trasporta il materiale sino alla spremitrice. L'olio vegetale prodotto viene filtrato e successivamente stoccato ermeticamente in contenitori in polietilene, limitandone così il contatto con agenti ossidanti come aria e luce; ciò consente di preservarne la qualità più a lungo.

La parte solida, uscente a seguito della spremitura, è costituita da un materiale di consistenza farinosa che prende il nome di pannello proteico il quale, per agevolarne il trasporto tramite la coclea, viene pellettato in cilindretti del diametro di 6 mm e inviato all'interno dei big bag precedentemente utilizzati per stoccare la semente di partenza.



Schema 1 - Layout adottato per l'impianto di spremitura dei semi (spiegazione dei colori: rosso - semi di colza; verde - olio vegetale; blu - pannello; nero - olio vegetale e terre).

La linea di lavorazione dell'impianto (Schema 1 e Figura 30) di spremitura è composta dalle seguenti attrezzature:

- 120 **big bag** per lo stoccaggio dei semi oleosi e del pellet
- 2 **coclee di raccordo** per il trasporto dei semi e del pannello proteico
- 2 **portali per lo scarico** della granella e del pellet
- 1 **macchina per la pulizia** dei semi
- 1 **spremitrice** per l'estrazione dell'olio
- 1 **decantatore**
- 1 **filtropressa** per la filtrazione primaria
- 1 **filtro a maniche**, per la filtrazione finale
- 10 **serbatoi** in polietilene per il contenimento dell'olio



Figura 30 – Vista d'insieme dell'impianto di spremitura in fase di montaggio

Big bag. Sono sacchi in rafia polipropilenica, del volume di 1 m³ ovvero circa 600 kg di granella di colza ciascuno. Questi hanno anche la funzione, una volta svuotati dalla semente, di immagazzinare il pannello di spremitura.

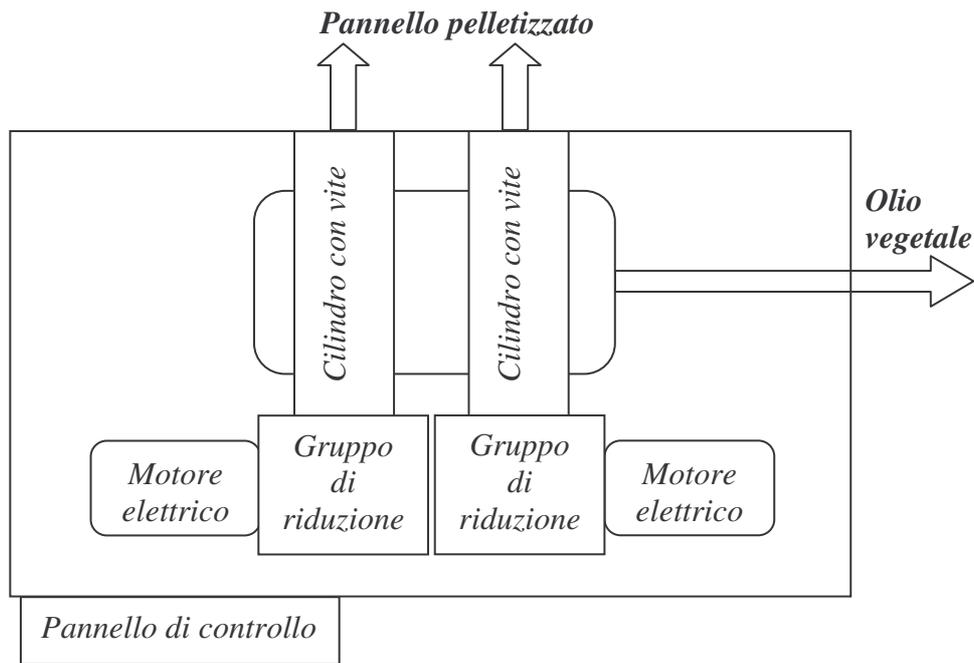
Portale per lo scarico dei big bag carichi di granella. Tale struttura ha la funzione di permettere lo svuotamento e quindi il passaggio dei semi dai big bag alla spremitrice, tramite il trasportatore. Questa realizzazione verrà eliminata al momento del posizionamento di un serbatoio per lo stoccaggio definitivo della semente.

Trasportatori a coclea flessibile dalla portata di 1000 kg/h con tramoggia di carico fissa. Il primo è installato nella zona adiacente allo stoccaggio del seme insacchettato ed è usato per il ricevimento e il trasporto della materia prima da spremere, dal big bag alla tramoggia di carico della spremitrice; il secondo invece è posto nella parte terminale dell'impianto e trasporta il pannello proteico pellettato dalle macchine spremitrici ai big bag di stoccaggio. Il trasportatore ha un ingombro di 1.200x1.400x6.000 mm ed è costituito da: un telaio in acciaio al carbonio verniciato RAL9006, un tubo per coclea flessibile in materiale plastico di tipo rilsan PA12 con diametro interno di 61 mm e lunghezza di 6 m, una coclea flessibile in Cr-Si dal passo medio di 50 mm ed una vaschetta. Il funzionamento dei trasportatori avviene grazie alla rotazione di una coclea a forma di molla. Il suo azionamento è intermittente, comandato direttamente dal quadro elettrico della macchina spremitrice mediante sensori di riempimento posti nella tramoggia di carico, per evitare il funzionamento a vuoto.

Macchina per la pulizia dei semi, la quale sfrutta l'azione della corrente d'aria generata da un ventilatore centrifugo (radiale), funzionante in aspirazione, rispetto al flusso dei semi.

Macchina spremitrice con una capacità di circa 80 kg/ora di seme, dalle dimensioni di 1.100x1.100x2.500 mm, costituita da due teste parallele riscaldate ad una temperatura di 65°C, le quali consentono una spremitura meccanica di tipo continuo.

La spremitrice è provvista di una tramoggia per il ricevimento dei semi che grazie ad un sensore di livello comanda il motore della coclea che lo alimenta. Dalla tramoggia il seme passa alla zona di spremitura dove per circa 45-50 s è soggetto all'azione dell'albero a spirali estrattive che spremono il seme. L'olio estratto fuoriesce dal cilindro attraverso dei fori radiali, posti lateralmente rispetto alle viti di spremitura, gocciola su di una sottostante vaschetta di raccolta e da qui viene inviato al decanter; mentre i residui solidi costituenti il pannello proteico escono nella parte posteriore, vengono pellettizzati in cilindretti del diametro di 5-6 mm e 10-15 mm di lunghezza e inviati al big bag di stoccaggio; la loro pezzatura ha una dimensione tale da renderli già adatti per l'utilizzo come mangime.



Disegno d'assieme del gruppo di spremitura

La vite di spremitura rappresenta la parte centrale dell'impianto, essa si presenta come un pezzo unico in acciaio C40 UNI-EN 10083 temprato e rinvenuto mediante nitrurazione, suddiviso in due zone aventi diametri esterni differenti e presentanti entrambe una scanalatura elicoidale a sezione semicircolare (Figura 31).

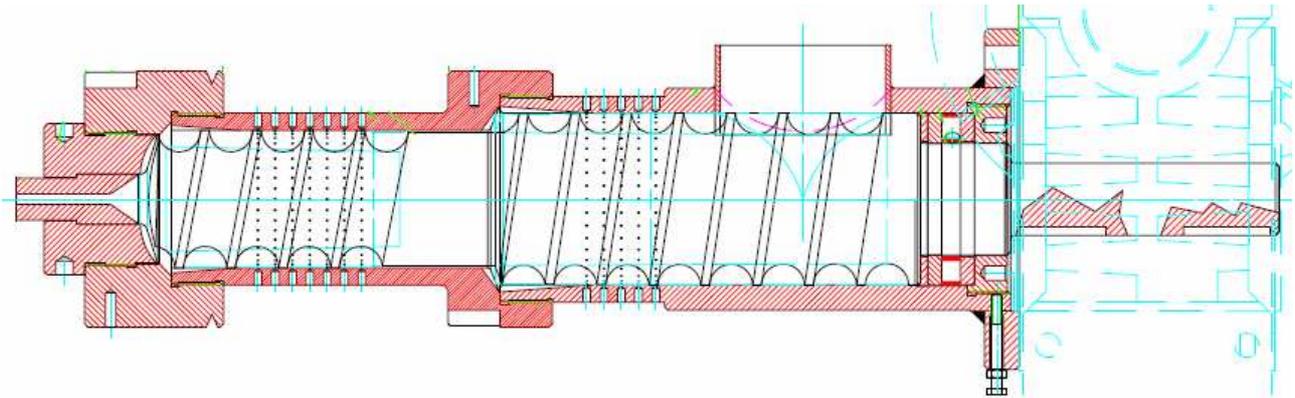


Figura 31 – Spaccato della vite di spremitura

Il diametro del nocciolo varia con conicità inversa andando dal perno di trascinamento verso l'estremità della vite in modo da aumentare l'effetto di compressione del granulato.

Durante il funzionamento della macchina la vite ruota e la granella viene richiamata tra le spire e spostata nella direzione della testa della vite. Essa si accumula quindi in corrispondenza della variazione di diametro della vite in quanto l'intercapedine per l'accesso al successivo tratto elicoidale è particolarmente stretta (diametro interno cilindro 80,25 mm, diametro esterno vite nel tratto cilindrico 77,00 mm). In questa zona subisce uno sminuzzamento ed una contestuale prima compressione che porta all'estrazione dell'olio vegetale. Successivamente, i semi spremuti vengono accumulati in prossimità della testa della vite alla fine del secondo tratto scanalato, dove subiscono una seconda ed ultima spremitura.

Il cilindro presenta due fasce riscaldanti, posizionate rispettivamente in prossimità della testa di spremitura e nella zona centrale del cilindro, in corrispondenza al cambio di diametro esterno della vite, utili per riscaldare il materiale in spremitura e quindi coadiuvare il processo di estrazione dell'olio dai semi.

Decanter. L'olio proveniente dalla spremitrice viene convogliato in una vasca di raccolta, dalla quale con l'ausilio di un'elettropompa viene prelevato e convogliato ad un serbatoio, costituente il sistema di decantazione e di chiarificazione dell'olio grezzo. Questo è costituito da un decantatore densimetrico per la chiarificazione dell'olio che ha una produzione oraria di 42 litri di olio, forma cilindrica e base a cono rovesciato, della capacità di 2.000 litri e delle dimensioni complessive di 1.500x2.000x3.500 mm. Il decantatore permette la sedimentazione delle impurità, consentendo così di rendere limpido l'olio e di separare le particelle che si trovano in sospensione subito dopo la spremitura, le quali vanno a costituire un fango denso che viene raccolto per essere rispremuta e pellettato. Al fine di migliorare la fase di deposito delle particelle, oltre al decantatore sono presenti un boiler coibentato per il riscaldamento dell'olio di forma cilindrica e un serbatoio di 15 litri per il contenimento di acqua acidificata con acido citrico, la quale viene aggiunta all'olio previo riscaldamento.

Il decanter è dotato di specole visive a diversi livelli e valvole di sfiato per ingresso/uscita dell'aria durante i momenti di riempimento e svuotamento dell'olio; la parte inferiore è dotata di valvola a saracinesca per lo scarico totale del fango sedimentato e da una flangia per eseguire operazioni di ispezione, verifica e pulizia. La produzione di fanghi varia dal 10 al 25%, in peso, dell'olio contenuto.

Filtropressa. L'olio sedimentato viene travasato all'impianto di filtrazione vero e proprio, il quale è rappresentato da una filtropressa costituita da una struttura portante in acciaio montata su ruote gommate. Questo telaio presenta nella parte centrale una serie di telai quadrangolari alternati a tele che, aderendo l'una all'altra, costituiscono delle camere nelle quali si forma un pannello di fango

durante il funzionamento, e all'estremità da una parte è presente una placca metallica di chiusura e dall'altra è montata la testa fissa avente gli attacchi per l'entrata e l'uscita dell'olio. Durante il processo di filtrazione l'olio proveniente dal decantatore, prima di venir pompato in pressione entro il filtro, viene arricchito con della farina fossile e inviato alla filtropressa all'interno della quale le terre, miste alle impurità ancora presenti nell'olio, si accumulano e vanno a costituire il mezzo filtrante vero e proprio. L'olio grezzo poi, passando da un telaio all'altro, attraversa il tessuto sul quale deposita le particelle solide più fini ancora presenti.

Filtro a maniche o filtro di sicurezza, che ha il compito di effettuare l'ultima filtrazione di sicurezza dell'olio vegetale prima che questo venga definitivamente stoccato nel serbatoio d'accumulo.

Serbatoi in polietilene ad alta densità dalla capacità di 1.000 litri. Sono utilizzati per lo stoccaggio temporaneo e per la movimentazione dell'olio dal capannone, dove è situato l'impianto di spremitura, agli altri edifici presenti in azienda.

Portale di scarico del pellet. Questa struttura permette di mantenere in posizione verticale i big bag durante il loro riempimento con il pellet e renderne quindi più agevole la dislocazione, una volta riempiti, mediante il sollevatore a forche trans-pallet .

Tabella 5 - Caratteristiche dei motori elettrici presenti nell'impianto di spremitura

Motore elettrico	TENSIONE (V)	FREQUENZA (Hz)	POTENZA (kW)
2 nastri trasportatori	400	50	2,5
Spremitrice	400	50	6,5
Decanter (funzionamento intermittente)	400	50	2,5

13.2.1.2 ATTREZZATURA PRESENTE A COMPLETAMENTO DELL'IMPIANTO

- un compressore d'aria, dotato di serbatoio d'accumulo da 25 litri, necessario per l'azionamento di alcune valvole
- una tubazione per l'uscita dell'aria utilizzata per la pulizia dei semi

13.2.1.3 OPERAZIONI PER LA MESSA IN FUNZIONE DELL'IMPIANTO

- allacciamento alla rete elettrica nazionale trifase a bassa tensione (380 V), realizzata tramite due spine elettriche, una da 16 A a 4 poli (tre fasi con messa a terra), e una da 32 A a 5 poli (tre fasi, neutro e messa a terra)
- allacciamento con la rete idrica, per il ripristino del livello di acqua nel serbatoio del decanter e per il lavaggio delle attrezzature e delle tele del filtro in particolare

13.3 TRATTORI ALIMENTATI AD OLIO VEGETALE PURO

13.3.1 TRATTORE FENDT 820 VARIO GREENTECH

13.3.1.1 DOPPIA ALIMENTAZIONE

L'olio filtrato conferito nel serbatoio di stoccaggio è stato utilizzato per alimentare due trattori, un Lamborghini Victory Plus 230 e un Fendt 820 Vario Greentech, che funzionano con la doppia alimentazione OVP-gasolio. Mentre il primo ha dovuto subire una modifica dalla ditta Elsbett (Germania) per essere idoneo all'alimentazione con olio, il secondo invece è stato progettato e commercializzato per l'esclusivo utilizzo di questo biocarburante. Ciò è stato reso possibile per la collaborazione tra la Fendt e il costruttore di motori Deutz AG, il che ha portato all'autorizzazione di conformità alla citata norma DIN V 51605 di questo motore per l'utilizzo dell'olio di colza grezzo al 100%, nonché alla copertura della garanzia da parte del costruttore.

13.3.1.2 COMPONENTI CARATTERIZZANTI DEL FENDT

A livello motoristico i componenti essenziali per il funzionamento dei motori "Natural Fuel Engines" con olio di colza sono la tecnologia common rail DCR e il sistema di controllo elettronico del motore, grazie al quale questi motori riescono a verificare l'intero processo di combustione, assicurando ridotte emissioni nelle fasi di avvio o di carico leggero oltre a gestire, mediante un sofisticato sistema di valvole, il tipo di alimentazione.

Il Fendt 820 Vario Greentec, si contraddistingue dal modello classico a singola alimentazione per la presenza di due specifici serbatoi della capacità di 80 e 340 litri, dove quello più piccolo è adibito per il gasolio e quello principale per l'olio vegetale. Un altro componente fondamentale per il funzionamento con olio di colza è il sistema Deutz Fuel Management; si tratta di un sistema di controllo del combustibile completamente integrato nel sistema di gestione del motore che permette, in presenza di un sistema a doppio serbatoio, il cambiamento in automatico da gasolio a olio di colza e viceversa.

Date le diverse caratteristiche fisiche dei due combustibili non è possibile alimentare un motore esclusivamente con olio vegetale ed è per questo che nelle fasi di avviamento a freddo, di spegnimento, di impiego su brevi tratti e per periodi di fermo piuttosto prolungati, si rinuncia all'impiego di OVP e si utilizza il gasolio tradizionale. L'utilizzo dell'olio avviene infatti quando questo raggiunge una viscosità simile al gasolio e perché ciò accada è prevista l'installazione di un preriscaldatore del combustibile vegetale situato tra il serbatoio e il motore. Poiché l'impiego di olio

ha anche degli effetti sulle prestazioni del motore, anche il sistema di iniezione è stato ricalcolato e adeguato al nuovo combustibile e alle sue caratteristiche.

13.3.1.3 PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Le caratteristiche dell'olio di colza differiscono sostanzialmente da quelle del gasolio per quanto riguarda sia la viscosità che la temperatura di combustione. Per garantire una combustione dell'olio vegetale il più completa possibile in fase di iniezione nel cilindro, si deve provvedere alla sua polverizzazione come per il gasolio: per ottenere ciò si deve adeguare la sua viscosità a quella del gasolio. Per questo motivo il sistema attiva l'alimentazione con il biocarburante soltanto se vengono soddisfatti determinati parametri, ovvero se la temperatura dell'olio vegetale, a seguito dell'azione di uno scambiatore di calore ad acqua, sale oltre i 70 °C, oppure se la potenza erogata del motore supera per almeno 20 secondi il 25% della potenza massima. Se i parametri non vengono più rispettati, il sistema passa nuovamente all'alimentazione a gasolio ed il circuito di alimentazione ad olio di colza viene spurgato con del gasolio, operazione che richiede qualche secondo e serve per prevenire l'entrata di olio vegetale nel gasolio. Per mantenere poi il circuito esente dall'OVP durante le fasi di riposo del trattore e quindi evitare che l'avvio a gasolio subisca contaminazioni dall'olio precedentemente usato, prima di spegnere il motore l'operatore deve attivare manualmente l'alimentazione a gasolio per circa 10 minuti, tempo questo sufficiente per il completo svuotamento del biocarburante presente nel circuito di alimentazione. Il terminale Variotronic permette all'operatore di essere sempre informato sul tipo di alimentazione attivata. Si noti che il cambio di alimentazione è sempre totale e mai parzializzato: non è quindi normalmente previsto un regime di alimentazione del motore con combustibile miscelato direttamente dal sistema, ciò potrebbe accadere solo accidentalmente nel caso in cui si riscontrasse un intasamento parziale del filtro a cartuccia; evento questo assai raro e comunque indicato da un segnale luminoso di avvertimento.

13.3.2 TRATTORE LAMBORGHINI VICTORY PLUS 230

13.3.2.1 INSTALLAZIONE DEL KIT PER LA DOPPIA ALIMENTAZIONE NEL LAMBORGHINI

Il Lamborghini Victory Plus 230 è stato progettato per funzionare solo con il gasolio. Per consentirne anche l'alimentazione con l'olio vegetale puro è stata quindi necessaria l'installazione di un kit di modifica e il collaudo del mezzo; tale operazione è stata affidata alla citata ditta tedesca Elsbett, esperta da anni in questo settore.

Il kit di modifica installato (Figura 32) presenta le seguenti parti:

- due **prefiltri** con sfiatatoio a stantuffo manuale, uno per il gasolio e l'altro per l'olio vegetale grezzo
- un'**elettropompa per l'olio** dotata di valvola di non ritorno
- una **centralina di alimentazione** e commutazione del carburante, composta da una valvola elettrica, da uno scambiatore di calore a piastre saldobrasate e da un filtro a cartuccia per il carburante (durata media 200 ore circa, massima di 500 ore con olii di alta qualità)
- due **raccordi a T** nella linea destinata al riscaldamento della cabina di guida e alimentata dal circuito di raffreddamento del motore; tali raccordi intercettano verso lo scambiatore di calore una certa portata di liquido caldo circolante
- una **sonda di temperatura del liquido** di raffreddamento
- una **sonda di temperatura sui gas** di scarico in uscita dalla turbina
- un **raccordo a T** sul circuito di ritorno del carburante per consentire il suo ricircolo attraverso la centralina di alimentazione
- una **centralina elettronica** di gestione del dispositivo, completa di un datalogger per la registrazione dei malfunzionamenti e di un pannello di controllo azionabile dall'operatore
- delle **tubazioni per la circolazione del carburante** in entrambi i regimi di funzionamento
- **cablaggi** vari per la gestione del sistema

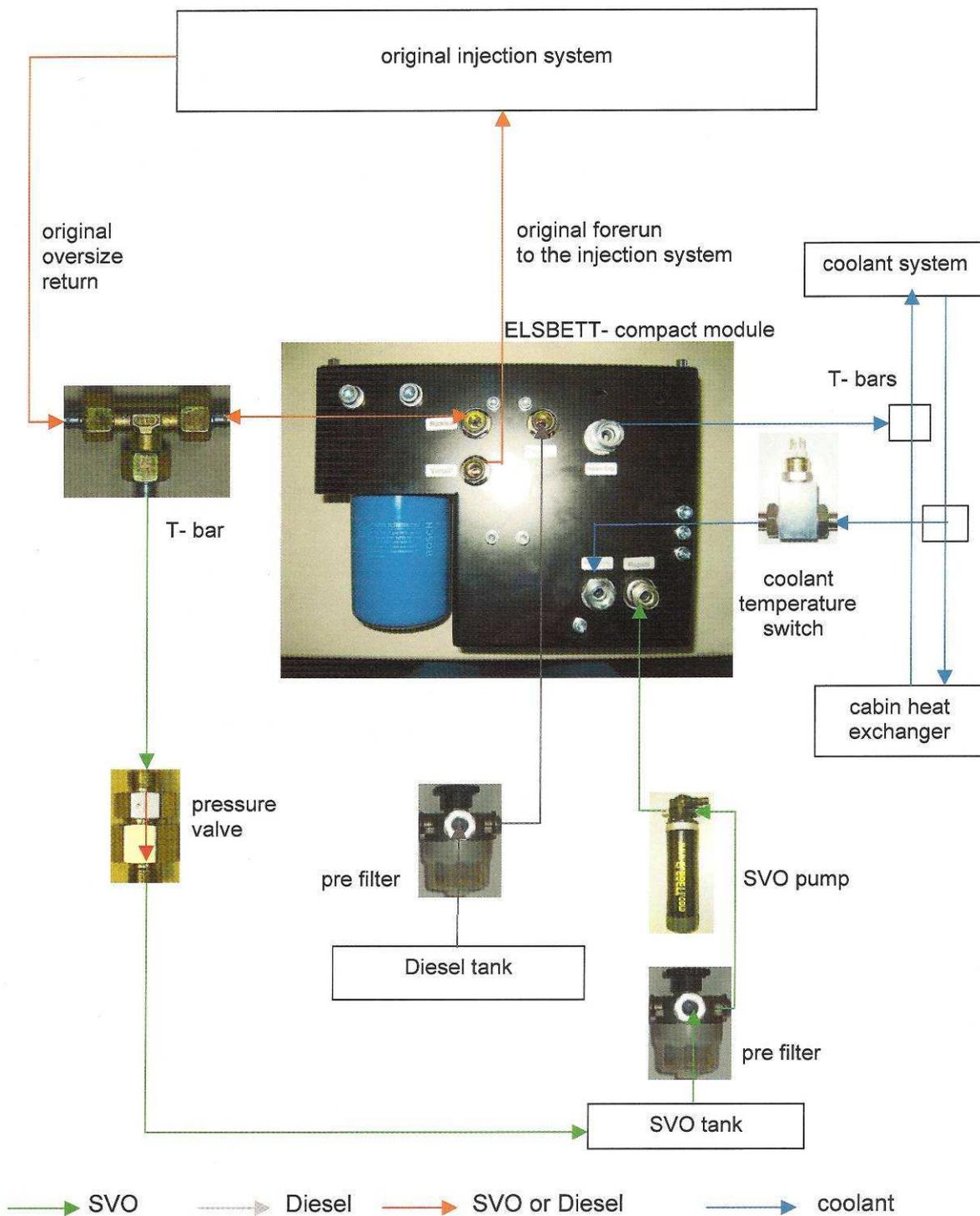


Figura 32 – Schema del sistema di alimentazione Elsbett

13.3.2.2 PROBLEMATICHE RISCONTRATE DURANTE L'INSTALLAZIONE DEL KIT

Oltre alla componentistica sopraccitata, il kit di modifica prevede l'installazione di un secondo serbatoio in acciaio a base quadrata, dotato di misuratore di livello integrato, da posizionare al posto della cassetta degli attrezzi, da adibire al gasolio visto che quello già presente nel trattore viene destinato all'OVP.

A causa però: della particolare conformazione della carrozzeria del trattore, dell'eccessivo volume d'ingombro del serbatoio supplementare (40 × 40 × 80 cm) e della presenza del serbatoio originale sdoppiato in due elementi (di 150 e 300 litri), si è deciso di non installare il serbatoio facente parte del kit di conversione ma utilizzare i due già presenti in modo tale che quello a minor volume fosse destinato per il gasolio e quello più capiente per l'OVP. Anche se a livello pratico questa soluzione era la più conveniente, tale scelta ha comportato però l'interruzione della doppia tubazione di collegamento tra i due serbatoi, situata a livello del fondo e del cielo, che in condizioni normali consente il continuo livellamento degli stessi. Essendo questi comunicanti, era presente un solo misuratore di livello e un solo foro per il rifornimento, situati entrambi nel serbatoio più capiente e ciò ha inevitabilmente comportato l'esclusione della misurazione del livello e della possibilità di rifornimento dell'elemento adibito al gasolio. Per ovviare a tali inconvenienti è stato necessario fare due fori su tale serbatoio per consentire: il rifornimento tramite il primo foro, la misurazione del livello e il prelievo di gasolio da parte del motore durante il funzionamento in regime normale, attraverso il secondo foro. Attraverso quest'ultimo è stato possibile installare un misuratore di livello del tipo ad asta oscillante con galleggiante di estremità. Con tale sistema si è andati incontro però ad un altro inconveniente dovuto alla mancanza di uno spazio sufficientemente ampio per l'installazione di un'asta di lunghezza tale da consentire la rilevazione del livello in qualsiasi condizione di riempimento. Per risolvere ciò, la regolazione del punto di articolazione dell'asta è stata scelta in maniera tale da privilegiare una corretta indicazione del livello del serbatoio quando questo è prossimo allo svuotamento, risultando quindi completamente sommersa fino ad un certo grado di svuotamento del serbatoio stesso.

Il livello del combustibile indicato dalla strumentazione analitica del cruscotto è quindi riferito all'olio di colza, invece quello indicato dalla strumentazione a led del pannello di controllo installato con il kit, collegato al misuratore di livello ad asta di cui sopra, è riferito al gasolio.

13.3.2.3 PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Per i principi di funzionamento si rimanda al quanto descritto per il trattore Fendt, essendo del tutto simile a quello del Lamborghini.

13.4 POTENZIALE DI OLIO DI COLZA NEL VENETO

Alla luce dei risultati di spremitura ottenuti e utilizzando i dati di produzione del colza su scala regionale riferiti al 2009, e quelli di superficie aziendale raccolti dall'ISTAT durante l'ultimo censimento in agricoltura, è stata calcolata la quantità di olio potenzialmente producibile dalla coltivazione di colza in Veneto.

In base ai calcoli di altri autori, allo scopo di interpretare al meglio questi dati, si sono considerate solo le aziende agricole con una superficie minima uguale o superiore a quella analizzata. Tale scelta è stata dettata dal fatto che, visto il considerevole prezzo d'acquisto dell'impianto pari a 110.000 euro e ai quali sono da aggiungere altri 20.000 per l'adeguamento del parco macchine (tra la modifica del Lamborghini e la maggiorazione del prezzo d'acquisto del Fendt a doppia alimentazione rispetto a quello a singola), l'utilizzazione dell'OVP ha senso solo in aziende dove la loro dimensione giustifichi un tempo economico di rientro adeguato. Perché ciò avvenga, l'impianto su scala aziendale deve funzionare per un ammontare di ore all'anno almeno uguale a quello sperimentato che, avendo una capacità di spremitura di 80 kg/h e, considerando i 24 ettari di colza coltivati con la tecnica convenzionale con una produzione media di semi di 3.200 kg/ha (dati ISTAT 2009), lavorerebbe 137 giorni all'anno ipotizzando una media giornaliera di 8 ore circa. Il che sta a significare che l'impianto è ampiamente sotto utilizzato considerando che i giorni lavorativi in un anno sono mediamente 270. Considerando poi i tempi morti per la pulizia, la manutenzione e le eventuali rotture, si stima che un impianto di tale capacità potrebbe soddisfare la produzione di semi di una cinquantina di ettari.

In base a queste considerazioni, utilizzando i dati derivanti dall'ultimo censimento in agricoltura, sono state prese in considerazione solo le aziende agricole con una superficie agraria utile (SAU) superiore ai 30 ettari; a livello numerico queste sono 3683 e, anche se rappresentano solo l'1,9% del totale, coprono il 35,2% della SAU e addirittura il 35,4% della superficie a seminativo (Tabella 6 e Tabella 7).

Tabella 6 - Aziende agricole, superficie agricola, classe di superficie nel 1990 e nel 2000

PROVINCE CLASSI DI S.A.U. FORME DI CONDUZIONE TITOLO DI POSSESSO DEI TERRENI	AZIENDE AGRICOLE			SUPERFICIE TOTALE			SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA		
	2000	1990	Variazioni percent.	2000	1990	Variazioni percent.	2000	1990	Variazioni percent.
Classi di S.A.U.									
Senza S.A.U.	3.590	2.791	28,6	27.994,84	38.775,06	-27,8	-	-	-
Meno di 1 ettaro	72.614	87.070	-16,6	67.949,46	89.565,61	-24,1	34.612,97	41.116,22	-15,8
Da 1 a 2 ettari	39.122	46.663	-16,2	75.943,59	93.176,42	-18,5	55.140,28	65.791,92	-16,2
Da 2 a 3 ettari	20.639	25.069	-17,7	63.817,57	77.845,20	-18,0	49.752,07	60.321,56	-17,5
Da 3 a 5 ettari	20.030	24.883	-19,5	96.129,60	117.857,84	-18,4	76.356,16	94.499,21	-19,2
Da 5 a 10 ettari	18.437	21.838	-15,6	150.651,13	180.255,65	-16,4	128.511,97	150.754,71	-14,8
Da 10 a 20 ettari	10.101	10.727	-5,8	164.151,21	177.724,08	-7,6	139.151,34	146.048,74	-4,7
Da 20 a 30 ettari	2.869	2.753	4,2	81.266,16	75.615,96	7,5	69.092,29	65.934,78	4,8
Da 30 a 50 ettari	1.969	1.647	19,6	93.578,08	73.996,13	26,5	74.693,47	62.171,38	20,1
Da 50 a 100 ettari	1.118	941	18,8	94.116,64	88.178,36	6,7	76.842,85	63.693,79	20,6
100 ettari e oltre	596	531	12,2	288.679,57	288.807,78	..	148.590,48	130.935,18	13,5
Totale	191.085	224.913	-15,0	1.204.277,85	1.301.798,09	-7,5	852.743,88	881.267,49	-3,2

Tabella 7 - Ripartizione superficie agricola nel 1990 e nel 2000

PROVINCE CLASSI DI S.A.U. FORME DI CONDUZIONE	SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA				COLTURE BOSCHIVE (b)	ALTRA SUPERFICIE	SUPERFICIE TOTALE
	Seminativi (a)	Coltivazioni legnose agrarie	Prati permanenti e pascoli	Totale			
Classi di S.A.U.							
Senza S.A.U.	-	-	-	-	18.201,63	9.793,21	27.994,84
Meno di 1 ettaro	19.405,78	7.087,50	8.119,69	34.612,97	20.602,53	12.733,96	67.949,46
Da 1 a 2 ettari	35.269,33	9.110,70	10.760,25	55.140,28	10.892,11	9.911,20	75.943,59
Da 2 a 3 ettari	32.289,46	8.907,08	8.555,53	49.752,07	7.461,32	6.604,18	63.817,57
Da 3 a 5 ettari	48.227,35	14.806,55	13.322,26	76.356,16	9.033,04	10.740,40	96.129,60
Da 5 a 10 ettari	86.464,76	24.526,02	17.521,19	128.511,97	9.502,21	12.636,95	150.651,13
Da 10 a 20 ettari	101.728,00	20.835,72	16.587,62	139.151,34	10.243,92	14.755,95	164.151,21
Da 20 a 30 ettari	52.829,48	7.358,54	8.904,27	69.092,29	4.879,27	7.294,60	81.266,16
Da 30 a 50 ettari	57.468,93	6.425,04	10.799,50	74.693,47	10.734,73	8.149,88	93.578,08
Da 50 a 100 ettari	57.495,02	4.256,24	15.091,59	76.842,85	8.940,05	8.333,74	94.116,64
100 ettari e oltre	91.641,13	4.925,26	52.024,09	148.590,48	99.500,99	40.588,10	288.679,57
Totale	582.819,24	108.238,65	161.685,99	852.743,88	209.991,80	141.542,17	1.204.277,85

Capitolo 14

RISULTATI E DISCUSSIONE

14.1 COLZA

14.1.1 PRODUZIONE DI OLIO

Dalla coltivazione della coltura nell'azienda Vallevicchia sono stati ottenuti interessanti risultati. Considerando le 8 varietà prese in esame la lavorazione convenzionale del terreno, rispetto a quella minima, ha consentito una produzione media di semi superiore del 15,6 %, passando dal 4,1 al 32,4% rispettivamente con le varietà Vectra ed Excalibur; in un solo caso la minima lavorazione ha dato una produzione superiore dello 0,5% rispetto alla convenzionale con la cultivar PRD03.

Sebbene la percentuale di impurità misurata durante la raccolta del colza con la tecnica convenzionale sia, rispetto alla minima lavorazione, mediamente inferiore del 21%, questo in termini assoluti influisce solo dello 0,3% sulla massa totale dei semi. Il dato che invece ha avuto un'influenza determinante è la quantità di olio estraibile per ciascun ibrido; dalle stime tale valore risulta mediamente superiore dell'1,6% con la minima lavorazione, determinando la riduzione dell'incremento della lavorazione convenzionale rispetto alla minima, rispettivamente in termini percentuali, di resa in olio ed energetica, passando dal 15,6 al 14%, da 1031 a 905 kg/ha e da 38,62 a 33,88 GJ/ha, considerando un PCI dell'olio di colza di 37,445 GJ/kg (Tabella 8).

In particolare, a livello di resa in olio e di conseguenza energetica, adottando la lavorazione convenzionale si è avuto un aumento intra-varietale che va dallo 0,7 con PRD03 a 24,6% con Excalibur. Tra tutte le 8 varietà la Catalina è quella che ha dato, a prescindere dalla tecnica colturale, le rese maggiori raggiungendo potenziali energetici di 43,25 e 36,19 GJ/ha, valori questi del 12 e del 7% superiori alla media ottenuta, rispettivamente con la lavorazione convenzionale e la minima.

Tabella 8 - Resa in olio ed energetica per ettaro in base alla cultivar e al tipo di lavorazione

CULTIVAR	TIPO DI LAVORAZIONE	PRODUZIONE SEMI (t/ha)	IMPURITÀ (%)	CONTENUTO IN OLIO (%)	PRODUZIONE IN OLIO (t/ha)	POTENZIALE ENERGETICO (GJ/ha)
Catalina	minima	2,94	1,7	33,44	0,97	36,19
Excalibur	minima	2,75	1,28	33,98	0,92	34,59
prd 03	minima	2,79	2,77	33,83	0,92	34,40
prd 01	minima	2,62	1,54	32,61	0,84	31,51
Courage	minima	2,66	1,91	33,29	0,87	32,53
Hybristar	minima	2,78	1,25	32,66	0,90	33,57
Vectra	minima	2,91	0,73	33,20	0,96	35,95
Hercules	minima	2,65	1,39	33,07	0,86	32,33
MEDIA	minima	2,764	1,57	33,26	0,90	33,88
Catalina	convenzionale	3,71	1,68	31,65	1,15	43,25
Excalibur	convenzionale	3,64	0,79	31,84	1,15	43,11
prd 03	convenzionale	2,78	0,72	33,53	0,93	34,66
prd 01	convenzionale	2,98	1,22	33,18	0,98	36,56
Courage	convenzionale	2,90	1,2	32,46	0,93	34,82
Hybristar	convenzionale	3,31	0,89	32,46	1,07	39,90
Vectra	convenzionale	3,03	2,94	34,05	1,00	37,53
Hercules	convenzionale	3,21	0,48	32,75	1,04	39,12
MEDIA	convenzionale	3,196	1,24	32,74	1,03	38,62

14.1.2 BILANCIO ENERGETICO E AMBIENTALE

In base alla quantità di concime e di seme utilizzato, alle operazioni colturali eseguite, alle macchine impiegate nei due tipi di lavorazione e alle fasi di lavorazione del seme nell'impianto di spremitura, prendendo anche in considerazione le stime sull'analisi LCA (Life Cycle Assessment) di altri autori, è stato sviluppato il bilancio energetico e ambientale.

I risultati ottenuti con l'analisi LCA evidenziano che l'unica operazione che differisce tra le due diverse lavorazioni, ovvero l'aratura, comporta un incremento del consumo energetico dalla minima alla lavorazione convenzionale di 3,591GJ/ha, il che corrisponde a circa il 30% della spesa energetica totale. È interessante notare che ben 8,285 GJ/ha su 16,335 e 12,595 GJ/ha, corrispondenti al 52 e il 68% dell'energia impiegata per ottenere l'olio, rispettivamente con la lavorazione convenzionale e con la minima, sono spesi per la produzione dei semi e del concime azotato. La rimanente percentuale è sufficiente a coprire tutte le altre operazioni: produzione del concime potassico e fosfatico, la meccanizzazione in campo, la costruzione delle macchine, il lavoro umano e l'attivazione dell'impianto per la produzione del biocarburante (spremitura, filtrazione e stoccaggio), quest'ultimo influenzando solo per il 7-8% sul totale in entrambe la lavorazioni (Tabella 9).

Tabella 9 - Consumi energetici di produzione in base alla lavorazione

OPERAZIONE	Consumi Lavorazione Convenzionale (GJ/ha)	Consumi Minima Lavorazione (GJ/ha)
Produzione fertilizzante azotato	3,864	3,864
Produzione fertilizzante fosfatico	1,264	1,264
Produzione fertilizzante potassico	0,744	0,744
Produzione malerbicida	0,316	0,316
Produzione semi	4,420	4,420
Meccanizzazione operazioni colturali	4,702	1,111
Lavoro umano	0,016	0,004
Impianto di spremitura	1,174	0,934
TOTALE CONSUMI	16,53	12,65

I risultati ottenuti mostrano come l'energia prodotta durante la lavorazione convenzionale sia, considerando i valori di produzione sia medi che della Catalina, del 14 e del 19% superiore a quella ottenuta con la minima lavorazione; percentuali queste che scendono rispettivamente al 5 e al 13% se si considera invece l'energia realmente utilizzabile a fine ciclo, data dalla differenza tra l'energia prodotta e l'energia utilizzata per la produzione dell'olio (Tabella 10).

Tabella 10 -Incremento energetico e risparmio delle emissioni di CO₂ in base alla lavorazione

TIPO DI LAVORAZIONE PARAMETRI	VALORI MEDI			VALORI VARIETÀ CATALINA		
	Convenzionale	Minima	Incremento tra lavorazione Convenzionale e Minima (%)	Convenzionale	Minima	Incremento tra lav. Convenzionale e Minima (%)
PRODUZIONE OLIO (t/ha)	1031	905	14,0	1177	985	19,5
PRODUZIONE ENERGETICA (GJ/ha)	38,62	33,88	14,0	43,25	36,19	19,5
AUTOCONSUMO OLIO (%)	42,3	37,2	13,8	38,2	35,0	9,1
SUPERFICIE DA ADIBIRE PER AUTOCONSUMO AZIENDALE (ha)	10,2	8,9	13,8	9,2	8,4	9,1
CHIOGRAMMI EQUIVALENTI GASOLIO (kg)	521	498	4,7	626	551	13,6
ANIDRIDE CARBONICA NON EMESSA (Kg CO ₂ /ha)	1643	1569	4,7	1972	1735	13,6

Considerando un PCI del diesel di 42.744 kJ/kg, da ogni ettaro di colza si otterrebbe una produzione media di OVP realmente utilizzabile, rispettivamente con la lavorazione convenzionale e con la minima, di 521 e 498 chilogrammi equivalenti gasolio e di 612 e 539 con la varietà Catalina.

Appare chiaro che in termini assoluti la lavorazione convenzionale dia, anche se di poco, una convenienza energetica del 4,7 e del 13,8%, nei valori medi e con la varietà più produttiva, rispetto alla minima lavorazione; se però si considera il peso relativo dell'autoconsumo di biocarburante per la sua produzione, in un concetto di filiera corta, il risultato è ben diverso. Infatti, con la minima

lavorazione, dei 24 ettari a disposizione bisognerebbe destinarne, per l'autosostentamento energetico dell'intera filiera, meno di 9 a scopo energetico; valore questo che con la lavorazione convenzionale si attesta sui 9,5 con la Catalina e oltre i 10 ettari considerando la media varietale.

Per quanto riguarda le emissioni del principale gas serra (GHG), l'anidride carbonica, l'utilizzo dell'olio prodotto in azienda permetterebbe una riduzione, con la lavorazione convenzionale e minima, di 1643 e 1569 kg CO₂/ha valutando la media varietale, e di 1972 e 1735 kg CO₂/ha considerando invece la varietà più produttiva Catalina (Tabella 10).

La convenienza di questa filiera, a livello sia energetico che ambientale, può essere notevolmente migliorata considerando anche l'utilizzo del pannello proteico, il che è stato interamente conferito presso la Società Agricola Le Prese s.a.s. (Portogruaro – VE), come sostituto della farina di estrazione di soia, nell'alimentazione di 850 bovine da rimonta in un allevamento per la produzione di latte ad alta qualità, con una quota parte sulla razione media giornaliera per capo, pari a 0,5 kg. Le ragioni che hanno favorito il passaggio dalla farina di estrazione al pannello sono fondamentalmente: le interessanti caratteristiche nutrizionali, la buona qualità della frazione proteica, l'elevato tenore lipidico e la convenienza economica nell'acquisto (calcolata in base al costo per unità proteica) (Tabella 11).

Tabella 11 - Caratteristiche nutrizionali del pannello di colza

PARAMETRI	Umidità (%)	Grassi grezzi (%)	Proteine grezze (%)	Ceneri (%)	Fibra grezza (%)	Estrattivi inazotati (%)
PANNELLO PROTEICO	10,1	19,8	24,8	5,72	14,1	25,5

14.2 IMPIANTO DI SPREMITURA

14.2.1 MODIFICHE APPORTATE ALL'IMPIANTO

La spremitrice, a causa di problemi tecnici e di manutenzione, non ha quasi mai funzionato a pieno regime nell'anno (2009) in cui sono state svolte le prove; non è stato quindi possibile produrre olio in modo continuativo.

Uno dei problemi principali della filiera ha riguardato infatti la messa a punto della spremitrice e del sistema di filtrazione dell'olio grezzo, i quali hanno richiesto continui interventi rivolti: allo scarico del pannello di estrazione che in un primo momento intasava le coclee, alla spremitrice vera e propria che non funzionava correttamente alle basse temperature invernali e al sistema di filtrazione (a cartoni) che si è dimostrato inadeguato e poco efficiente.

Poiché a metà 2010 tali problematiche sembrano essere completamente risolte, sarà fin d'ora possibile mettere in funzione la spremitrice per un turno giornaliero di 8 ore con una produzione media di circa 80 kg semi/ora, per un periodo di circa 6 mesi all'anno.

Dopo un anno di sperimentazione, per migliorare le prestazioni dell'impianto sono state apportate le seguenti modifiche:

- installazione di un secondo decanter, posto tra il primo decantatore e il filtro a pressa che, a differenza del primo, è stato montato senza l'ausilio di ulteriori apparecchiature complementari; l'unico accorgimento adottato, per velocizzare la sedimentazione, è stato quello di riscaldare il contenitore. La funzione di tale elemento è quella di chiarificare ulteriormente l'olio che proviene dal primo decanter (Figura 33);
- sostituzione del filtro a cartoni con un filtro a tele di plastica; la prima versione adottata si è dimostrata eccessivamente onerosa in termini di costi e di manodopera utilizzata per il continuo imbrattamento e successiva sostituzione del mezzo filtrante;
- sostituzione del filtro a maniche con una seconda filtropressa a 20 elementi di tipologia simile a quella già presente (con tele di plastica). Questa sostituzione si è resa necessaria perché l'olio della prima filtropressa presentava ancora troppe impurità per essere utilizzato come biocombustibile nel trattore. A differenza di quanto accade con la prima filtropressa, con la seconda l'olio non viene mescolato con le terre filtranti; l'azione filtrante è quindi affidata alle sole stoffe (Figura 34);
- eliminazione del ricircolo e dell'utilizzo dei fanghi in seconda spremitura, previsto inizialmente per aumentare la quantità di olio estratto, a causa dell'impastamento che il

fango creava a contatto con la semente, il che provocava un costante e frequente intasamento della spremitrice.

Nel breve periodo, al fine di aumentare l'automatizzazione dell'impianto, è previsto inoltre:

- installazione, a monte dell'impianto, di un silo in vetroresina per contenere la semente in sostituzione dei big bag attualmente utilizzati;
- installazione, a valle dell'impianto, di uno o due serbatoi d'accumulo dell'olio da 10.000 l di capacità ciascuno, entrambi costituiti da un contenitore in acciaio INOX di forma cilindrica avente lo scopo di sostituire lo stoccaggio nei serbatoi di plastica, che verranno invece utilizzati solo per il trasporto dell'olio dall'impianto ad altri edifici presenti in azienda;
- movimentazione dell'olio dall'impianto ad altri edifici presenti in azienda.



Figura 33 - Vista generale dell'impianto; in primo piano sulla sinistra il decanter aggiuntivo per i fanghi

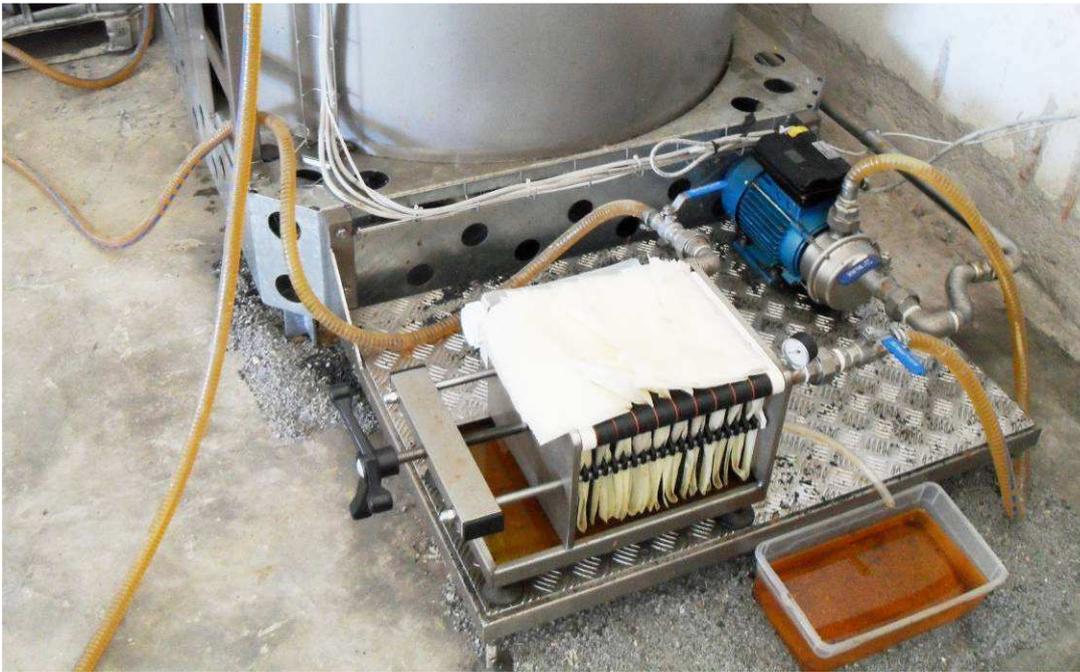


Figura 34 - Filtropressa finale; la vaschetta in basso a destra viene utilizzata per la raccolta dell'olio che filtra fuori dal componente

14.2.2 PARAMETRI DI PROCESSO DA MONITORARE NELLA PROSSIMA CAMPAGNA SPERIMENTALE

Le prossime campagne sperimentali devono essere volte all'aumento delle rese di spremitura, al miglioramento della qualità dell'olio in uscita dalla spremitrice e alla riduzione del consumo elettrico dell'impianto durante l'intero processo, ovvero all'individuazione di un compromesso tra questi tre parametri. Un punto di partenza potrebbe essere quello di monitorare fino a che punto è possibile il miglioramento dei parametri sopraccitati, agendo sulle temperature dei due cilindri di spremitura e sulla velocità di rotazione delle due relative viti, tramite i controller digitali presenti nel pannello di controllo.

Oltre che a livello di spremitura, perfezionamenti sono possibili anche modificando, a livello del primo decantatore, la temperatura del reattore, la quantità di acqua acidificata da aggiungere, la concentrazione di acido citrico diluito nell'acqua e la velocità dei miscelatori, del dosatore e della pompa.

Ulteriori valutazioni potrebbero riguardare l'impianto di filtrazione cercando di identificare il momento ottimale per il lavaggio dei telai del filtro, in modo da non doverlo pulire né troppo frequentemente, andando questo fattore a pesare negativamente sull'impiego di manodopera, né troppo poco, il che provocherebbe un aumento dello sforzo della pompa che mette l'olio in pressione nella filtropressa e di conseguenza anche del consumo elettrico. .

14.3 TRATTORI ALIMENTATI AD OLIO VEGETALE PURO

14.3.1 PARTICOLARI COSTRUTTIVI DA MONITORARE

I problemi riguardanti il corretto funzionamento dell'impianto di spremitura e il vuoto legislativo per l'utilizzo dell'OVP in azienda agricola in sostituzione del gasolio hanno impedito la produzione e l'utilizzazione di un quantitativo di OVP minimo tale da consentire sia una completa campagna sperimentale in campo con i trattori, che un'approfondita analisi e discussione dei dati ottenuti.

Nonostante ciò, nell'agosto del 2009 è stato comunque possibile realizzare le prove di collaudo dei due trattori, con una ripuntatrice a 7 ancore e con un erpice rotante. A seguito di ciò alcune considerazioni sono state fatte, anche se a livello più tecnico che scientifico e di natura più previsionale che prettamente prestazionale.

Sebbene tali prove abbiano dato un esito positivo, è però da notare che non è stata fatta alcuna modifica né alla centralina di gestione del motore, né ai parametri funzionali meccanici del motore stesso (es.: pressione e tempistiche di iniezione, rapporto di compressione/sovralimentazione, pressione di intervento della wastegate...). Tale scelta è stata giustificata dal tecnico della Elsbett per la sostanziale somiglianza delle proprietà dell'olio vegetale fluidificato rispetto al gasolio. Nei prossimi anni resta in ogni caso da verificare se la centralina e tali parametri funzionali dovranno essere modificati per permettere l'adeguato funzionamento del trattore per prolungati periodi.

Un altro aspetto da tenere in considerazione è il misuratore di livello installato nel serbatoio del gasolio, il quale inizialmente presentava due attacchi filettati, rispettivamente per il prelievo e la restituzione del carburante, diventati poi solo uno chiudendo quello del ritorno. Tale scelta è stata giustificata per il fatto che lo schema di funzionamento del sistema di alimentazione prevedeva originariamente la presenza di un solo misuratore di livello, presente nel serbatoio più capiente, e quindi di una sola linea di ritorno. Un prolungato e continuativo uso del motore a bassi regimi, aggiunto a ripetuti spegnimenti e accensioni, porterebbe alla costante apertura della valvola di sovrappressione in regime di funzionamento a gasolio: essendo presente, per entrambi i carburanti, una sola linea di ritorno confluyente nel serbatoio dell'olio vegetale, ciò porterebbe alla miscelazione di un quantitativo di gasolio nel serbatoio dell'olio di colza tale da causare problemi durante la fase di normale funzionamento ad olio.

Nel breve periodo è da prevedere l'installazione di un dispositivo che permetta l'esclusione dello scambiatore, ad esempio tramite l'installazione di un rubinetto di intercettazione del fluido di

riscaldamento circolante per consentire, in mancanza della disponibilità di olio vegetale puro (come accaduto nella campagna 2009-10), il riempimento del serbatoio ora destinato all'olio di colza con il gasolio. Questo accorgimento risulta di fondamentale importanza per evitare che il combustibile fossile utilizzato venga riscaldato nello scambiatore, con conseguente alterazione della viscosità, aspetto questo che è potenzialmente dannoso per il motore specie per prolungati periodi di funzionamento (oltre un mese). Una soluzione alternativa, anche se solo temporanea, per evitare l'esclusione dello scambiatore è quella di miscelare l'olio vegetale con il gasolio.

In base ad esperienze riportate da altri autori, prima alimentare i due trattori quasi esclusivamente ad OVP, è di fondamentale importanza prevedere l'analisi dei principali parametri qualitativi dell'olio, in base alla norma DIN V 51605, che sono:

- potere calorifico superiore
- numero di acidità mg NaOH/g e grado di acidità (%)
- numero di iodio g/100 g
- numero di saponificazione mg KOH/g

Capitolo 15

POTENZIALE OLIO OTTENIBILE IN VENETO

Partendo dal bilancio energetico per l'azienda Vallevecchia e utilizzando i valori produttivi regionali del colza nel 2009 e quelli di superficie aziendale forniti dall'ISTAT, è stata calcolata la quantità di olio potenzialmente producibile dalla coltivazione di questa brassicacea in Veneto.

Si è scelto di stimare tale valore perché il dato produttivo del colza per il 2009, ovvero 3.240 kg/ha di semi, era del tutto simile al 3.196 kg/ha riscontrato a Vallevecchia, con la lavorazione convenzionale, come media delle 8 cultivar considerate.

Nel 2009 in Veneto sono state richieste, da parte del settore primario, 230.267 tonnellate di gasolio agevolato; nello stesso anno di riferimento la SAU (superficie agraria utile) regionale era di 820.201 ettari, di cui 561.697 adibiti a seminativo. In base al bilancio energetico di Vallevecchia, se si volesse sostituire con olio di colza l'intero ammontare di gasolio utilizzato in agricoltura in Veneto, bisognerebbe dedicare il 78,6 e l'82,3%, rispettivamente con la tecnica convenzionale e con la minima lavorazione, della SAU destinata a seminativo; valore questo più teorico che reale considerato che le aziende agricole al di sotto di una certa superficie aziendale non hanno nessuna convenienza economica ad installare un impianto di spremitura come quello considerato.

Considerando invece solo le aziende con una SAU destinata a seminativo di dimensioni superiori ai 25 ettari, ovvero superiore a Vallevecchia, in modo tale da poter meglio trasferire i dati stimati a casi più realistici, la situazione cambierebbe radicalmente; infatti meno del 2% delle aziende agricole venete rientrerebbe in questa categoria, anche se a livello di superficie, queste rappresenterebbero oltre il 35% della SAU.

Partendo dai dati ottenuti a livello sperimentale queste aziende, per sostituire il gasolio agevolato con OVP prodotto in azienda, dovrebbero dedicare il 41,9 e il 36,9%, rispettivamente con la lavorazione minima e con la convenzionale, della superficie a seminativo per consentire l'autoapprovvigionamento energetico in termini di carburante (Tabella 12).

Tabella 12 - Superficie dedicata a colza energetico per garantire l'indipendenza energetica aziendale

Dimensione aziendale	Numero aziende	SAU seminativo (ha)	SAU seminativo (%)	SAU adibita a seminativo per azienda (ha)	SAU a colza per l'indipendenza energetica aziendale con la Minima Lavorazione (%)	SAU a colza per l'indipendenza energetica aziendale con la Lavorazione Convenzionale (%)
Da 30 a 50 ettari	1969	57468	61,4	37,9	41,9	36,9
Da 50 a 100 ettari	1118	57495	61,1	68,7	41,9	36,9
Sopra i 100 ettari	596	91641	31,7	249,3	41,9	36,9
Totale sopra i 30 ettari	3683	206604	51	119	42	37

Anche se a livello di settore primario questo biocarburante potrebbe avere un peso significativo in termini di indipendenza energetica aziendale per le realtà imprenditoriali medio-grandi, ovvero sopra i 30 ettari di SAU a seminativo, partendo invece dai dati sui consumi di greggio e su quelli demografici, pubblicati rispettivamente da UnionPetroliera e da DemoIstat nello stesso periodo di riferimento, l'ammontare di OVP producibile con le attuali tecniche colturali, dedicando l'intera SAU regionale a seminativo, riuscirebbe a coprire annualmente solo il 13-14% del consumo totale di gasolio per il trasporto, ovvero il 4-5% del consumo di greggio dell'intera Regione; numeri questi ben lontani dall'indipendenza energetica partendo da questo biocarburante di prima generazione.

Capitolo 16

CONCLUSIONI

L'autoapprovvigionamento energetico del settore primario, sfruttando il concetto di "filiera corta", è uno dei pilastri su cui l'agricoltura veneta sta da anni puntando. Nel 2009, a Vallevicchia, una prova di questo tipo è stata svolta coltivando 24 ettari a colza, spremendo i semi raccolti in azienda e utilizzando l'olio per alimentare due trattori. Alla luce dei risultati ottenuti è stato stimato a livello regionale il potenziale produttivo di OVP da colza in sostituzione del gasolio. Per ottenere risultati che rappresentassero la produzione del colza nella nostra Regione sono state coltivate 8 diverse varietà con 2 differenti tecniche di coltivazione del terreno. I risultati sperimentali hanno evidenziato che:

- anche se alcune varietà, Catalina su tutte, sono più produttive rispetto ad altre, la media varietale ottenuta rispecchia esattamente quella fornita dall'ISTAT
- con la lavorazione convenzionale, rispetto a quella minima, si ha una produzione di energia realmente utilizzabile più elevata, ma un rapporto output/input più basso
- il biocarburante ottenibile dalla coltivazione dell'intera SAU a seminativo nel Veneto sarebbe appena sufficiente a coprire il fabbisogno di carburante in agricoltura, ovvero rappresenterebbe qualche punto percentuale sul consumo annuo di greggio a livello regionale
- dati gli elevati costi d'acquisto dell'impianto di spremitura e dell'adeguamento delle trattori, la creazione di una filiera corta per la produzione di OVP ha senso solo quando tale impianto funziona almeno 6 mesi all'anno, il che corrisponde alle aziende che dedicano almeno 25 ettari a seminativo

In conclusione, si evince che tale filiera corta è difficilmente trasferibile su larga scala in Veneto, considerando: l'indice energetico di conversione non propriamente favorevole, la mancanza di SAU disponibile e la superficie media aziendale a seminativo che è di poco al di sopra dei 3 ettari. Questo approccio ha senso quindi solo con aziende di una certa dimensione, oppure a livello consortile nel caso delle piccole aziende. In ogni caso per aumentare il rapporto output/input a livello sia energetico che ambientale, risulta indispensabile destinare il materiale solido di risulta dalla spremitura, il cosiddetto "pannello proteico", per l'alimentazione animale.

In futuro risulterà interessante valutare i vantaggi e gli svantaggi in termini economici, di impatto ecologico ed ambientale derivanti dalla creazione di tale filiera corta, utilizzando l'olio come

biocarburante nel settore primario e del pannello proteico per l'alimentazione animale o a scopo energetico.

Capitolo 17

BIBLIOGRAFIA

Bietresato M., 2009. Relazioni progetto “Energycrops”, pubblicazione interna Dipartimento TeSAF

Borin M., Menini C., Sartori L., 1997. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. *Soil & Tillage Research* 40, 209-226

Cavenago-Bignami G., Agostinetto L., Dalla Venetia F., 2010. Colza, dal campo al serbatoio tutto in azienda. *Informatore Agrario* 22, 34-36

D.Lgs. 353/2003 (convertito in Legge 27/02/2004 - n° 46)

Ferchau E., 2000. Equipement for decentralised cold pressing oil seed. Folkecenter for Renewable Energy

Francescato V., Antonimi E., 2006. SPECIALE AIEL Uso dell’olio vegetale puro come biocombustibile - Notiziario UNICARVE 8

Gerin P.A., Vliegen F., Jossart J.M., 2008. Energy and CO₂ balance of maize and grass as energy crops for anaerobic digestion. *Bioresource Technology* 99, 2620–2627.

Karaosmanoglu F., 1999. Vegetable Oil Fuels: A Review', *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 21:3, 221-231

Rathke G.-W., Diepenbrock W., 2006. Energy balance of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cropping as related to nitrogen supply and preceding crop. *Europ. J. Agronomy* 24, 35–44

Riva G., Donnini C., Raddino C., Magaraggia P., Rocchietta C., Boccasile G., Araldi F., Maggiore T., Donnini C., Raddino C., Magaraggia P., Bartolelli V., Mosca G., Macor A., 2003. della Regione

Lombardia. Progetto integrato per la diffusione dell'uso dei biocombustibili. Allegato 1: Azienda agricola energeticamente sostenibile (PROBIO)

Riva G., Foppa Perdetti E., Toscano G., Scrosta V., Cerioni R., Fiaschini F., Duca D., 2006. AGROENERGIE: FILIERE LOCALI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA GIRASOLE. Sintesi dei risultati della ricerca condotta dalla Regione Marche nell'ambito del progetto interregionale "Filiera biocombustibili dal girasole" (PROBIO)

Zanetti F., Rampin E., Mosca G., 2010. Soia, colza e girasole, come cambiano le rese in olio. Informatore Agrario 22, 30-32

SITI INTERNET

www.avepa.it

www.demoistat.it

www.istat.it

www.mailca.it

www.staffettaquotidiana.it

www.tfz.bayern.de

www.unionpetrolifera.it

www.venetoagricoltura.org

Capitolo 18
Sezione B

BIOGAS

**BILANCIO ENERGETICO DEI SOTTOPRODOTTI
DI CEREALI**

Capitolo 19

PREMESSA

La ricerca di fonti energetiche alternative a quelle fossili è da anni uno degli argomenti più discussi dai governi di tutto il pianeta. Per poter meglio comprendere il ruolo che l'agricoltura potrebbe ritagliarsi in tale settore, sia in Europa che in America, si è cominciato a considerare come potenziale fonte energetica, l'utilizzo dei sottoprodotti ottenuti dalla coltivazione e dalla trasformazione di alcune graminacee come la canna da zucchero, sottoforma di paglia e bagassa, in Brasile e la paglia e gli stocchi dai cereali estivi e autunno-vernini, in Italia.

Con l'attività svolta nel periodo di permanenza (01/11/2009 – 30/06/2010) all'Università BOKU di Vienna si è misurata la conversione energetica dei sottoprodotti della canna da zucchero mediante la digestione anaerobica, con prove batch da laboratorio previo pretrattamento termico, quest'ultimo rivelatosi indispensabile considerando la matrice lignocellulosica di partenza, al fine di ottenere rese di conversione accettabili.

Alla luce dei dati ottenuti in laboratorio con questa coltura e del forte interesse che è nato negli ultimi anni in Italia riguardo alla digestione anaerobica delle graminacee, è stato poi stimato il potenziale di conversione energetica della paglia e degli stocchi dei cereali prodotti annualmente in Italia, a parità di tecnologia utilizzata e di caratteristiche proprie della materia prima

Capitolo 20

INTRODUZIONE

20.1 SITUAZIONE BRASILIANA

20.1.1 COLTIVAZIONE DELLA CANNA DA ZUCCHERO IN BRASILE

La canna da zucchero (*Saccharum officinarum* L.) è una pianta originaria delle regioni tropicali indomalesiane appartenente alla famiglia delle Poaceae. È coltivata soprattutto in Centro e Sud America e in Asia. Il clima che predilige è caldo-umido, per questo motivo si trova soprattutto nei paesi tropicali caldi, caratterizzati da piogge abbondanti e temperatura media superiore ai 20°C. I terreni più idonei sono quelli argillo-silicei e ricchi in sostanza organica. La durata economica della canna da zucchero coltivata è di circa 7-8 anni e la propagazione avviene per talea tagliando la cima delle piante pronte per la raccolta.

La preparazione del terreno è fatta arando più volte, per consentire una corretta ventilazione, e concimando abbondantemente. Allo scopo di favorire la sarchiatura, il trapianto nell'interfila è fatto ad una distanza non inferiore ad 1,5 metri in modo da mantenere il terreno libero dalle erbacce durante tutto l'anno. La raccolta è in estate ed è per lo più a mano; il taglio della canna è fatto a colpi di machete quando la pianta raggiunge un'altezza di 4 o 5 metri. Al fine di evitare la degradazione del materiale e la conseguente riduzione del tenore zuccherino, le canne tagliate vengono raccolte e portate in un centro di stoccaggio fresco e areato fino al momento della loro lavorazione.

20.1.2 PRODUZIONE DI ETANOLO IN BRASILE

Il mix energetico brasiliano dedica un ruolo di assoluta importanza alle fonti rinnovabili (Figura 35); queste infatti soddisfano circa il 46% del fabbisogno energetico nazionale e il 35% di tale valore è fornito dall'etanolo proveniente dalla trasformazione della canna da zucchero.

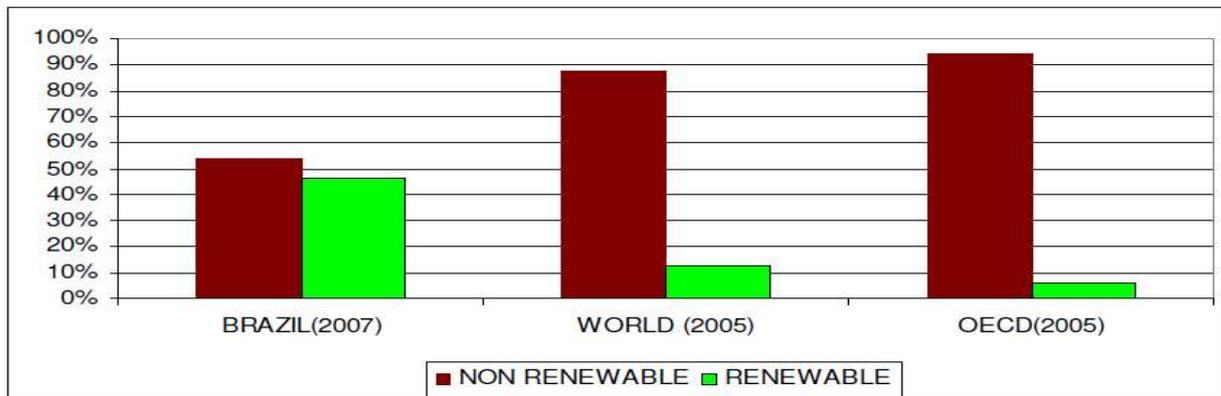


Figura 35 - Approvvigionamento energetico da fonte rinnovabile in Brasile.
Fonte: Ministero delle Miniere e dell'Energia (MME)

È dal 1975 che il Brasile produce e utilizza questo biocarburante nel settore dei trasporti, grazie all'istituzione del programma Proalcool (Alcohol Program) che ha come obiettivo, al fine di ridurre le importazioni di petrolio, la produzione di etanolo dalla canna da zucchero (Goldemberg et al., 2008). La sua produzione ha avuto un forte incremento negli ultimi decenni passando dai 700 milioni di litri nel 1975 ai circa 22,6 miliardi nel 2007 (di cui 64% idrato), quantità questa che si prevede sarà più che raddoppiata entro i prossimi dieci anni (Figura 36), superando per tale data i 55 miliardi di litri (EPE, 2008).

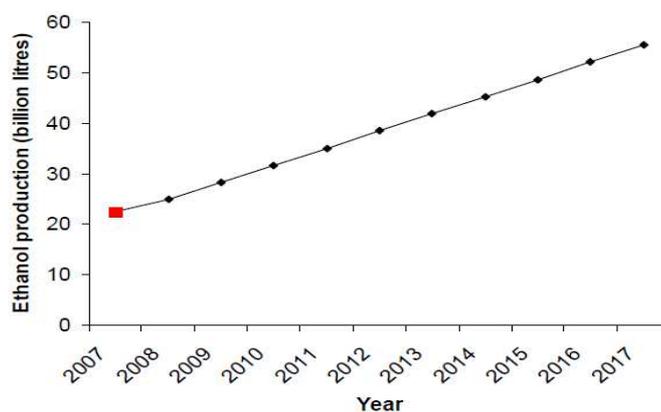


Figura 36 - Le proiezioni di crescita della produzione di etanolo in Brasile.
Fonte: EPE e MAPA 2008

Secondo il MME (Ministero de Minas e Energia), in Brasile la canna da zucchero contribuisce al soddisfacimento del 45% del consumo di carburante nel settore dei trasporti e al 3%

della produzione di energia elettrica, principalmente mediante impianti di cogenerazione. L'etanolo anidro è usato nei veicoli con motori a ciclo Otto come potenziatore di ottani o come additivo ossigenato alla benzina. Questo biocombustibile viene solitamente miscelato alla benzina in proporzioni variabili dal 20 (E20) al 26% (E26) ottenendo una miscela chiamata gasohol oppure in particolari veicoli, denominati "Flex-fuel", dove può essere usato puro al 100% (E100).

Nel 2003 la sostituzione della benzina con il bioetanolo ha permesso al Brasile di evitare l'emissione di 27,5 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente in atmosfera (Macedo, 2005). Grazie al bilancio energetico estremamente positivo, il settore dello zucchero-etanolo evita mediamente emissioni pari al 13% nei vari settori: industriale, commerciale e residenziale.

Dal 2005, al fine di aumentare ulteriormente l'autoapprovvigionamento energetico, parte del programma brasiliano sui biocarburanti è rivolto alla promozione della produzione di biodiesel come sostituto del gasolio di origine fossile in autocarri, autobus, trattori, ecc.. A tale scopo sono diverse le materie prime sperimentate, ma i semi di soia si sono dimostrati i più adeguati in termini di produzione. Nel 2008 la capacità di produttiva del biodiesel si aggirava sui circa 2,7 miliardi di litri, così nel luglio dello stesso anno il governo ha innalzato il tasso obbligatorio di biodiesel da miscelare al diesel fossile al 3% (Barros et al., 2008).

Negli ultimi anni inoltre il governo brasiliano sta investendo su progetti di ricerca volti all'utilizzo degli scarti organici prodotti in agricoltura per la produzione energetica, come ad esempio il riutilizzo delle paglie di Poacee (Graminacee) in impianti di digestione anaerobica.

20.1.3 DIRITTI UMANI DEI LAVORATORI NELLE PIANTAGIONI DELLA CANNA DA ZUCCHERO

Il governo brasiliano sostiene fortemente l'espansione della canna da zucchero come un modo per ridurre la povertà (da Silva, 2008). In termini economici, questa coltura si colloca al terzo posto tra le attività agricole, subito dietro all'allevamento bovino e alla coltivazione della soia (FAOSTAT2009).

Il governo brasiliano ha recentemente promosso l'aumento della produzione della canna da zucchero con lo scopo di ridurre la povertà, vedendo questo settore come un efficace volano per generare occupazione e stimolare l'economia (Figura 37). Attualmente le industrie saccarifere e

produttrici di etanolo complessivamente forniscono quasi un milione di posti di lavoro nel paese.

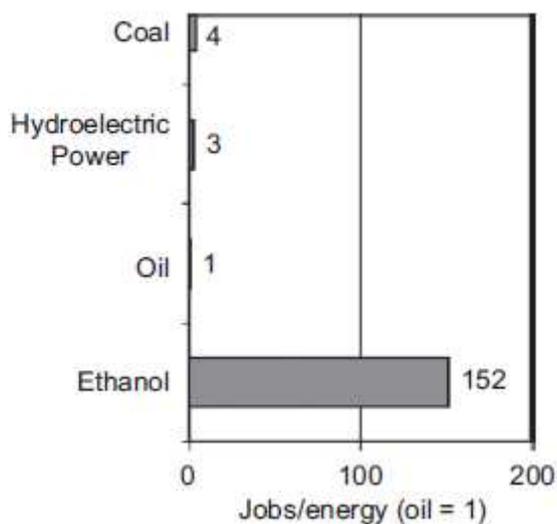


Figura 37 - Livello di occupazione per unità di energia prodotta (Proalcool)
Fonte: Goldemberg 2002

Per migliorare però la situazione economica e sociale dei lavoratori c'è ancora molto da fare. Infatti, se da un lato i salari in questo settore sono superiori alla maggior parte degli altri distretti agricoli, dall'altro però c'è da considerare che una percentuale significativa di questi lavoratori hanno contratti interinali e vengono impiegati principalmente solo durante il periodo della raccolta. In alcuni casi i produttori si impegnano nella costituzione di progetti sociali a sostegno delle comunità locali, ma questo di sicuro non basta per migliorare significativamente la situazione dei lavoratori e delle loro famiglie. Secondo Piketty et al. (2008) infatti, tra il 1996 e il 2006 il settore della canna da zucchero brasiliana non ha avuto un ruolo significativo nella riduzione della povertà e della disuguaglianza sociale interna al paese.

Inoltre, negli ultimi anni l'industria brasiliana della canna da zucchero è stata criticata dai media e dalle ONG per problemi di carattere sociale, in particolare in relazione alle condizioni igienico-sanitarie, alla pesantezza dei carichi cui i lavoratori sono sottoposti e per il massiccio utilizzo di manodopera minorile durante la fase raccolta. Altro punto dolente nello sviluppo di questo settore è il fatto che l'industria dell'etanolo sta portando alla concentrazione della ricchezza nelle regioni produttrici rispetto a quelle dove ci sono colture meno remunerative.

20.1.4 RACCOLTA DELLA CANNA DA ZUCCHERO E IL RIUTILIZZO DEI SOTTOPRODOTTI A SCOPO ENERGETICO

In Brasile la raccolta della canna da zucchero è di solito manuale e comprende generalmente la fase di combustione in campo della paglia prodotta, il che implica l'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera, causando perciò problemi di salute per i lavoratori e per le comunità circostanti (Allena et al., 2004; Lara et al., 2005; Smeets et al., 2006) e inoltre, talvolta, il fuoco generatosi danneggia le infrastrutture e la vegetazione circostante.

Sulla base della superficie coltivata a canna da zucchero in Brasile nel 2000, Lara et al. (2001) hanno stimato che, a seguito della combustione, ogni anno circa 100000 tonnellate di materia organica vengono perse sotto forma di emissioni in atmosfera. La combustione inoltre aumenta anche il rischio di erosione superficiale del suolo a causa dell'eliminazione della copertura vegetale che protegge il terreno dall'impatto delle precipitazioni e del vento (Pomadere e Murillo, 2003). Per arginare il problema di tali emissioni il governo brasiliano sta spingendo ad un passaggio forzato dalla raccolta manuale a quella meccanizzata, in particolare nello Stato di São Paulo, perché quest'ultima non implicherebbe la combustione della paglia in campo (Goldemberg et al., 2008).

La raccolta meccanica consentirebbe inoltre di raccogliere la paglia prodotta durante il ciclo di coltivazione e di utilizzare questa come materiale per la produzione di energia. A tal proposito è stata posta all'esame una proposta di legge (Decreto n° 6.961, 2009) che ha come obiettivo la produzione sostenibile di canna da zucchero mediante la delimitazione di agro-ecosistemi, all'interno dei quali verrà gradualmente bandita la pratica di combustione in pre-raccolta e, perché ciò si verifichi, si assisterà al progressivo passaggio dalla raccolta manuale a quella meccanizzata, tanto che entro il 2017 si prevede che la raccolta automatizzata coprirà la quasi totalità delle piantagioni di canna da zucchero.

I sottoprodotti, quali la paglia generata durante il ciclo di coltivazione della canna da zucchero e la bagassa, derivante dalla produzione di bioetanolo, potrebbero essere raccolti e riutilizzati per produrre energia attraverso il processo di digestione anaerobica invece di essere bruciati in campo nel primo caso e rimanere in parte inutilizzati nel secondo.

20.2 SITUAZIONE ITALIANA

20.2.1 COLTIVAZIONE DEI CEREALI IN ITALIA

I cereali appartengono alla famiglia delle Graminacee e sono probabilmente le prime piante ad essere state coltivate dall'uomo, che fin dall'antichità ha saputo coglierne l'importanza dietetica e la versatilità d'utilizzo.

La parte della pianta utilizzata a scopo alimentare è il frutto secco indeiscente (che non si sbuccia in quanto i tegumenti sono ben adesi al chicco), noto anche come cariosside.

La cariosside è caratterizzata da: un elevato contenuto in amido, che è un polisaccaride fonte di energia a "lento rilascio", un basso contenuto lipidico ed un relativamente alto tenore proteico. La loro altissima valenza nutrizionale li rende di basilare importanza nell'alimentazione umana e animale ed è per questo che si collocano tra le materie base della piramide alimentare.

Il sottoprodotto risultante dalla coltivazione è costituito da paglia nel caso dei vernini e del riso, o da stocchi con il mais e il sorgo. Materiali questi che non possono essere utilizzati per la nutrizione animale o umana vista la difficile digeribilità della matrice lignocellulosica di cui sono costituiti.

20.2.2 RACCOLTA DEI CEREALI E RIUTILIZZO DEI SOTTOPRODOTTI A SCOPO ENERGETICO

In base ai dati produttivi riferiti al 2009, i cereali maggiormente coltivati in Italia, vista la favorevole latitudine e le rese ad ettaro, sono stati il mais e i frumenti di grano duro e tenero, i quali da soli hanno coperto il 79% della superficie e l'83% della produzione nazionale; la rimanente percentuale è costituita, in ordine di importanza produttiva, da: riso, orzo, avena, sorgo e segale (Tabella 13).

Dalla coltivazione dei cereali si ottiene mediamente un quantitativo di sottoprodotto, sottoforma di paglia o stocchi, simile a quello della granella. Ad eccezione del frumento, con il quale circa il 70% di questo sottoprodotto viene raccolto e utilizzato come lettiera permanente negli allevamenti zootecnici, con le restanti colture invece tale materiale viene lasciato in campo. Il riutilizzo di questa biomassa per la produzione di energia risulta essere una delle sfide più importanti per il settore primario perché ciò potrebbe portare, oltre a dei vantaggi ambientali, anche al raggiungimento di un certo grado di auto approvvigionamento del fabbisogno energetico in agricoltura.

Tabella 13 - Produzione e superficie investita a cereali nel 2009

COLTURA	Produzione (t)	Superficie (ha)	Produzione percentuale (%)	Superficie percentuale (%)
Frumento tenero	2929122	568273	16,8	16,4
Frumento duro	3605626	1254082	20,7	36,2
Segale	12204	4033	0,1	0,1
Orzo	1049200	306782	6,0	8,9
Avena	314421	133853	1,8	3,9
Riso	1361410	220550	7,8	6,4
Mais	7883774	916158	45,2	26,5
Sorgo	243398	39902	1,4	1,2
altri cereali	53529	19060	0,3	0,6
TOTALE	17452684	3462693	100,0	100,0

**dato riferito al 2008*

Fonte: ISTAT, 2009

Un esempio di riutilizzazione energetica della paglia, derivante dalla raccolta dei cereali autunno-vernini, si può riscontrare in alcuni paesi del Nord Europa, nei quali parte di questa è utilizzata per la produzione di energia termica in impianti a combustione diretta o di energia elettrica e termica in impianti di cogenerazione. La combustione della paglia produce un output energetico superiore ad altre tecnologie, quali ad esempio la fermentazione anaerobica in un impianto di biogas, tuttavia questa è una pratica ecologicamente poco desiderabile a causa della perdita e del rilascio in atmosfera di composti azotati durante la combustione delle matrici organiche e umiche, causa questa di piogge acide, della perdita di carbonio organico, fondamentale questo per la struttura del terreno, e infine per la problematica dovuta allo smaltimento delle ceneri. Per produrre energia dalle paglie evitando l'instaurarsi di problemi appena descritti, il ricorso alla digestione anaerobica risulta essere probabilmente la miglior tecnica disponibile in commercio.

20.2.3 PRODUZIONE DI BIOGAS IN AGRICOLTURA IN ITALIA

Secondo la società TERNA nel 2009 in Italia sono stati consumati 295,5 TWh di energia elettrica e di questa quota ben il 15,2% deriva da importazioni. È interessante notare che l'attività agricola richiede il 2% e il fabbisogno domestico il 23% dei consumi nazionali; il rimanente 75% è quindi ripartito tra l'industria e i servizi.

Con il triplice obiettivo di venire incontro alle pressanti richieste della comunità europea di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, diminuire l'import elettrico e dare una garanzia di reddito aggiuntivo agli agricoltori, l'Italia negli ultimi anni ha adottato una politica di forte incentivazione della produzione di energia elettrica a favore degli imprenditori nel settore primario. Tutto ciò si è tradotto nell'installazione di massa di impianti fotovoltaici, eolici, di teleriscaldamento e di biogas; in particolare questi ultimi hanno interessato la categoria degli allevatori che trovano nella digestione anaerobica un metodo per stabilizzare le deiezioni animali e la possibilità di installare impianti per l'abbattimento dei nitrati grazie ai proventi che derivano dalla vendita dell'energia elettrica prodotta mediante il cogeneratore posto a valle dell'impianto.

Tabella 14 - Numero e potenza degli impianti di biogas a giugno 2009 in Italia

MACROAREA	IMPIANTI GIÀ REALIZZATI			IMPIANTI IN FASE DI REALIZZAZIONE		
	Numero impianti	Potenza installata (MW)	Potenza media installata per impianto (MW)	Numero impianti	Potenza installata (MW)	Potenza media installata per impianto (MW)
Settentrione	169	105	0,62	58	51	0,88
Centro	13	7	0,54	5	3	0,60
Meridione	14	5	0,36	5	12	2,40
TOTALE	196	117	0,60	68	66	0,97

Fonte: GSE, 2010

Dati GSE ci dicono che ad inizio 2007 il numero degli impianti di digestione anaerobica in agricoltura, che immettevano energia elettrica in rete, era di poco superiore al centinaio; numero questo quasi raddoppiato raggiungendo quota 196 a giugno 2009 al quale sono poi da aggiungere i 68 impianti già autorizzati e in fase di realizzazione. Altro dato interessante riguarda la potenza

nominale installata: per gli impianti funzionanti prima del 2009 era mediamente di 600 kW mentre per quelli in fase di realizzazione è superiore ai 970 kW, trend questo che visti gli incentivi al momento presenti dovrebbe protrarsi anche per i prossimi anni. Secondo alcune stime si prevede che entro il 2012 il numero di impianti dovrebbe superare la quota di 600 e le ditte operanti nella loro installazione dovrebbero essere una quarantina, il 400% in più rispetto ad un paio di anni fa (Tabella 14).

Capitolo 21

FINALITÀ DELLA SPERIMENTAZIONE

Si è valutata la degradabilità dei materiali lignocellulosici derivanti dalle graminacee, quali la paglia e la bagassa della canna da zucchero mediante la digestione anaerobica, nell'ambito di un progetto di ricerca presso l'Università delle Risorse Naturali e delle Scienze Applicate (BOKU) di Vienna. Con lo scopo di aumentare la conversione energetica di questi materiali, che sono per loro natura difficilmente biodegradabili, si è reso indispensabile un loro trattamento preliminare.

Tra tutte le tecniche di pretrattamento disponibili in commercio quella scelta, vista la sua documentata efficacia partendo sempre da paglie di cereali (Zimbardi et al., 1999; Varga et al., 2004; al Kimet., 2005, Petersson et al., 2007, Chen et al., 2005), è stata la Steam Explosion.

Alla luce dei risultati ottenuti sono stati eseguiti dei calcoli previsionali del potenziale energetico disponibile sottoforma di paglia (residuo colturale ottenuto dalla coltivazione della canna da zucchero) e bagassa (sottoprodotto dell'industria di produzione del bioetanolo da canna da zucchero), ottenute dalla canna da zucchero in Brasile, e di paglia e stocchi ottenuti dai cereali in Italia.

Pertanto gli obiettivi della sperimentazione sono stati quelli di: 1- valutare il potenziale di biogas, di metano ed energetico, mediante la digestione anaerobica, dei residui lignocellulosici quali la paglia e la bagassa; 2- stimare gli effetti del pretrattamento per entrambi i sottoprodotti presi in considerazione; 3- stimare il potenziale energetico di tali sottoprodotti in Brasile e delle paglie e degli stocchi di cereali in Italia. Per poter meglio interpretare i risultati sono state condotte analisi elementari e macromolecolari dettagliate.

Capitolo 22

MATERIALI E METODI

22.1 MATERIA PRIMA

I materiali impiegati per le prove provengono da un impianto di bioetanolo situato in Brasile e sono costituiti dai sottoprodotti derivanti dalla coltivazione della canna da zucchero (paglia) e dalla trasformazione di questa in bioetanolo (bagassa).

Le matrici utilizzate, allo scopo di rendere il materiale di partenza il più uniforme possibile, sono state tagliate a pezzi e successivamente macinate con un tritatore (Büchi B400). Al fine di accelerare e di aumentare la produzione in biogas, prima di avviare il materiale alla digestione anaerobica, una parte di questo è stato pretrattato con la tecnica della Steam Explosion. La composizione macromolecolare sia della paglia che della bagassa è rappresentata in Tabella 15.

La matrice lignocellulosica utilizzata è composta principalmente da tre componenti strutturali: l'emicellulosa (cinque polimeri di carbonio), la cellulosa (sei polimeri di carbonio) e la lignina (polimeri fenolici) (Fernando et al., 2006). Per riutilizzare questi materiali, che sono per loro natura difficilmente biodegradabili, in impianti di digestione anaerobica si rende quasi indispensabile il loro pretrattamento; quest'ultimo infatti ha il duplice obiettivo di rilasciare la lignina dalla matrice cellulare e di rendere più facilmente accessibili le sostanze nutritive contenute nella biomassa di partenza, in modo tale da ottenere un substrato più facilmente e rapidamente attaccabile da parte dei batteri metanigeni e al contempo di evitare la formazione di una crosta superficiale all'interno del digestore, che rallenterebbe la possibilità di scambio gassoso tra la matrice fermentante e la copertura di intercettazione del biogas (Bauer et al. 2007).

22.2 PRETRATTAMENTO DELLA PAGLIA E DELLA BAGASSA CON LA STEAM EXPLOSION IN REATTORE BATCH

In questi ultimi decenni molti metodi per il trattamento delle matrici lignocellulosiche sono stati valutati e questi possono essere raggruppati in 4 macroaree: trattamenti di tipo fisico (utilizzo di elevate temperature e pressioni), chimico (uso di acidi e basi forti, solventi, gas o soluzioni ossidanti), biologico (uso di lieviti, enzimi, funghi o batteri), o la combinazione di 2 o più trattamenti contemporaneamente.

Tra i pretrattamenti di tipo termico, quello utilizzato è stato la Steam Explosion. La scelta di questa tecnica è dovuta alla sua efficacia che è già stata ampiamente descritta da diversi autori con riferimento a substrati quali gli stocchi di mais (Chen et al., 2005) e le paglie di diversi cereali (Zimbardi et al., 1999; Varga et al., 2004; al Kimet., 2005; Sun et al., 2005; Ballesteros et al., 2006; Hongzhang e Liying, 2007; Panagiotou e Olsson, 2007; Petersson et al., 2007).

Il pre-trattamento dei sottoprodotti è stato condotto nel laboratorio Technologieund Dienstleistungszentrum Ennstal (Alta Austria) utilizzando un reattore dalla capacità di 15 l, all'interno del quale il substrato inserito è stato investito dall'iniezione diretta di vapore ad una pressione di 20 bar. Per capire quale fosse la migliore condizione termica di trattamento con un tempo di permanenza standard pari a 15 minuti, sono state impostate 3 diverse temperature (180, 190 e 200°C). Per ciascun campione si sono utilizzati 1000 g di paglia o di bagassa e sono stati aggiunti 3000 g di acqua. La temperatura all'interno del reattore è stata costantemente monitorata durante la procedura di pre-trattamento. I campioni, una volta pretrattati, sono stati conservati sotto vuoto a 4°C fino al loro ulteriore utilizzo nel processo di digestione anaerobica.

22.3 METODI ANALITICI

La composizione della paglia e della bagassa sono state determinate analizzando i seguenti componenti: sostanza secca (DM), ceneri grezze (XA), proteine grezze (XP), grassi grezzi (XL), cellulosa, emicellulosa e lignina. Per la loro analisi i campioni sono stati sminuzzati in particelle di diametro che variava tra i 0,5 e i 3 mm mediante il tritatore Büchi B400 (Figura 38). Il tenore di sostanza secca è stato determinato previa essiccazione in stufa a 105 °C per 24 ore, le ceneri sono state ottenute utilizzando la muffola a 550 °C per 5 ore e il quantitativo della sostanza organica è stato calcolato sottraendo, al materiale di partenza, il peso delle ceneri grezze e dell'acqua (Naumann e Bassler, 1993).

La proteina grezza è stata analizzata, previa digestione del campione in acido solforico, in presenza di un catalizzatore e per rendere più alcalina la soluzione acida si è aggiunto idrossido di sodio. L'ammoniaca prodotta è stata distillata con il distillatore BÜCHI B-324 e miscelata con una quantità nota di acido solforico; l'eccesso ottenuto è stato poi titolato con una soluzione standard di idrossido di sodio. Per determinare il quantitativo totale di proteine si è moltiplicato per 6,25 il quantitativo di azoto precedentemente ottenuto (Commissione delle Comunità europee, 1993; Conklin-Brittain et al., 1999).



Figura 38 - Trituratore Büchi B400

Il grasso grezzo è stato analizzato mediante estrazione con etere dietilico, che dissolve le sostanze solubili, secondo il protocollo messo a punto da Naumann e Bassler (1993).

La cellulosa, l'emicellulosa e la lignina sono state determinate mediante procedure standard messe a punto da Naumann e Bassler (1993) e Van Soest e Wine (1967). In particolare queste tre matrici sono state calcolate come segue: l'emicellulosa come differenza tra la fibra trattata con detergente neutro (NDF) e la fibra trattata con detergente acido (ADF), la cellulosa come differenza tra la fibra trattata con detergente acido e la lignina trattata con detergente acido (ADL), e la lignina come quantitativo estratto con ADL (Wichern et al., 2009).

L'analisi elementare di tutti i campioni è stata effettuata mediante l'analizzatore elementare CHNS-O della Perkin Elmer secondo il protocollo EA 1108 CHNS-O (Carlo Erba). Tutte le analisi sono state eseguite dal laboratorio Microanalytical Laboratory dell'Università di Vienna, secondo le procedure standard (Theiner, 2008).

22.4 RENDIMENTO NELLA PRODUZIONE DI METANO SECONDO I PROTOCOLLI VDI 4630 E DIN 38414

La misurazione del metano potenzialmente prodotto mediante gli esperimenti di digestione anaerobica, effettuati con i sottoprodotti della canna da zucchero (paglia e bagassa), pretrattati con la Steam Explosion e non, è stato effettuato in conformità con la VDI 4630 (2006) e lo standard DIN 38414 (1985) (Figura 39).

In particolare, gli strumenti utilizzati e i parametri presi in considerazione sono stati:

- utilizzo di eudiometri della capacità di 0,25 e 1 litro
- temperatura impostata a 37,5°C durante tutto il processo
- le diverse varianti prese in considerazione e l'inoculo sono stati pesati in un rapporto di 1:3 (in base alla sostanza secca di partenza)
- la quantità di biogas prodotto è stata monitorata giornalmente
- la produzione di biogas e la produzione di metano è stata espressa in Normal-litri (a 273°K e 1013 mbar) per kg di solidi volatili (NI kg⁻¹ VS)
- la determinazione della composizione del biogas (CH₄, CO₂, H₂, H₂S e O₂) è stata effettuata mediante GC-SRI Instruments, modello "Multiple Gas Analyzer # 2" (MGA # 2) utilizzando la colonna di separazione "FS-FFAP-CB, df = 0.5m "
- i valori ottenuti dall'analisi elementare dei gas sono stati utilizzati per il calcolo teorico della produzione del biogas e del metano, oltre che per la determinazione di altri gas prodotti durante il processo, anche se presenti solo in tracce, come l'idrogeno solforato, l'idrogeno molecolare e l'ossigeno molecolare
- il rendimento totale di metano prodotto durante l'intero processo è stato calcolato in base a quanto proposto da Boyle (1976), mediante il bilanciamento del carbonio convertito in metano durante la fermentazione anaerobica
- con riferimento al punto precedente, i rendimenti di metano misurati nei fermentatori sono direttamente correlati ai rendimenti di metano calcolati

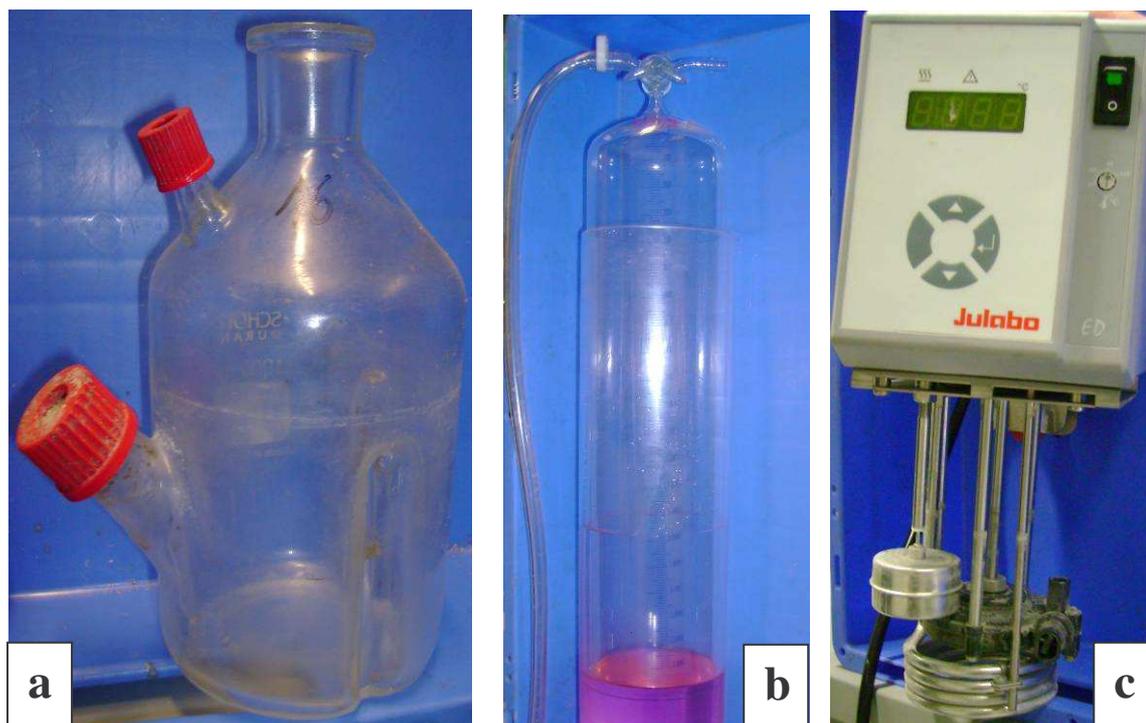


Figura 39 – Materiale di laboratorio: a) eudiometro, b) raccogliore gas, c) termostato.

22.5 ANALISI STATISTICA

I dati presi in considerazione, riportati nelle tabelle e nei grafici, sono la media e la deviazione standard degli esperimenti eseguiti. L'analisi statistica è stata effettuata utilizzando il software SPSS versione 16. L'analisi della varianza ANOVA è stata completata dal Tukey post-hoc comparison test. Il livello di significatività è stato fissato a $p < 0.05$.

22.6 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE POTENZIALE DI METANO IN BRASILE

I dati relativi alla quantità di sottoprodotti ottenuti per ettaro sono stati presi dalla letteratura internazionale. La resa di metano per ettaro è stata calcolata partendo dal biogas prodotto nei nostri esperimenti, in base alla sostanza secca contenuta nel materiale di partenza, dopodiché è stata moltiplicata la resa specifica di metano per chilogrammo di sostanza secca per la produzione di sostanza secca di sottoprodotto per ettaro. Il rendimento energetico per ettaro è stato infine calcolato moltiplicando la resa di metano per ettaro per il PCS del metano.

Sulla base dei risultati delle prove di digestione anaerobica condotte e la quantità di biomassa disponibile ottenuta dalla letteratura, sono stati calcolati i potenziali energetici in Brasile partendo dalle paglie e dalle bagasse prodotte durante l'intero processo canna da zucchero-bioetanolo, in base all'ammontare di ettari coltivati nell'anno preso in considerazione. I rendimenti totali di metano derivanti da questi sottoprodotti sono stati convertiti in Peta Joule e confrontati con il consumo netto di energia del Brasile, nell'anno di riferimento 2007.

22.7 VALUTAZIONE DE POTENZIALE DI ENERGIA ELETTRICA IN ITALIA

I quantitativi di paglia e di stocchi prodotti nell'anno di riferimento sono stati calcolati, secondo indici di conversione suggeriti da diversi autori, sulla base delle produzioni cerealicole pubblicate dall'ISTAT per il 2009, ad eccezione del riso per il quale i dati accessibili erano riferiti al 2008. Il metano ottenuto dalla digestione anaerobica di questi sottoprodotti, trattati solo con metodi termici, è l'unico valore dove il materiale scientifico disponibile sulle banche dati è poco presente. Per questo motivo si è scelto come indice di conversione, paglia-metano e stocchi-metano, il valore di 42,1% ottenuto con i nostri esperimenti utilizzando come substrato di partenza la paglia di una graminacea, anche se non presente nel nostro territorio nazionale, come la canna da zucchero.

L'energia elettrica ottenibile è stata stimata in base alla conversione del metano, considerando il suo PCS, in energia elettrica mediante cogeneratori caratterizzati da un rendimento medio del 33%, sottraendo preventivamente l'energia necessaria per le operazioni di gestione del sottoprodotto, tra cui l'imballaggio, il trasporto e il carico della paglia dal campo al digestore e viceversa.

La produzione di energia elettrica, espressa in GWhe, è stata infine confrontata con il consumo elettrico annuo sia in agricoltura che in ambito domestico, utilizzando i dati forniti da TERNA e prendendo come anno di riferimento il 2008.

Capitolo 23

RISULTATI E DISCUSSIONE

23.1 COMPOSIZIONE CHIMICA

La composizione chimica della paglia e della bagassa, sia trattate che non, sono riportate in Tabella 15. I valori della sostanza secca misurata sulla materia prima (FM), e dei solidi volatili (VS) misurati sulla sostanza secca non trattata sono rispettivamente, per la paglia 94,0 e 74,4% e per la bagassa 95,1 e 97,2%. A causa del pretrattamento con la Steam Explosion, il contenuto della DM è fortemente diminuito nella paglia in un range compreso tra 12,3 (180°C) e 11,9% (200°C) e nella bagassa tra 8,1 (180°C) e 6,8% (190°C). L'aumento del contenuto in acqua del campione è causato dalla miscelazione del materiale di partenza con acqua prima del trattamento e con il vapore usato durante il processo. Il contenuto di sostanza organica (VS), nel caso della bagassa, non è stato modificato in modo significativo dal pretrattamento, nel caso della paglia invece è variato in maniera sostanziale raggiungendo valori compresi tra il 69,5 e l'83,6%. Questo potrebbe essere causato dalla contaminazione della paglia con la crosta superficiale.

Il tenore in grassi grezzi della bagassa non trattata era dello 0,6%, con il pretrattamento il valore è aumentato sino al 1,0% dei VS (200°C); un effetto ancora più consistente si è osservato con la paglia, passando dallo 0,7% al 2,3% dei VS nel trattato a 200°C.

L'NDF (ovvero il contenuto di emicellulosa, cellulosa e lignina) ha subito una forte riduzione dovuta alla Steam Explosion sia con la bagassa, passando da 86,2 a 59,5% dei VS a 200°C, sia con la paglia diminuendo da 91,4 a 79,9% a 180°C.

Tabella 15 - Composizione macromolecolare dei substrati trattati e non trattati

Biomassa	Condizioni	DM	VS	XP	XL	NDF	ADF	ADL
	pretrattamento							
	[°C]	[% FM]	% DM	% VS				
Bagassa	Non trattato	95.1	97.2	4.3	0.6	86.2	56.0	6.4
	180	8.1	97.3	4.6	0.7	65.1	57.1	7.9
	190	6.8	97.4	3.9	0.8	64.2	56.2	8.0
	200	7.2	97.1	4.1	1.0	59.5	54.7	7.3
	200	11.9	69.5	7.3	2.3	85.0	85.0	18.6
Paglia	Non trattato	94.0	74.4	5.5	0.7	91.4	82.7	8.6
	180	12.3	83.6	4.7	1.1	79.9	65.7	12.9
	190	12.0	74.9	6.3	1.7	84.6	78.4	16.4
	200	11.9	69.5	7.3	2.3	85.0	85.0	18.6
	200	11.9	69.5	7.3	2.3	85.0	85.0	18.6

A seguito del trattamento, il valore dell'ADF (contenuto di cellulosa e lignina) della bagassa non ha subito grosse variazioni, ciò indica che la Steam Explosion ha avuto una forte influenza solo sul contenuto dell'emicellulosa e non della cellulosa e della lignina. Per contro, con la paglia trattata si è verificata mediamente una forte contrazione della percentuale non solo dell'emicellulosa ma anche della cellulosa. Infine, il valore dell'ADL (lignina) è in media leggermente aumentato nella bagassa e notevolmente nella paglia.

Secondo Boyle (1979) il potenziale di metano esprimibile durante la fermentazione anaerobica in digestore batch (in base al protocollo di riferimento VDI 2006) può essere stimato conoscendo i nutrienti che compongono il substrato di partenza. Le rese teoriche di biogas e di metano sono state quindi calcolate, secondo la formula messa appunto dallo stesso Boyle nel 1976, prendendo in considerazione i risultati dell'analisi elementare riportati in Tabella 16. Da tale calcolo risulta che il metano atteso varia tra i 329 e i 531 NI kg⁻¹ VS con la paglia e tra 436 e 463 NI kg⁻¹ VS con la bagassa.

Tabella 16 - Composizione elementare dei substrati trattati e non trattati

Biomassa	Condizioni							
	pretrattamento	C	H	N	S	O	CH ₄	CO ₂
	[°C]	% DM					NI/kg oTS	NI/kg oTS
Bagassa	Non trattato	45.72	6.45	0.72	0.02	47.09	436	417
	180	46.73	6.41	0.68	0.02	46.16	448	424
	190	47.60	6.51	0.66	0.02	45.20	463	426
	200	47.57	6.47	0.74	0.02	45.20	461	427
Paglia	Non trattato	40.14	5.34	1.31	0.08	53.13	329	421
	180	50.98	6.72	0.88	0.06	41.36	512	440
	190	51.34	6.65	1.14	0.08	40.79	514	444
	200	52.90	6.57	1.37	0.11	39.06	531	457

23.2 RESE SPECIFICHE DI BIOGAS E DI METANO

Le rese specifiche di biogas e di metano dei substrati studiati sono riportate in

Tabella 17. Per quanto riguarda il biogas, è stata calcolata una resa da bagassa non trattata pari a 473 NI kg⁻¹ VS. Grazie al trattamento, il rendimento di questo substrato è aumentato in modo significativo raggiungendo il suo massimo valore a 564 NI kg⁻¹ VS alla temperatura di 190°C. Ciò

che si è osservato con il biogas può essere trasferito anche per quanto riguarda la produzione di metano, registrando un aumento, passando dalla bagassa d'origine (226 NI kg⁻¹ VS) a quella sottoposta a Steam Explosion a 190°C (265 NI kg⁻¹ VS), pari a quasi il 20%.

Nel caso dell'utilizzo della paglia come substrato si è osservato un effetto del trattamento molto più efficiente rispetto alla bagassa sia per quanto riguarda la produzione di biogas che di metano, passando in questo ultimo caso da 79 NI kg⁻¹ VS (materiale base) a 229 NI kg⁻¹ VS (materiale trattato per 15 minuti a 190°C), il che rappresenta un aumento di circa il 200%.

Considerando entrambe le matrici (paglia e bagassa), un ulteriore aumento o diminuzione della temperatura di trattamento, rispettivamente a 200 e 180°C, non ha portato ad un aumento della produzione di metano. In linea generale si può quindi affermare che usando il pretrattamento della Steam Explosion, con un tempo di ritenzione di 15 minuti, i 190°C risultano essere la scelta più opportuna.

Dai risultati è emerso che con la bagassa, durante le prove di fermentazione, il 55,0-58,8% del materiale è stato convertito in metano, in base a quanto precedentemente calcolato con la formula di Boyle. Per quanto riguarda la paglia invece tale valore è ben inferiore, attestandosi infatti attorno al 24,1 - 42,1%.

Per entrambe le matrici di partenza interessante sarebbe in futuro variare le condizioni di trattamento, in termini di temperatura e tempo di ritenzione, al fine di verificare se esistono condizioni che favoriscano l'aumento della produzione di biogas e di metano.

Tabella 17 - Rese di biogas e di metano

Biomassa	Condizioni	Gas prodotto								Degradazione percentuale	
		Biogas				Metano				Biogas	Metano
		NI/kg VS	SD	n	A	NI/kg VS	SD	N	a		
Bagassa	Non trattato	473	37.5	3	A	226	25.1	3	a	57.1	55.0
	180 °C	547	1.6	3	B	264	3.6	3	a	61.9	58.8
	190 °C	564	6.4	3	B	265	5.8	3	a	62.8	57.3
	200 °C	554	1.1	3	B	258	1.8	3	a	61.5	56.1
Paglia	Non trattato	178	24.2	3	A	79	12.1	3	a	23.0	24.1
	180 °C	437	8.8	3	B	205	3.6	3	bc	45.3	40.0
	190 °C	475	42.4	3	B	229	21.9	3	c	46.2	42.1
	200 °C	405	27.8	3	b	181	12.7	3	b	40.1	34.1

**diverse lettere a, b, c si riferiscono a differenze significative (p <0,05, Tukey)*

23.3 POTENZIALE ENERGETICO DAI SOTTOPRODOTTI DELLA CANNA DA ZUCCHERO IN BRASILE

Secondo l'Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (www.ibge.gov.br) il Brasile ha prodotto 415 miliardi di chilogrammi di residui di canna da zucchero nel 2008, dei quali 194 costituiti da bagassa (al 50% di umidità) e 221 da paglia (al 10% di umidità); questi rappresentano rispettivamente il 30 e il 34% della biomassa totale contenuta nella canna da zucchero.

Oggi una parte di tali sottoprodotti sostiene, a livello energetico, gli impianti per la produzione del bioetanolo (bagassa) e, a livello agronomico, la struttura del terreno (paglia).

Si stima che l'88% della bagassa venga utilizzato negli impianti dove lo zucchero viene trasformato in bioetanolo per soddisfare i fabbisogni energetici degli impianti stessi e che circa il 50% della paglia prodotta durante la coltivazione rimanga sul campo per evitare il fenomeno dell'erosione superficiale e per il mantenimento delle relative proprietà agronomiche del terreno. Tra queste: il rapporto carbonio-azoto, il contenuto dei principali elementi minerali (K, P, Ca, Mg e S) e la conservazione microbica del suolo (Ferreira-Leitão et al. 2010); l'altro 50% di paglia segue invece la tradizionale prassi della combustione in campo prima della raccolta manuale, anche se la legislazione brasiliana sta lavorando nell'ottica della progressiva eliminazione di tale operazione entro i prossimi 10 anni (secondo la legge federale brasiliana n°2661 del 19/09/2002). Pertanto, almeno il 12% della bagassa e il 50% della paglia sono disponibili per la produzione di energia.

Sulla base dei nostri risultati la conversione totale di questi materiali in metano, attraverso la digestione anaerobica previo trattamento con la tecnica della Steam Explosion, consente una produzione energetica annua, considerando i dati produttivi del 2007, di 119,6 PJ dalla bagassa e di 640,2 PJ dalla paglia. A seconda della materia prima di partenza e alla scelta sull'utilizzo del trattamento (180, 190, 200°C) o meno, una percentuale variabile tra il 7 e il 37% dell'energia prodotta nell'impianto di biogas è necessaria per la sua alimentazione (Gerin et al 2007, Tricase e Lombardi 2009). Supponendo una percentuale di autoconsumo media dell'impianto del 30%, se venissero trattati con la Steam Explosion tutti i sottoprodotti disponibili dalla canna da zucchero (bagassa e paglia) e questi immessi come substrato in impianti di biogas, la produzione potenzialmente disponibile sottoforma di metano sarebbe di 531,8 PJ all'anno, il che corrisponderebbe a circa il 5% del consumo totale di energia del Brasile che nel 2007 è stato di 10.551PJ.

23.4 POTENZIALE ENERGETICO SOTTOPRODOTTI DI CEREALI IN ITALIA

Secondo l'ISTAT, in Italia sono stati raccolti oltre 17 milioni di tonnellate di granella da cereali nel 2009, di queste il 45% era costituito da cereali autunno-vernini e il rimanente 55% da quelli estivi. Con riferimento allo stesso anno, in base ai lavori scientifici presi in considerazione riguardanti il rapporto granella/paglia (e stocchi), la produzione potenziale di sottoprodotti sul territorio nazionale, costituita dalla paglia e dagli stocchi di cereali, è stata leggermente inferiore ai 14 milioni di tonnellate, valore questo che scende sino a circa 10,3 se si considera la sola sostanza secca (Tabella 18).

Tabella 18 - Produzioni cereali e potenziale dei loro sottoprodotti in Italia nel 2009

COLTURA	MASSA T.Q. GRANELLA (t)	RAPPORTO GRANELLA : PAGLIA	MASSA T.Q. PAGLIA E STOCCHI POTENZIALI (t)	MASSA T.Q. PAGLIA E STOCCHI UTILIZZABILI (t)	MASSA D.M. (t)	CONTENUTO ENERGETICO UNITARIO (MJ/Kg D.M.)	CONTENUTO ENERGETICO TOTALE (GJ)
Frumento tenero	2929122	1:0,8	2343297	702989	597541	13,7	3446436
Frumento duro	3605626	1:0,8	2884501	865350	735548	13,7	4242418
Segale	12204	1:1	9763	9763	8298,5	13,7	47863
Orzo	1049200	1:0,8	839360	839360	713456	13,7	4115001
Avena	314421	1:1	251536	251536	213806	13,7	1233169
Riso*	1361410	1:0,7	1089128	1089128	925759	13,7	5339499
Mais	7883774	1:1	6307020	6307020	5360967	13,7	30920447
Sorgo	243398	1:1,2	194718	194718	165511	13,4	933711
Altri cereali	53529	1:1	42824	42824	36400	13,7	209944
TOTALE	17452684		13962147	10302688	8757285		50488490

*dato riferito al 2008

Ad oggi la maggior parte della paglia prodotta dalla raccolta dei cereali viene interrata, ad eccezione di quella destinata alla formazione della lettiera negli allevamenti zootecnici che è pari a circa il 70% di quella derivante dalla coltivazione di frumento, per un ammontare complessivo di oltre 2 milioni di tonnellate.

Si stima quindi che un quantitativo di quasi 9 milioni di tonnellate di sostanza secca sia potenzialmente disponibile sottoforma di paglia e stocchi a scopo energetico.

Sulla base dei risultati ottenuti, attraverso le sperimentazioni di digestione anaerobica con la paglia di canna da zucchero sottoposta alla Steam Explosion e supponendo un indice di conversione in metano di 42,1% (cfr. pretrattamento a 190°C), sul territorio nazionale è disponibile un potenziale energetico inutilizzato di 50,5 PJ per anno (Tabella 18).

Calcoli effettuati da diversi autori mostrano che la percentuale di autoconsumo degli impianti di digestione anaerobica in agricoltura si attesta in un range che va dal 10 al 40%, con una media del 30%. Dalle nostre elaborazioni invece tale percentuale, utilizzando gli stocchi o la paglia, si attesta intorno al 13,9% con gli stocchi dei cereali estivi e al 20,3% con la paglia degli autunno-vernini (Tabella 19), con valori che vanno dal 12% con il mais al 32% con l'avena e una media complessiva intorno al 14,7% (Tabella 20); valore questo nettamente inferiore rispetto al 30%. Questa differenza è dovuta al fatto che, utilizzando i sottoprodotti (paglia e stocchi), le spese energetiche di produzione dei concimi minerali, degli agrofarmaci, della loro distribuzione e delle operazioni colturali non vengono conteggiate perché di fatto queste sono indispensabili per la produzione della granella e rientrano nell'analisi energetica della produzione della stessa granella, che è il prodotto vero e proprio, e quindi non in quella dei sottoprodotti di risulta. Ciò che viene invece conteggiato sono le operazioni che riguardano la raccolta e la gestione della paglia e del digestato di risulta che da essa deriva e della costruzione e conduzione dell'impianto di pretrattamento dei sottoprodotti con la Steam Explosion, ipotizzando che per l'alimentazione di quest'ultimo si sfrutti l'energia termica prodotta in cogenerazione.

Tabella 19 – Consumo energetico nel processo di digestione anaerobica partendo dalla paglia e dagli stocchi

OPERAZIONI	CONSUMO ENERGETICO COLTIVAZIONE SORGO E MAIS (MJ/ha)	CONSUMO ENERGETICO COLTIVAZIONE CEREALI AUTUNNO-VERNINI E RISO (MJ/ha)
Carburante per imballare	461,7	323,2
Carburante per il trasporto balle	236,3	165,4
Energia per costruire l'imballatrice	273,6	273,6
Energia per costruire il trattore	46,6	46,6
Energia per costruire il rimorchio	0,8	0,8
Energia per costruire lo spandiliquame	0,7	0,7
Energia per costruire l'impianto per la steam explosion	23,4	23,4
Energia per costruire il generatore a vapore	190,8	190,8
Lavoro umano	28	19,6
Trasporto della paglia dal campo al digestore	682,5	477,7
Carico digestore	1091,8	764,3
Trasporto e distribuzione del digestato dal digestore al campo	934,9	654,40
TOTALE CONSUMATO	3.971	2.940
TOTALE PRODOTTO DALLA DIGESTIONE DEI SOTTOPROD.	28.575	14.459
PERCENTUALE DI AUTOCONSUMO (%)	13,9	20,3

Tabella 20 – Autoconsumo energetico durante il processo di produzione di biogas in base alla coltura

COLTURA	Frumento tenero	Frumento duro	Segale	Orzo	Avena	Riso	Mais	Sorgo	Altri cereali	MEDIA CEREALI
Autoconsumo (%)	14,5	26,1	24,8	21,9	31,9	12,1	11,8	17,0	26,7	14,7

In riferimento ai dati ottenuti risulta che l'energia contenuta nel biogas, sottoforma di metano realmente utilizzabile, è di 43 PJ che, convertita in energia elettrica attraverso un cogeneratore con efficienza media del 33%, permetterebbe una produzione di 3948 GWhe. Tale valore, confrontato con i dati sui consumi energetici nazionali forniti dalla TERNA, permetterebbe di soddisfare un fabbisogno elettrico nel settore primario del 70%, oppure il 6% dei consumi elettrici domestici su scala nazionale, prendendo come anno di riferimento il 2008.

Capitolo 24

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Il mondo ha una pressante richiesta di produzione di energia pulita. Il Brasile è uno dei paesi che sta facendo più sforzi per raggiungere questo obiettivo attraverso la produzione di etanolo dalla canna da zucchero. Il rapporto output/input di questo processo è estremamente positivo, ma potrebbe essere ulteriormente migliorato con l'uso sottoprodotti derivanti dalla raccolta della canna da zucchero (paglia) e delle industrie per la produzione di bioetanolo (bagassa) ad essa connesse.

In Italia invece lo sviluppo delle energie rinnovabili, soprattutto in agricoltura, è stato affidato negli ultimi anni all'installazione degli impianti di digestione anaerobica; gli incentivi pagati agli agricoltori per la produzione di energia elettrica dalla combustione del biogas permettono buoni margini di guadagno, ma ulteriori ricavi potrebbero essere ottenuti mediante l'uso della paglia e degli stocchi abbandonati o interrati in campo.

I risultati, sperimentali per quanto riguarda il Brasile e previsionali riguardanti l'Italia, evidenziano il potenziale energetico di alcuni sottoprodotti lignocellulosici, derivanti dalle colture cerealicole, usati come substrati per il processo di digestione anaerobica, soprattutto se precedentemente sottoposti a pretrattamento.

Le conclusioni tratte dalle sperimentazioni condotte si possono così schematizzare:

- la produzione di energia da biomassa agricola dovrebbe essere basata anche su sottoprodotti di uso quotidiano quando ciò risulta energeticamente ed ecologicamente conveniente e sostenibile
- i residui di derivazione agricola, come la paglia, dovrebbero essere meglio integrati in impianti per la produzione di energia, invece di essere considerati e trattati come scarti
- la digestione anaerobica di biomassa lignocellulosica, come la paglia, potrebbe essere migliorata in termini di coefficiente specifico di energia prodotta attraverso tecnologie di pretrattamento termico, quali ad esempio la Steam Explosion.

Sia in Italia che in Brasile questo approccio potrebbe contribuire ad aumentare l'occupazione per la costruzione e la conduzione degli impianti di biogas e a risparmiare energia. In particolare, in Brasile la riduzione dei costi ottenibile potrebbe essere vista come un surplus dei ricavi per i produttori di etanolo e parte di tale indotto utilizzato per aumentare il salario dei lavoratori.

Il riutilizzo di parte di questi sottoprodotti permetterebbe, in Italia, una maggiore indipendenza energetica e in Brasile questo vantaggio andrebbe ad aggiungersi ad una diminuzione delle emissioni di gas serra e inquinanti, causate della combustione della paglia in campo; ciò avrebbe

inoltre un riflesso positivo soprattutto per gli operatori addetti alla raccolta e per la popolazione che vive nelle zone delle piantagioni.

Questo approccio basato sul concetto di Bioraffineria e incentrato sulla tecnica di digestione anaerobica in futuro potrebbe essere una delle soluzioni chiave per la produzione di energia a partire dalla biomassa agricola. Questo porterebbe ad una produttività più sostenibile di quella attuale raggiungendo il duplice obiettivo di difesa dell'ambiente (suolo e aria) e dell'uomo, alleviando nel contempo la competizione nella produzione di cibo e energia da biomassa agricola.

Per rendere il processo ancora più ecologicamente sostenibile, supponendo una degradazione media delle paglie durante la digestione anaerobica del 42,1% (cfr.

Tabella 17), il materiale di risulta dovrebbe essere riportato al campo per permettere il mantenimento delle proprietà agronomiche del terreno relative al rapporto carbonio-azoto, al contenuto dei principali elementi minerali (K, P, Ca, Mg e S) e alla conservazione microbica del suolo.

In futuro, risulterà interessante valutare i vantaggi e gli svantaggi in termini di energia prodotta, di impatto ecologico ed ambientale derivanti dall'uso dei sottoprodotti generati dalle attività agricole legate alla produzione dei cereali in un impianto di produzione di biogas, rispetto ad eventuali usi alternativi come ad esempio nelle industrie chimiche, cosmetiche e farmaceutiche. A questo proposito indispensabile risulta l'utilizzo di metodi di calcolo tipo il Life Cycle Assessment per ognuna di queste alternative.

Capitolo 25

BIBLIOGRAFIA

Allena, A.G., Cardosob, A.A. and da Rocha G.O., 2004. Influence of sugar cane burning on aerosol soluble ion composition in Southeastern Brazil. *Atmospheric Environment* 38 pp. 5025–5038.

Ballesteros, I., Negro, M.J., Oliva, J.M., Cabanas, A., Manzanares, P., Ballesteros, M., 2006. Ethanol production from steam-explosion pretreatment wheat straw. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 129–132, 496–508.

Barros G., Alves L., Osaki M., 2008. Biofuels, food security and compensatory subsidies Available at: www.cepea.esalq.usp.br. 12 February 2010

Bauer A., Bösch P., Friedl A., Amon A., 2009a. Analysis of methane potentials of steam-exploded wheat straw and estimation of energy yields of combined ethanol and methane production. *Journal of Biotechnology* 142, 50–55.

Bauer A, Leonhartsberger C, Bösch P, Amon B, Friedl A, Amon T, 2010. Analysis of methane yields from energy crops and agricultural by-products and estimation of energy potential from sustainable crop rotation systems in EU-27. *Clean Techn Environ Policy* (2010) 12:153–161.

Beitz W, Ku'ttner KH (1987) *Dubbel pocket-book for engineering. (Dubbel Taschenbuch fu'r den Maschinenbau)*. Springer, Berlin.

Boyle,W.C., 1976. Energy recovery fromsanitary landfills—a review. In: Schlegel, H.G., and J., Barnea (Eds.), *Microbial Energy Conversion*. Pergamon Press Oxford, pp.119–138.

Bo Holm Nielsen, J., Oleskowicz-Popiel, P., Al Seadi, T., 2007. Energy crop potentials for Bioenergy in EU-27. 15th European Biomass Conference & Exhibition From Research to Market Deployment 7-11 May 2007. Berlin, Germany.

Brazilian Federal Law 2661 and State of São Paulo Law N8 11241 dated 19/09/2002

Chen H., Liu L., Yang X., Li Z., 2005. New process of mais stalk amination treatment by steam explosion. *Biomed. Bioeng.* 28, 411-417.

Commission of the European Communities, 1993. Commission directive 93/28/EEC of 4 June 1993 amending Annex I to the third Directive 72/199/EEC establishing community methods of analysis for the official control of feedingstuffs, *Official Journal of the European Communities* L375.

Commission of the European Communities, 2008. Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020. Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020. Commission staff working document.

Conklin-Brittain, N.L., Dierenfeld, E.S., Wrangham, R.W., Norconk, M., Silver, S.C., 1999. Chemical protein analysis: a comparison of Kjeldahl crude protein and total ninhydrin protein from wild, tropical vegetation. *J. Chem. Ecol.* 25, 2601–2622.

De Paoli F., Bauer A., Leonhartsberger C., De Zanche C., Amon T., 2010. Utilization of by-products from ethanol production as substrate for biogas production. *Convegno AIIA 2010*.

De Paoli F., 2010 *Agricoltura di precisione anche per le biomasse*. *Convegno: Biogas nel futuro dell'agro-zootecnia*, ed. *Informatore Agrario, Fieragricola 2010*.

DIN standard, 1985. 38 414-8: German standard methods for the examination of water, waste water and sludge; sludge and sediments (group S). Determination of the Amenability to Anaerobic Digestion (S 8). *Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin*.

DIN standard, 2000. 51900: Testing of Solid and Liquid Fuels—Determination of Gross Calorific Value by the Bomb Calorimeter and Calculation of Net Calorific Value. Part 1. Principles, Apparatus, Methods. Part 2. Method Using Isoperibol ot Static, Jacket Calorimeter. Part 3. Method Using Adiabatic Jacket. *DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin*.

European Commission Directorate General Joint Research Centre, 2007. *Cereals Straw Resources for Bioenergy in the European Union*. Pamplona, 18.-19. October 2006. Italy, European Communities.

European Parliament and Council, 2009. Directive of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources Amending and Subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC - PE-COS 3736/08. Directive of the European Parliament and of the Council PE-COS 3736/08. Brussels, Belgium.

FAO, 2008. The State of Food and Agriculture 2008, Biofuels: Prospects, Risks and Opportunities. Agricultural Biotechnology-meeting the Needs of the Poor. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAOSTAT. 2009. [Online] Available at: <http://faostat.fao.org/>

Fernando S, Adhikari S, Chandrapal C, Murali N, 2006. Biorefineries: current status, challenges, and future direction. *Eng Fuels* 20:1727–1737. doi:10.1021/ef060097w

Ferreira-Leitão V., Fortes Gottschalk L.M., Ferrara M.A., Nepomuceno A.L., Correa Molinari H.B., P. S. Bon E., 2010. Biomass Residues in Brazil: Availability and Potential Uses. *Waste Biomass Valor* 1, 65–76

Freyer (2003) Crop rotation. (Fruchtfolgen). Eugen Ulmer, Stuttgart

Gerin PA, Vliegen F, Jossart J-M (2007) Energy and CO₂ balance of maize and grass as energy crops for anaerobic digestion. *Bioresour Technol* 99(7):2620–2627. doi:10.1016/j.biortech.2007.04.049

Glaser, J.A., 2009. Right to food and agrofuels. *Clean Technol. Environ. Policy*.

Goldemberg J., Teixeira Coelho S., Guardabassi P., 2008. The sustainability of ethanol production from sugarcane. *Energy Policy* 36, 2086– 2097

Holz J, Koch H (2008) Key data for crop specific changes in soil humus content in humus equivalent (kg humus-C) per hectare and year. [Kennzahlen zur fruchtartspezifischen Veränderung des Humusvorrates (Humusbedarf) des Bodens in Humusäquivalenten (kg Humuskohlenstoff) pro ha und Jahr]. Chamber of Agriculture Nordrhein-Westfalen, Münster. <http://www.lk-wl.de/fachangebot/ackerbau/pdf/tabellen-humus.pdf>. 12 February 2009

Hongzhang, C., Liying, L., 2007. Unpolluted fractionation of wheat straw by steam explosion and ethanol extraction. *Bioresour. Technol.* 98, 666–676.

Instituto Brasileiro de Geografia Estatística.(www.ibge.gov.br)

Kim, W., Yahaya, M.S., Goto, M., 2005. Effects of steam explosion on the chemical composition and rumen degradability of rice (*Oryza sativa* L.). *Straw. Grassl. Sci.* 51, 139–144.

KTBL, 2005. Faustzahlen für die Landwirtschaft. Kuratorium für Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt.

Lara, L.L., P. Artaxob, L.A. Martinellia, R.L. Victoria, P.B. Camargo, A. Krusche, G.P. Ayersc, E.S.B. Ferraz, and M.V. Ballester., 2001. Chemical composition of rainwater and anthropogenic influences in the Piracicaba River Basin, Southeast Brazil. *Atmospheric Environment* 35,pp. 4937–4945

Lara, L.L. , P. Artaxo, L.A. Martinelli, P.B. Camargo, R.L. Victoria and E.S.B. Ferraz. 2005. Properties of aerosols from sugar-cane burning emissions in Southeastern Brazil. *Atmospheric Environment* 39, pp. 4627–4637.

Liebmann B., Bauer A., Gwehenberger G., Narodoslowsky M., Wukovits W., Friedl A., 2007. Small-Sized Bioethanol Plants Powered by Renewable Energy. In: ETA-Renewable Energies und WIP - Renewable Energies. 15th European Biomass Conference and Exhibition, 7.-11.5.2007 . ETA-Florence, Italy and WIP-Munich, Germany

Macedo, I.C., 2005. Sugarcane's Energy: Twelve Studies on Brazilian Sugarcane Agribusiness and its Sustainability. União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, São Paulo, p. 195.

Ministério de Minas e Energia, 2007. Resenha Energética Brasileira. (www.mme.gov.br)

Mitchell, D., 2008. A Note on Rising Food Prices. Policy research working paper 4682. Washington, D.C., The World Bank, Development prospect Group.

Naumann, C., Bassler, R., 1993. Die chemische Untersuchung von Futtermittel, 3rd ed., VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Panagiotou, G., Olsson, L., 2007. Effect of compounds released during pre-treatment of wheat straw on microbial growth and enzymatic hydrolysis rates. *Biotechnol. Bioeng.* 96, 250–258.

Tricase C, Lombardi M (2009). State of the art and prospects of Italian biogas production from animal sewage: technical-economic considerations. *Renew Energy* doi:10.1016/j.renene.2008.06.013

Pomareda, C and C Murillo. 2003. *Central America: Trade and Sustainable Agricultural Development*. International Institute for Sustainable Development.

Petersson A., Thomsen M.H., Hauggaard-Nielsen H., Thomsen A. B., 2007. Potential bioethanol and biogas production using lignocellulosic biomass from winter rye, oilseed rape and faba bean. *Biomed. Bioeng.* 31, 812-819.

Proforest, 2009. - RFA annual report: Case study on Brazilian sugarcane. Available at: <http://renewablefuelsagency.gov.uk> 10 February 2010

Regione Emilia-Romagna - Disciplinari di produzione integrata 2007. Norme tecniche di coltura > Tecnica agronomica > Colture da seme > CEREALI AUTUNNO-VERNINI

Ruckenbauer, P., 2008. Remarks on the current discussion about bioenergy for the public or for agricultural and rural areas only? *Acta Agronomica Hungarica* 56, 421-428.

Sun, X.F., Xu, F., Sun, R.C., Geng, Z.C., Fowler, P., Baird, M.S., 2005. Characteristics of degraded hemicellulosic polymers obtained from steam exploded wheat straw. *Carbohydr. Polym.* 60, 15–26.

Theiner, J., 2008. Elemental C/H/N/S Analysis. Vienna, Microanalytical Laboratory, University of Vienna, Austria.

Van Soest, P.J., Wine, R.H., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 50, 50–55.

Varga E., Réczey K., Zacchi G., 2004. Optimization of steam pretreatment of corn stover to enhance enzymatic digestibility. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 113-116, 509-523.

VDI, 2006. VDI 4630 - Fermentation of organic materials. In: *Characterisation of Substrate, Sampling, Collection of Material Data, Fermentation Tests [1872]*. VDI Gesellschaft Energietechnik

Wichern, M., Gehring, T., Fischer, K., Andrade, D., Lübken, M., Koch, K., Gronauer, A., Horn, H., 2009. Monofermentation of grass silage under mesophilic conditions: measurements and mathematical modeling with ADM1. *Bioresour. Technol.* 100, 1675–1681.

www.provincia.cremona.it/servizi/svilagri/ottimo/la%2520fertilizzazione.htm+rapporto+paglia+granella+mais&cd=2&hl=it&ct=clnk&gl=it

Zimbardi, F., Viggiano, D., Nanna, F., Demichele, M., Cuna, D., Cardinale, G., 1999. Steam Explosion of Straw in Batch and Continuous Systems. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 77-79, 117-79.

Zimbardi, F., Viola, E., Nanna, F., Larocca, E., Cardinale, M., Barisano, D., 2007. Acid impregnation and steam explosion of corn stover in batch processes. *Industrial Crops and Products* 26, 195-206.

SITI INTERNET

www.demo.istat.it

www.gse.it

www.istat.it

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia tutto lo staff tecnico del Dipartimento TeSAF che ha contribuito alla buona riuscita del lavoro di tesi, in particolare Roberto Stivanello.

Si ringraziano i colleghi dottorandi per la disponibilità e per l'aiuto a livello tecnico e scientifico, in particolare il dott. Sebastiano Pavan, il dott. Franco Gasparini e l'ing Marco Bietresato.

Si ringrazia il gruppo di ricerca del prof. Thomas Amon dell'Università BOKU di Vienna per la raccolta e l'elaborazione dei dati riguardanti il biogas.

Un sentito ringraziamento va inoltre al prof. Dario Friso, costante fonte di suggerimenti a livello sperimentale e di incoraggiamento durante questo triennio.