



Associazione Imprenditori e Professionisti
VALLI MISA E NEVOLA

CONVEGNO CONVIVIALE DEL 16/05/2008 ORE 20,00

Relazione tecnica sulle tecnologie energetiche

-----o000000o0000-----

Con la consulenza del Per. Ind.
Roberto Mancini della Società T.E.A.
di Senigallia

PARLIAMO DI ENERGIA 16/05/2008

Il lavoro, elemento base di ogni attività, costituisce per l'impresa, il componente aggiuntivo alla materia prima, per dare valore ai manufatti, dalla cui vendita trarre profitto.

Il lavoro può essere eseguito sia dalla mano umana, che da macchine, che per funzionare hanno bisogno di energia.

Cos'è l'energia? Cos'è il lavoro?

Si può dire che sono la stessa cosa, nel senso che l'energia è attitudine a compiere lavoro, ed il lavoro è il risultato dello sviluppo dell'energia.

Un principio universale è che l'energia non si crea né si distrugge, si può solo trasformare.

Nel nostro angolo di universo la fonte prima di energia è il sole, suddividendo l'energia in rinnovabile, cioè proveniente direttamente dal sole, o derivata da trasformazioni che avvengono nello stesso anno, o fossile, che è stata accumulata nel corso dei secoli in prodotti derivati da trasformazioni biologiche.

Entrambe sono in ultima analisi provenienti dal sole, parliamo prima delle fonti fossili:

R il carbone

R il petrolio e tutti i suoi derivati, olio combustibile, gasolio benzine, kerosene, GPL, ecc..

R il Gas Naturale (comunemente chiamato Metano perché è il suo principale componente)

Queste sono tutte sostanze che si sono formate accumulando nel tempo l'energia proveniente dal sole, e da cui possiamo riprendere oggi il valore energetico, trasformandole.

L'accumulo dell'energia è avvenuto, come avviene tuttora, mediante il fenomeno naturale denominato Fotosintesi clorofilliana, che trasforma l'energia del sole in molecole organiche composte da Carbonio, Ossigeno ed Idrogeno, che costituiscono la massa delle sostanze vegetali ed animali che popolano la terra.

Nel tempo le molecole organiche da carboidrati perdono l'ossigeno e si trasformano in idrocarburi, perdendo anche l'idrogeno diventano carbone.

Semplificando tutte le fonti fossili sono dei serbatoi in cui è contenuta l'energia del sole pervenuta sulla terra centinaia di migliaia di anni fa.

Per recuperare l'energia contenuta in questi materiali "serbatoio", possono essere usati diversi modi, il più semplice è la "combustione", che è la combinazione di carbonio e idrogeno (idrocarburo) con l'ossigeno, che dà per risultato rispettivamente Anidride Carbonica e Acqua, ed energia termica.

A questo punto occorre avere ben chiaro il significato delle unità di misura dell'energia:

Una unità di massa è definita 1 Kg. questo vale in qualunque parte dell'universo.
Una massa nel campo gravitazionale terrestre diventa forza peso, per effetto della accelerazione di gravità, che per la terra è di 9,81 m/sec. Al livello del mare.
(un po' più all'equatore, un po' meno ai poli, e a quote più alte del livello del mare)

Perciò 1 kg = 9,81 Newton (Nw)

Lo spostamento di 1 Nw per 1 mt. richiede l'energia di 1 Joule (J)

Se lo spostamento avviene in 1 secondo l'energia unitaria, o potenza, è di
1 Joule in 1 sec. = 1 Watt (W).

Le unità di misura più familiari, sono però dei multipli di queste; ad esempio:
(in allegato si riporta una tabella di multipli e sottomultipli)

1 kiloWatt = 1000 W rappresentano la potenza necessaria per spostare
1000 Nw di 1 mt. in 1 secondo, ovvero 98,1 kg di 1mt in 1 sec.

1 kiloWattora = 1000 W x 1 ora; ovvero 1000 W x 3600 sec. = 3.600.000 Joule
rappresentano l'energia necessaria per spostare
1000 Nw (98,1 kg) di 3600 mt.

Il sole irradia nello spazio l'energia proveniente dalla fusione nucleare dell'idrogeno, consumandosi lentamente e trasformando la massa nucleare in energia, secondo la legge

$$E=mc^2 \quad (E=\text{energia } M=\text{massa } c=\text{velocità della luce} = 300.000.000 \text{ m/sec})$$

La quota di questa energia che giunge sulla terra è di circa 1000 W/m² ogni secondo;
di più in estate, di meno in inverno; di più vicino ai tropici, di meno vicino ai poli.

Poiché la superficie totale di captazione della terra è di circa 127.400.000 km²
La potenza captata è di 127.400.000 x 1350(W) = 1.740 × 10¹⁷ Watt

L'energia che arriva sulla terra ogni ora è:
1.740 × 10¹⁷ Watt x 3,600 sec. = 6.264 x 10¹⁷ KiloWattora

Equivalenti a circa 5.470 Miliardi di tonnellate di petrolio (tep) ogni ora.

Il sistema Terra vive con questa energia, in un delicato equilibrio di assorbimento, trasformazione in biomassa, riscaldamento, e ri-emissione dell'energia nello spazio.

Questa energia è responsabile dell'evaporazione delle acque, e quindi delle precipitazioni atmosferiche; dei movimenti dell'aria, e quindi dei venti, e dei moti ondosi dei mari; della formazione di biomasse dalla Fotosintesi, ecc.. ecc..

La quantità di energia che l'attività umana richiede, viene ricavata principalmente dalle fonti fossili ed è attualmente così ripartita:

| Tipo di combustibile | Potenza in MW | Energia/ora in GWh | tep/ora |
|----------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Petrolio | 5.600.000 | 5.700 | 500.000 |
| Gas naturale | 3.500.000 | 3.500 | 300.000 |
| Carbone | 3.800.000 | 1.200 | 103.000 |
| Totale | 12.900.000 | 10.400 | 903.000 |

Le riserve mondiali di petrolio stimate ad oggi sono di circa 1.100 miliardi di barili pari a circa 160 miliardi di tep, altrettante sono le riserve di gas naturale, mentre le riserve di carbone sono di 600 miliardi di tep.

In totale le riserve fossili ad oggi note e sfruttabili, sono quindi di circa 920 miliardi di tep. Al ritmo di incremento del consumo attuale, l'autonomia energetica sarà

| Tipo di combustibile | Riserva nota Mld di tep | Fabbisogno tep/ora | Ore di autonomia | Anni di autonomia |
|----------------------|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Petrolio | 160 | 500.000 | 177.200 | 20 |
| Gas naturale | 160 | 300.000 | 177.200 | 20 |
| Carbone | 600 | 103.000 | 644.500 | 76 |
| Totale | 920 | 903.000 | 998.900 | 116 |

Un ulteriore quantitativo di energia viene ricavata dalle seguenti fonti, che si dicono rinnovabili, perché sono parte dell'energia che costantemente il sole invia alla terra.

Queste fonti utili, sono attualmente utilizzate nella seguente misura:

| Tipo di combustibile | Potenza in MW | Energia/ora in GWh | Tep/ora |
|----------------------------------|------------------|--------------------|---------------|
| Idroelettrico | 900.000 | 950 | 82.000 |
| Geotermia, eolico, solare, legno | 130.000 | 127 | 11.000 |
| Totale | 1.030.000 | 1.077 | 93.000 |

Infine, scienza e tecnologia ci consentono di utilizzare una altra fonte di energia, l'unica che non è riconducibile al sole, l'energia nucleare, attualmente utilizzata nella seguente misura:

| Tipo di combustibile | Potenza in MW | Energia/ora in GWh | Tep/ora |
|----------------------|---------------|--------------------|---------|
| Nucleare | 900.000 | 950 | 82.000 |

Volutamente si soprassiede ad una discussione dell'energia nucleare, perché richiede un approfondimento ed una valutazione specifica.

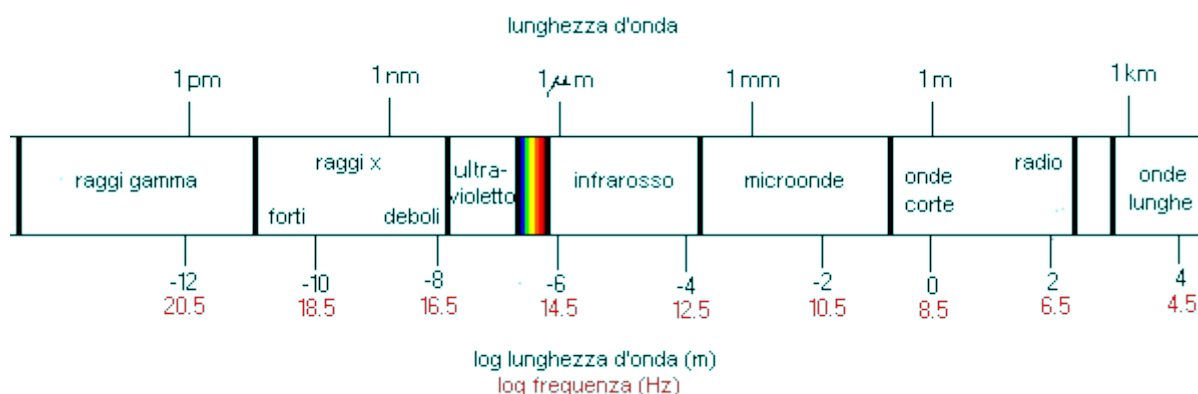
In totale quindi le attività umane richiedono l'impiego di energia equivalenti al contenuto di 1.078.000 di tep ogni ora, in gran parte proveniente da fonti fossili.

Mentre il sole invia un quantitativo di energia equivalenti a 5.470.000 milioni di tep (tonnellate equivalenti di petrolio) ogni ora.

E' ragionevole pensare che tutto il fabbisogno energetico delle attività umane possa essere fornito dal sole, poiché sarebbe sufficiente utilizzare meno di un milionesimo dell'energia inviata dal sole per soddisfare integralmente il fabbisogno di energia dell'umanità.

L'energia inviata dal sole, arriva sotto forma di radiazione elettromagnetica in un ampio spettro di frequenze.

Lo spettro elettromagnetico



Non è direttamente utilizzabile e deve essere trasformata in altre forme energetiche. Le tecniche attuali ci consentono di recuperare solo una piccolissima parte di questa energia, e mutarla in altre forme:

Le forme di energia tecnicamente disponibili ed utilizzabili, sono:

termica; chimica; meccanica, elettrica;

ciascuna di queste forme è riconducibile alla stessa unità di misura, il **kWh** o il **tep** in ogni caso è possibile trasformare l'energia da una forma all'altra, per poterla utilizzare al meglio.

Ogni trasformazione non può restituire più energia di quella che riceve, in generale il rendimento di conversione è notevolmente più basso del 100%.

Il modo di utilizzare l'energia contenuta nei combustibili fossili è sostanzialmente la combustione, cioè combinazione della molecola di Carbonio e della molecola di Idrogeno che li costituiscono, per ottenere energia termica, trasformando poi l'energia termica in energia meccanica, e quindi in energia elettrica, che è la forma più versatile, e trasportabile dell'energia.

Nelle grandi Centrali elettriche l'energia termica prodotta dalla combustione, produce vapore d'acqua ad alta temperatura e pressione, l'energia termica del vapore, in una o più

turbine, viene trasformata in energia meccanica, quest'ultima mediante generatori elettrici viene trasformata in energia elettrica.

Ogni trasformazione comporta una perdita di energia, la combustione, pur se con sistemi moderni a più stadi, non supera il rendimento del 90 %; la conversione energia meccanica, non supera il rendimento del 50 %, la trasformazione in energia elettrica non supera l'80%; nel complesso quindi una grande centrale Termoelettrica, non supera il 36 % di rendimento.

Il meccanismo di funzionamento ha una inerzia elevata, l'avviamento richiede parecchie ore, la presa di carico è lenta, servono parecchi minuti per salire di potenza, ed altrettanti per scendere.

Piccole Centrali Elettriche possono essere realizzate con motori endotermici (Diesel), in cui il combustibile viene trasformato direttamente in energia meccanica, e successivamente in elettrica dal generatore accoppiato direttamente sull'asse del motore. Hanno un rendimento di conversione in energia meccanica di circa il 38-40 %, ed il rendimento di conversione elettrica di circa 80 %, con un rendimento globale non superiore al 32 %.

Analizziamo ora le possibili tecniche di recupero dell'energia dal sole:

1. Sfruttamento dell'effetto termico della radiazione solare, per il riscaldamento di fluidi vettori di energia termica. (**solare termico**)
2. Sfruttamento dell'effetto fotovoltaico di alcuni particolari cristalli che trasformano una parte dell'energia solare incidente, in energia elettrica. (**solare elettrico**)
3. Sfruttamento dell'energia meccanica del vento (indirettamente prodotto dall'energia solare), per trasformarla in energia elettrica o meccanica. (**eolico**)
4. Sfruttamento dell'energia meccanica delle acque meteoriche raccolte dai fiumi, per trasformarla in energia elettrica o meccanica. (**idroelettrico**)
5. Sfruttamento dell'energia meccanica del moto ondoso dei mari, o delle maree, per trasformarla in energia elettrica. (**moto ondoso, maree**)
6. Sfruttamento dell'energia chimico-biologica delle biomasse prodotte dalla conversione clorofilliana dell'energia solare. (**bio-energia**).

Le tecniche per rendere disponibile l'energia proveniente dal sole, sono quindi molteplici, alcune già da tempo sfruttate, altre rese disponibili da recenti ricerche scientifiche e tecnologiche, o dalla integrazione della gestione di sistemi complessi di distribuzione dell'energia.

Il primo problema che si pone è che l'energia deve essere disponibile quando serve; quindi o si eseguono le attività quando c'è, o si accumula l'energia per averla quando serve.

L'accumulo di energia termica, può essere di diversa natura; serbatoi di fluidi riscaldati, fusione di Sali eutettici, riscaldamento di pietre, ecc..., in ogni caso è di breve durata; può al massimo durare qualche ora.

Anche se tentato con diversi sistemi, un accumulo di energia termica nel periodo estivo, per renderla disponibile d'inverno non ha avuto successo.

Anche l'accumulo di energia meccanica è di difficile realizzazione, l'unico sistema che ha dato risultati positivi è il pompaggio di acqua nei bacini idroelettrici, per riutilizzare l'energia meccanica della caduta dell'acqua quando è più utile.

Il rendimento energetico di questo sistema è inferiore al 40 %.

L'accumulo di energia elettrica può essere realizzato con rendimenti superiori all'80%, anche se il costo degli accumulatori è elevato, e la durata limitata a 4-5 anni.

L'accumulo di energia chimica o biologica, è invece relativamente facile, e di durata elevata; le biomasse (legna, cippato), ed i gas combustibili (biogas, idrogeno), possono essere facilmente stoccati in depositi di durata indefinita.

Analizziamo nel dettaglio i diversi tipi di tecnologie utili alla captazione dell'energia solare diretta o indiretta.

L'energia emessa dal sole arriva sotto forma di radiazione elettromagnetica in quasi tutto lo spettro di frequenze possibili:

le frequenze più alte (Ultravioletto di tipo B e C) vengono fermate dallo strato di ozono dell'alta atmosfera,

le frequenze più basse, fino all'infrarosso, vengono assorbite, e in parte ri-emesse verso lo spazio esterno.

In particolare le frequenze infrarosse vengono respinte dagli strati di atmosfera più bassi, quando sono carichi di gas serra (CO_2 , NO_2 , CH_4 , ed altri).

1. solare termico

l'energia della radiazione elettromagnetica, viene catturata da un corpo nero, che riscalda un fluido (acqua glicolata, o altro); l'energia viene captata per effetto della conversione di frequenza della radiazione incidente, dal campo del visibile e UV fino a 470 nm, in radiazione infrarossa maggiore di 700 nm, che viene trattenuta dal vetro che ricopre il corpo nero; questo è trasparente per le lunghezze d'onda minori, e opaco per quelle maggiori.

E' possibile migliorare il rendimento energetico ottenendo il corpo nero non con semplici pigmenti coloranti, ma con strati metallici sottili che effettuano la conversione di frequenza già sulla superficie captante.

Il rendimento energetico della conversione termica dell'energia solare incidente è fortemente influenzato dalla temperatura esterna, e dalle condizioni climatiche, studi climatici per la nostra zona condotti dal CNR, stabiliscono che la quantità di energia solare che può essere captata è contenuta in circa

20 kWh/ m² al mese, in gennaio, e 100 kWh/m² al mese in luglio.

Con un totale di circa 700 kwh all'anno per m²

Esistono due tipologie fondamentali di pannelli solari termici: quello piano, e quello a tubi sottovuoto.

Il rendimento energetico è un po' più elevato per i pannelli sottovuoto, e la temperatura resa disponibile è più alta e quindi meglio utilizzabile.

In ogni caso è necessario un accumulo, di dimensioni tali da sopperire al fabbisogno giornaliero, e di un sistema di integrazione per le carenze di energia nel periodo invernale.

2. solare elettrico

viene sfruttato l'effetto fotoelettrico di cristalli di silicio opportunamente drogati, per creare le polarità positivo e negativo; sono costruiti con tre tecnologie fondamentali:

silicio monocristallino che ha rendimenti di circa il 17 %

silicio policristallino che ha rendimenti di circa il 12 %

silicio amorfo, che ha rendimenti di circa il 5 %

Il costo delle tre tipologie è diverso, e proporzionale al rendimento, in modo che il costo per watt recuperato è pressoché identico, varia però la superficie impegnata in m² per ottenere la medesima potenza.

La tecnologia del silicio mono o policristallino, è stata sviluppata per le applicazioni spaziali, ed è ampiamente collaudata ed affidabile.

E' però molto costosa, sia perché il silicio deve essere esente da impurità al 99,9999% ottenibile con processi di raffinazione sviluppati per l'industria elettronica; sia perché la tecnica di taglio del cristallo per ottenere le fette di spessore 0,250 mm è possibile solo con il diamante industriale, con notevoli perdite.

Un po' meno costosa è la tecnica del silicio amorfo, che ha però un degrado nel tempo più elevato del silicio cristallino. (20-25 anni contro 30-35).

I pannelli producono energia elettrica continua, di tensione leggermente variabile (Volt), e corrente fortemente variabile (Ampere), in funzione dell'energia solare incidente, che a sua volta dipende dalle condizioni climatiche e dalla latitudine.

L'energia recuperabile alla nostra latitudine (43° 30'), e con le condizioni climatiche medie è di circa 1200 kWh anno per Kw di potenza di picco di pannelli; è pressoché identica per tutte e tre le tipologie di silicio.

L'energia elettrica recuperata, per essere utile, deve essere contemporanea al consumo. Quindi per avere energia di notte, occorre disporre di un sistema di accumulo altrimenti il sistema, pur se efficiente è poco utilizzabile.

Per situazioni in cui la rete elettrica non è disponibile, possono essere utilizzati degli accumulatori, che però introducono delle perdite; il maggiore rendimento di accumulo si ottiene con accumulatori acidi al piombo ad elettrodi tubolari per scarica lenta (diversi da quelli comunemente usati nelle automobili), costosi, di durata inferiore a 5 anni, e di difficile smaltimento.

Per situazioni in cui è presente la rete elettrica è possibile riversarvi l'energia elettrica prodotta, e riprenderla quando serve, creando un meccanismo di scambio (net-metering), basato sul dare-avere di kWh, senza riferimento al valore monetario. Questo scambio può avvenire oltre che tra il giorno e la notte, anche su base annua, è quindi possibile produrre più del proprio fabbisogno in estate, e riprenderlo in inverno.

Unico limite a questo meccanismo è che il bilancio dei kWh al termine dell'anno sia non superiore alla compensazione totale del consumo.

E' possibile riportare a credito l'eccedenza dei kWh per l'anno successivo solo una volta, il secondo anno l'eccedenza viene perduta.

L'energia elettrica prodotta dal sistema Fotovoltaico è attualmente favorita dal contributo in conto energia dato dal GSE (Gestore del Sistema Elettrico), questo contributo è stabilito in funzione della tipologia di impianto, modalità di costruzione ed integrazione architettonica, e del risparmio energetico introdotto.

3. **Eolico**

L'energia eolica è una forma di energia meccanica, contenuta nella massa (Nw o kg), di aria che si sposta con velocità (m/sec.).

E' una forma di energia già utilizzata in antichità, (Mulini a vela Cretesi nel mediterraneo; mulini a vento Olandesi), che le moderne tecnologie aeronautiche hanno reso più efficiente, e di dimensioni sempre più grandi.

La massa d'aria viene captata da delle pale, generalmente tre a 120 ° una dall'altra, e ruotando ad una velocità pressochè costante di circa 20 g/min fanno girare un generatore elettrico.

Attualmente sono costruiti aerogeneratori di potenza fino a 3,5 MWatt, con una lunghezza della pala fino a 70 metri, poste su un pilone di altezza superiore a 100 mt, con un'area battuta superiore a quella di due campi di calcio, con un impatto ambientale elevato, che deve essere valutato caso per caso. (necessitano del V.I.A. Valutazione di Impatto Ambientale, di appositi organismi della amministrazione Pubblica).

Per unità di potenza elettrica prodotta, sono di gran lunga più efficienti degli altri sistemi di conversione dell'energia solare, e possono sfruttare anche un accumulo indiretto dato dalla atmosfera.

Possono però essere utilmente collocati solo dove esistono dei venti costantemente al di sopra di 5 m/sec. E danno il massimo rendimento con venti di circa 10 m/sec.

Dove però i venti superano i 20 m/sec. diventano pericolosi, e devono essere posti in stand-by per evitare velocità eccessive che porterebbero alla distruzione delle pale.

Esistono anche generatori di piccola-media potenza, da 1 fino a 20 kW, che possono essere installati in siti con presenza di sufficiente vento costante (almeno superiore a 4000 ore annue a velocità di almeno 10 m/sec.) la cui installazione non richiede il V.I.A. ma è sufficiente una semplice autorizzazione delle autorità Comunali.

Anche per l'energia elettrica Eolica può essere sfruttato il meccanismo di accumulo virtuale da parte della rete elettrica; non godono però del beneficio della tariffa incentivante attualmente prevista per il solo FotoVoltaico.

E' in ogni caso considerata energia Rinnovabile, e può beneficiare del meccanismo previsto dagli accordi internazionali di Kyoto, denominato "certificati verdi".

4. **Idroelettrico**

L'energia idroelettrica è energia meccanica sfruttabile dalla caduta di masse d'acqua da una quota di prelievo, ad una seconda quota di scarico.

La quantità di energia è data dal peso dell'acqua per lo spostamento (differenza di quota tra il punto di prelievo ed il punto di scarico).

E' ampiamente sfruttata, in Italia quasi su tutti i fiumi di portata sufficiente esiste una centrale idroelettrica.

E' affidabile facilmente gestibile con i sistemi di controllo remoto, ha una inerzia bassa (si avvia e prende carico con rapidità), è facilmente accumulabile, tramite invasi artificiali, anche per lunghi periodi.

E' generalmente utilizzata per grandi impianti, ma le tecnologie di automazione del parallelo e del controllo dei carichi rendono possibile lo sfruttamento anche di piccoli corsi d'acqua, con potenze tra 5 e 50 kw.

Anche per l'energia idro-elettrica può essere sfruttato il meccanismo di accumulo virtuale da parte della rete elettrica; non gode però del beneficio della tariffa incentivante, è considerata energia Rinnovabile, e può beneficiare del meccanismo previsto dagli accordi internazionali di Kyoto, denominato "certificati verdi".

5. moto ondoso, maree

E' energia meccanica data da grandi masse di acqua, che si innalzano ed abbassano continuamente che possono essere convertite in moto meccanico continuo in unica direzione, e quindi accoppiate ad un generatore elettrico.

Sono di difficile costruzione, ed ancor più difficile gestione, per effetto del rapido degrado dei materiali introdotto dalle acque marine.

Attualmente è poco sfruttato, e soltanto dove il moto ondoso raggiunge dislivelli superiori ad 1 m. con regolarità, (oceani o grandi mari).

6. bio-energia

E' lo sfruttamento della trasformazione biologica dell'energia solare in materiali organici basati sulle molecole di Carbonio ed Idrogeno (Carboidrati), la cui combustione (combinazione chimica con l'Ossigeno), fornisce energia termica.

Esistono diversi sistemi di sfruttamento dell'energia Bio-chimica in funzione del prodotto di partenza:

sfruttamento diretto dell'energia termica di combustione, riducendo la massa biologica in "cippato", o "pellets", facilmente accumulabili, si può bruciare il combustibile quando serve, ed utilizzare direttamente l'energia termica.

Trasformazione di prodotti biologici (liquami, rifiuti organici), mediante fermentazione batterica spontanea o stimolata:

esempio 1

liquami di stalle, o di scarichi di fogne cittadine, opportunamente addensati in fanghi, ed ammassati in serbatoi in cui viene stimolato, mediante riscaldamento a 30-35 °, lo sviluppo di metano-batteri, si produce un bio-gas di composizione variabile (CH₄,CO,CO₂, ed altro), questi gas depurati da sostanze dannose (principalmente Idrogeno solfuro), possono essere utilizzati come combustibili per motori endotermici con generatore elettrico accoppiato, e produrre contemporaneamente il calore di mantenimento del ciclo biologico, ed energia elettrica utile.

esempio 2

Discariche controllate di rifiuti solidi urbani (RSU), producono spontaneamente del bio-gas, che può essere captato tramite opportuni tubi forati in PEAD immersi nella massa, il gas deve essere aspirato dalla rete di tubi, opportunamente depurati da

sostanze dannose, ed utilizzato in elettrogeneratori a ciclo "otto" o Diesel modificato.

Anche in questo caso può essere sfruttato il calore residuo del motore endotermico, e portare il rendimento globale al 75 % circa, deve però essere disponibile una utenza termica contemporanea al funzionamento del generatore, realizzando quindi un sistema integrato di CO-generazione, di energia elettrica e termica.

esempio 3

Agro-energia, consiste nella produzione agricola dedicata di bio-combustibili, da utilizzare in modo simile al combustibile Diesel, in tutti gli usi per cui è utilizzato l'analogo combustibile proveniente da fonti fossili.

Questo sistema apre un problema etico, che può sommariamente essere ridotto a:

"è lecito sottrarre terreno agricolo coltivabile alla sua destinazione naturale che è la produzione di alimenti, quando il mondo ha ancora tante persone che mancano di un sufficiente quantitativo di cibo per sopravvivere?"

In attesa di approfondire in altre sedi un tema etico di questa portata, è possibile tecnicamente individuare un sistema di produzione Agro-Energetica, integrato, che si inserisce nel normale ciclo colturale agricolo, senza ridurne la funzione primaria di produzione del cibo, ma sfruttando in modo coordinato più tecniche si aumenta la ricchezza prodotta dalla unità di superficie.

Il metodo consiste in un modulo agro-energetico che richiede il coordinamento produttivo di una superficie minima di 1000 ha.

Su questa superficie si inserisce una coltura di girasole alto-oleico, in rotazione biologica con coltura seminativa, foraggera o leguminosa, con un periodo di tre anni.

Dal Girasole alto-oleico, si estrae olio grezzo;

il pannello residuo viene utilizzato nell'ambito della stessa area aziendale, per la produzione di mangime animale (bovino, o suino), presente in ambito aziendale.

L'olio grezzo viene esterificato in presenza di catalizzatore (metanolo 5%), per decantazione si separa la glicerina, che può essere utilizzata per prodotti cosmetici (saponi, creme, ecc..)

L'olio esterificato, è un combustibile paragonabile al Diesel da fonte fossile, viene accumulato in un serbatoio, di capienza sufficiente al funzionamento di un Generatore Diesel-Elettrico, di potenza 500 kVA, per un periodo di 150-180 giorni (stagione fredda) con contemporanea produzione di calore da destinare al fabbisogno dell'allevamento animale già presente in azienda, o per colture alimentari specializzate in serra calda, realizzando un sistema di micro-co-generazione diffusa sul territorio, di basso impatto ambientale, e realizzabile con tecnologie semplici e facilmente controllabili.

L'energia elettrica viene venduta nella rete elettrica, o parzialmente utilizzata per i fabbisogni aziendali.

Questo sistema beneficia dei "certificati verdi"; nell'insieme la redditività annuale raggiunge i 500 €/ha contro i normali 250-300 €/h della attività agricola ordinaria.

Si integra e non altera la vocazione alimentare della produzione agricola.

E' a questo punto necessario spendere alcune parole per comprendere il meccanismo, i vantaggi ed i limiti dello scambio dell'energia sulla rete elettrica nazionale.

I recenti sviluppi della automazione ed integrazione delle reti di distribuzione dell'energia, rendono possibile utilizzare un accumulo virtuale, basato sul fatto che in ogni momento nella rete elettrica, è presente un consumatore che utilizza il prodotto immediatamente.

La possibilità di connettersi in rete, è data dalla semplificazione apportata dalla moderna tecnologia di alcuni tipi di semiconduttori di potenza (IGBT), mediante i quali è semplice ed automatizzabile il sincronismo tra la produzione e la rete (50Hz esatti), ed un controllo del flusso dell'energia, verso la rete e non viceversa, grazie alla tecnologia dei microprocessori ed adeguato software di controllo.

Esiste però un limite a questo accumulo virtuale, dato dal margine di incertezza della prevedibilità; il gestore della rete (TERNA) stabilisce la produzione istantanea, sulla base di statistiche, e tiene in esercizio i generatori di cui dispone ed è in grado di controllare, con un lieve margine di sicurezza.

Se il margine è elevato ci saranno generatori in moto che consumano energia primaria, e non producono energia elettrica, se il consumo dovesse prevalere sulla produzione c'è il rischio della caduta in black-out dell'intera rete (come è successo qualche anno fa).

Le fonti di energia distribuite, quali i generatori Fotovoltaici, eolici, o micro cogenerazione, sono al di fuori del controllo del gestore della rete, ed introducono un ulteriore margine di incertezza nella prevedibilità, che se percentualmente contenuti nel già previsto, possono essere gestiti, ma se percentualmente dovessero essere superiori costringerebbero il gestore della rete ad aumentare la potenza di generatori in funzione, senza che il consumo sia effettivamente presente.

Questo margine di incertezza è per la rete elettrica nazionale di circa 3000 Mwatt.

Oltre questo limite, le fonti di energia distribuite non controllabili, rischiano di creare problemi di sicurezza di funzionamento della rete.

Esiste un altro problema di gestione della sicurezza operativa sulla rete, data dal fatto che i generatori diffusi non controllati dal gestore della rete, può generare pericolo per gli operatori di manutenzione: se ad esempio viene isolato un tratto di rete per operazione i manutenzione, un qualsiasi generato connesso su quel tratto deve cessare di produrre energia, per questo il Gestore obbliga l'installazione nel punto di generazione di un dispositivo che inibisce il funzionamento in caso di mancanza della tensione di rete.

Questo porta alla impossibilità di avere energia di emergenza in caso di mancanza della tensione di rete, pur disponendo di un proprio sistema di generazione dell'energia.

Infine alcune parole di approfondimento non esaustivo vanno dette sul meccanismo dei

“certificati verdi”.

Tutti i paesi firmatari dell'accordo di Kyoto si sono impegnati a ridurre le emissioni di gas serra in atmosfera, (principalmente Anidride Carbonica), per raggiungere questo obiettivo, è stato realizzato un dispositivo legislativo che obbliga tutti i produttori di energia elettrica da fonti fossili, di produrre almeno il 3 % dell'energia totale, da fonti rinnovabili.

La produzione diretta, può essere sostituita dall'acquisto di produzione rinnovabile di terzi, testimoniata da "certificati verdi" simili ad azioni, da scambiare in un apposito mercato dell'energia gestito dal GME (Gestore del Mercato Elettrico), dove si forma dall'equilibrio della domanda e dell'offerta, il prezzo dei certificati.

Il produttore di energia Rinnovabile emette un certificato al raggiungimento di un quantitativo fisso di energia di 50 MWh (50.000 KWh) e lo immette nel mercato, il produttore di Energia da fonte Fossile deve dimostrare il possesso di sufficienti certificati verdi, che gli consentono di vendere la propria energia.

Il valore del certificato verde è attualmente di 0,125 €c (centesimi di Euro) per KWh pari quindi a 6250,00 € per ogni certificato.

Un produttore che dispone di generatori per 100 kW di potenza per produrre un certificato deve lavorare per 500 ore, con un generatore Diesel-elettrico a 8 ore al giorno a piena potenza deve lavorare 65 giorni.

con il solare FV ne produrrebbe circa 2 all'anno, ma in questo caso, la richiesta della tariffa incentivante comporta la rinuncia a favore del GSE alla emissione dei certificati verdi.

Concludendo

Il problema della disponibilità di energia in grande quantità per mantenere lo standard di vita attuale, è un problema irrisolto, e con una disponibilità tempo limitato per trovare una soluzione.

Solo l'energia Nucleare dalla Fusione dell'Idrogeno (diversa dalla attuale, che proviene dalla fissione dell'Uranio), potrà fornire una soluzione stabile e duratura, purtroppo non è a tutt'oggi una soluzione tecnologicamente disponibile.

Un modo di prendere più tempo per arrivare ad una soluzione stabile e duratura, è quella del **risparmio energetico**.

Il risparmio non è un valore assoluto, ma è relativo; sembra una affermazione banale, ma nel quotidiano si assiste ad un uso di questo termine in modo fortemente contorto, attribuendo a soluzioni tecnico-commerciali, risparmi del XX% senza che siano con certezza identificati i punti di partenza ed i punti di arrivo.

Nella valutazione e nella organizzazione operativa aziendale, è opportuno che si arrivi alla identificazione del contenuto energetico del prodotto della propria attività, sia in termini di valore monetario (Euro), che in termini di valore fisico (**kWh** o **tep**); in modo da rendere possibile una modifica dei sistemi produttivi, e degli approvvigionamenti energetici,

in modo che si possano effettivamente evidenziare sia il risparmio economico, che il risparmio in contenuto energetico del prodotto.

Il primo servirà per definire la dimensione e la validità degli investimenti necessari;

il secondo per effettuare una scelta strategica, in prospettiva di aumenti del costo energetico, che ogni giorno è sempre più imponderabile;

Inoltre gli investimenti per il miglioramento tecnologico e l'aumento dell'efficienza produttiva, è già oggi commisurato al risparmio effettivo ottenuto in termini di tep

(tonnellate di petrolio equivalenti) risparmiati con l'investimento ammesso a finanziamento pubblico.

In allegato vengo prodotti alcuni esempi di progetti energetici:

1- GENERATORE FOTOVOLTAICO di potenza 180 kW di picco

| | | | |
|---|-----------|----------------|----------------|
| PANNELLO TIPO | ENI | PN16/170 | |
| Potenza nominale dei pannelli FV | W | 170 | |
| Tensione a circuito aperto | Volt | 44,4 | |
| Tensione al punto di massima potenza | Volt | 36,2 | |
| corrente al punto di massima potenza | Amp | 4,7 | |
| corrente di corto circuito | Amp | 5,2 | |
| lunghezza pannello | mm | 1600 | |
| larghezza pannello | mm | 800 | |
| efficienza pannello | % | 13,28 | |
| numero dei pannelli installati per stringa | n° | 12 | |
| Tensione di stringa a circuito aperto | Volt | 532,80 | |
| Tensione di stringa alla massima potenza | Volt | 434,40 | |
| numero stringhe in parallelo per inverter | n° | 3 | |
| Corrente max ingresso CC inverter | Amp | 14,1 | |
| Potenza Generatore FV nominale | W | 6125,04 | |
| Superficie unitario del pannello FV | m2 | 1,28 | |
| TIPO INVERTER | AURORA | PVI6000 | |
| Potenza massima in ingresso CC | kW | 6 | verifica I max |
| Tensione massima ingresso inverter CC | Volt | 600 | |
| Corrente massima ingresso inverter CC | Amp | 36,0 | |
| Tensione min range MPP inverter | Volt | 90 | |
| Tensione max range MPP inverter | Volt | 580 | |
| efficienza | | 96,4% | |
| verifica tensione di ingresso MPP a 25 °C | Volt | 434,40 | corretto |
| verifica tensione di ingresso MPP a 70 °C | Volt | 356,21 | |
| verifica corrente di ingresso | Amp | 14,1 | corretto |
| COLLEGAMENTO ALL'IMPIANTO | | | |
| tipo di collegamento | | TRIFASE | |
| numero stringhe in parallelo per inverter | | 3 | |
| numero inverter in parallelo per fase | | 10 | |
| numero totale pannelli | n° | 1080 | |
| Superficie totale pannelli | m2 | 1382,40 | |
| numero totale inverter | n° | 30 | |
| Potenza totale nominale dell'impianto | kW | 183,600 | |
| efficienza nominale dei pannelli | kW/m2 | 13,3% | |
| rendimento dell'esposizione/installazione lato CC | | 97,0% | |
| rendimento della conversione lato CA | | 96,4% | |
| rendimento totale | | 93,5% | |
| Potenza utile attesa | kW | | 171,68 |
| efficienza operativa media annuale presunta | | | 12,4% |
| energia disponibile annua /metro quadro | kWh/m2 | Dati CNR | 1.457 |
| decadimento medio in 20 anni | | | 20% |
| Produzione annuale di energia attesa | kWh | | 200.143 |
| Costo unitario Kwh di energia all'acquisto | Euro | | 0,185 |

VALUTAZIONE ECONOMICA DELL'INVESTIMENTO

| | | | | |
|--|-----------|------------------|---|---------------------|
| CONSUMO AZIENDALE | 474.150 | 0,185 | € | 87.717,75 |
| PRODUZIONE | 200.143 | | | |
| Differenza di produzione vendibile | - 274.007 | 0,095 | € | - |
| Risparmio di energia aziendale | 200.143 | 0,185 | € | 37.026,49 |
| Incentivo | 200.143 | 0,44 | € | 88.063,01 |
| Utile annuo atteso | | | € | 125.089,50 |
| IMPORTO INVESTIMENTO esclusa IVA | | | € | 996.824,24 |
| Tasso interessi finanziamento | 5,00% | quota finanziata | € | 900.000,00 |
| Rata annuale posticipata | | | € | 76.991,60 |
| Totale rimborso | | | € | 1.385.848,80 |
| costo interessi | anni | 18,00 | € | 485.848,80 |
| Il costo dell'impianto si ripaga in | anni | 11,85 | | |
| Utile a fine incentivo (venti anni) | anni | 8,15 | € | 1.019.116,96 |
| Differenza da pagare per la rata di ammortamento e l'incentivo | | | € | - |
| Differenza da pagare per l'energia elettrica da acquistare | 274.007 | 0,185 | € | 50.691,26 |

(rata mutuo - incentivo)

Questo è un esempio di impianto per una attività che utilizza di un quantitativo di energia circa doppio di quello prodotto, unito ad un funzionamento prevalentemente diurno, che comporterà la assenza di immissione in rete.

2- GENERATORE FOTOVOLTAICO di potenza 15 kW di picco

| PANNELLO TIPO | SHUNDA | 180/X-72MS | |
|--|--------|------------|--|
| Potenza nominale dei pannelli FV | W | 180 | |
| Tensione a circuito aperto | Volt | 44 | |
| Tensione al punto di massima potenza | Volt | 34,6 | |
| corrente al punto di massima potenza | Amp | 5,2 | |
| corrente di corto circuito | Amp | 5,64 | |
| lunghezza pannello | mm | 1580 | |
| larghezza pannello | mm | 808 | |
| efficienza pannello | % | 14,10 | |
| numero dei pannelli installati per stringa | n° | 14 | |
| Tensione di stringa a circuito aperto | Volt | 616,00 | |
| Tensione di stringa alla massima potenza | Volt | 484,40 | |
| numero stringhe in parallelo per inverter | n° | 1 | |
| Corrente max ingresso CC inverter | Amp | 5,2 | |
| Potenza Generatore FV nominale | W | 2518,88 | |
| Superficie unitario del pannello FV | m2 | 1,28 | |

| TIPO INVERTER | AURORA | PVI6000 | |
|---|-----------|---------------|---------------------------|
| Potenza massima in ingresso CC | kW | 6 | corretto |
| Tensione massima ingresso inverter CC | Volt | 600 | |
| Corrente massima ingresso inverter CC | Amp | 36,0 | |
| Tensione min range MPP inverter | Volt | 90 | |
| Tensione max range MPP inverter | Volt | 580 | |
| efficienza | | 96,4% | |
| verifica tensione di ingresso MPP a 25 °C | Volt | 484,40 | critico a circuito aperto |
| verifica tensione di ingresso MPP a 70 °C | Volt | 397,21 | |
| verifica corrente di ingresso | Amp | 5,2 | corretto |
| | | | |
| COLLEGAMENTO ALL'IMPIANTO | | | |
| tipo di collegamento | | TRIFASE | |
| numero stringhe in parallelo per inverter | | 1 | |
| numero inverter in parallelo per fase | | 2 | |
| numero totale pannelli | n° | 84 | |
| Superficie totale pannelli | m2 | 107,24 | |
| numero totale inverter | n° | 6 | |
| Potenza totale nominale dell'impianto | kW | 15,120 | |
| efficienza nominale dei pannelli | kW/m2 | 14,1% | |
| rendimento dell'esposizione/installazione lato CC | | 97,0% | |
| rendimento della conversione lato CA | | 96,4% | |
| rendimento totale | | 93,5% | |
| Potenza utile attesa | kW | | 14,14 |
| efficienza operativa media annuale presunta | | | 13,2% |
| energia disponibile annua /metro quadro | kWh/m2 | Dati CNR | 1.457 |
| decadimento medio in 20 anni | | | 20% |
| Produzione annuale di energia attesa | kWh | | 16.482 |
| Costo unitario Kwh di energia all'acquisto | Euro | | 0,185 |

IMPIANTO FOTOVOLTAICO Tabella riassuntiva degli incentivi:

| Potenza nominale dell'impianto (kW) | | Tipologia di impianto fotovoltaico | | |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| | | 1 Non integrato | 2 Parzialmente integrato | 3 Integrato |
| A) | $1 \leq P \leq 3$ | 0,40 | 0,44 | 0,49 |
| B) | $3 < P \leq 20$ | 0,38 | 0,42 | 0,46 |
| C) | $P > 20$ | 0,36 | 0,40 | 0,44 |

Si sottolinea che, contrariamente a quanto stabilito per il vecchio conto energia, per gli impianti fino a 20 kW che si avvalgono del servizio di scambio sul posto il nuovo decreto riconosce la tariffa incentivante alla totalità dell'energia elettrica prodotta (non solo a quella autoconsumata).

Il DM 19/02/2007 definisce tre tipologie d'integrazione ai fini della determinazione della tariffa incentivante da riconoscere a ciascun impianto fotovoltaico:

- 1) impianto non integrato
- 2) impianto parzialmente integrato
- 3) impianto con integrazione architettonica

- 1)-L'impianto fotovoltaico non integrato è l'impianto con moduli installati al suolo, ovvero collocati sugli elementi di arredo urbano e viario, sulle superfici esterne degli involucri degli edifici, di fabbricati e strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione con modalità diverse da quelle previste per le tipologie 2) e 3).
- 2)-Per il riconoscimento della parziale integrazione l'allegato 2 del citato decreto ministeriale descrive tre specifiche tipologie d'intervento.
- 3)-Per il riconoscimento dell'integrazione architettonica l'allegato 3 dello stesso decreto ministeriale descrive dieci specifiche tipologie d'intervento.

L'incentivo può essere maggiorato per:

1. sostituzione di tetto con lastre di cemento-amianto
2. miglioramento energetico globale dell'edificio
3. autoconsumo dell'energia prodotta per almeno il 70 %

3- SOLARE TERMICO per 2000 lt/gg di acqua sanitaria a 38 ° C

CARATTERISTICHE DELL'INSTALLAZIONE

| | | |
|-------------------|------------|---------------|
| Pannelli tipo | SOTTOVUOTO | H1B |
| Dimensioni totali | | 1000x2000x100 |

| | | |
|----------------------------|-------|----------------|
| Superficie utile | 1,8 | m ² |
| Numero pannelli utilizzati | 12 | |
| Superficie totale pannelli | 21,6 | m ² |
| Fabbisogno acqua sanitaria | 38 °C | 2200 l/g |

L'intervento consiste nella installazione di pannelli solari termici, sulla copertura inclinata orientata a SUD, dell'edificio esistente. L'impianto servirà a riscaldare l'acqua per uso sanitario, mediante scambio diretto tra il pannello di tipo piano con il serbatoio di accumulo, posto più in alto degli stessi, con circolazione naturale.

| INVESTIMENTO: | | | | | | |
|---|----|---|---|---------|------------------|----------|
| Fornitura Pannelli Solari termici | 12 | x | € | 978,45 | 11741,40 | |
| Serbatoio di accumulo | 1 | x | € | 978,45 | 978,45 | |
| Installazione e costruzione Impianto | 1 | x | € | 1250,00 | 1250,00 | |
| Trasporto ed accessori di installazione | 1 | x | € | 250,00 | 250,00 | |
| TOTALE Investimento | | | | | 14.219,85 | € |

| DATI TECNICI | | | | | | | | |
|------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------|---------------|-----------------------|----------------|
| | Temperatura ingresso acqua | | | | | | 16 °C | |
| | Perdite per circolazione | | | | | | 5% | |
| | Fabbisogno energ. giornaliero | | | | | | 50820 | Kcal/g |
| | | | | | | | 59,09 | KWh/g |
| | En. Irrad. KWh/mq mese | Rendimento | En. resa KWh/m ² mese | En. Prod da n m ² /mese | Giorni | Fabb. Energ | Energia utilizzata | Add. Richiesta |
| Mese | 45 | sottovuoto | | KWh | | KWh | KWh | KWh |
| Gennaio | 48,65 | 0,40 | 19,46 | 420,3 | 31 | 1.831,88 | 420,3 | 1.411,5 |
| Febbraio | 67,72 | 0,48 | 32,51 | 702,1 | 28 | 1.654,60 | 702,1 | 952,5 |
| Marzo | 122,11 | 0,51 | 62,28 | 1.345,2 | 31 | 1.831,88 | 1.345,2 | 486,7 |
| Aprile | 137,61 | 0,50 | 68,81 | 1.486,2 | 30 | 1.772,79 | 1.486,2 | 286,6 |
| Maggio | 159,41 | 0,49 | 78,11 | 1.687,2 | 31 | 1.831,88 | 1.687,2 | 144,7 |
| Giugno | 162,54 | 0,48 | 78,02 | 1.685,2 | 30 | 1.772,79 | 1.685,2 | 87,6 |
| Luglio | 178,40 | 0,48 | 85,63 | 1.849,7 | 31 | 1.831,88 | 1.831,9 | 0,0 |
| Agosto | 174,14 | 0,50 | 87,07 | 1.880,7 | 31 | 1.831,88 | 1.831,9 | 0,0 |
| Settembre | 148,45 | 0,52 | 77,19 | 1.667,4 | 30 | 1.772,79 | 1.667,4 | 105,4 |
| Ottobre | 110,36 | 0,53 | 58,49 | 1.263,4 | 31 | 1.831,88 | 1.263,4 | 568,5 |
| Novembre | 76,40 | 0,54 | 41,26 | 891,1 | 30 | 1.772,79 | 891,1 | 881,7 |
| Dicembre | 54,51 | 0,43 | 23,44 | 506,3 | 31 | 1.831,88 | 506,3 | 1.325,6 |
| Tot. Anno | | | 712 | 15.385 | | 21.569 | 15.318 | 6.251 |

| RISULTATO | |
|--|----------------|
| Energia termica annua prodotta ed utilizzata | 15318 KWh |
| Energia risparmiata in 12 anni | 183818,358 KWh |
| | 15,8084 Tep |

| | | |
|--|------------------|--------------------|
| Investimento totale | 14.219,85 | € |
| quota di finanziamento regionale | 30,00% | 4.265,96 |
| spese tecniche | | 750,00 |
| IVA | 20% | 2.993,97 |
| TOTALE | | 17.963,82 |
| Costo impianto a carico del richiedente | 13.697,87 | € |
| Indice di merito | | 1,1117 Tep/Mille € |
| Percentuale utilizzo | | 99,6% |

impianto EOLICO di grande potenza 3000 kW (Valutazione anno 2003)

| | | | | | | | |
|---|---|-----------|-------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|------------------|
| 1 | Potenza totale dell'impianto | MW | 3 | | | | |
| | Energia teorica producibile in un anno | ore /anno | 100% | 8.760 | 26.280 | MWh | |
| | CARATTERISTICA DEL SITO | | efficienza | ore/anno | energia prodotta | | |
| | ventosità < 5 m/sec. = ore /anno | | 0% | 1.200 | - | | |
| | ventosità > 5 <= 10 m/sec. = ore /anno | | 40% | 2.700 | 3.240 | MWh | |
| | ventosità > 10 <= 15 m/sec. = ore /anno | | 75% | 3.500 | 7.875 | MWh | |
| | ventosità > 15 <= 20 m/sec. = ore /anno | | 95% | 1.360 | 3.876 | MWh | |
| | Energia annua prevista | | | 8.760 | 14.991 | MWh | |
| | rendimento effettivo | | | | 57,04% | | |
| 2 | Prezzo di vendita dell'energia | Lire/kWh | 38,6 | pari a | Euro/kWh | € 0,019935 | |
| 3 | Prezzo di vendita certificati verdi / anni | Lire/kWh | 165,0 | pari a | Euro/kWh | € 0,085215 | |
| | Numero di anni vendita certificati verdi | | 8 | | | | |
| 4 | Retrocessione al proprietario del terreno, fino all'ammortamento dell'investimento iniziale | | 3,00% | | | | |
| | Retrocessione al proprietario del terreno, dopo il recupero dell'investimento iniziale | | 12,50% | | | | |
| | INVESTIMENTO INIZIALE | Euro | -€ | 2.890.000,00 | | Utile COMUNE | Utile IMPRESA |
| | | Lire | - | 5.595.820.300 | | € | € |
| | RIPARTIZIONE UTILI AL TERMINE DI DIECI ANNI DI ESERCIZIO | | | | Euro | 288.389,41 | 8.153.127,94 |
| | UTILE ANNUALE | | | | Euro | 28.838,94 | 815.312,79 |

VALUTAZIONE ECONOMICA DELLA PRODUZIONE AGRO-ENERGETICA DA GIRASOLE

| | | | | |
|--|---------|---------------|--|-------------------|
| POTENZA ELETTRICA DEL GENERATORE | kW | 500 | | |
| ore di lavoro per la produzione di un certificato | ore | 100,00 | | |
| ore di lavoro giornaliera | ore | 10 | | |
| giorni di lavoro per la produzione di un certificato | gg | 10,00 | | |
| consumo specifico di combustibile kg/kWh | kg/kWh | 0,220 | | |
| consumo di combustibile per un certificato | kg | 11.000 | | |
| PRODUZIONE DI COMBUSTIBILE | | | | |
| rendimento agricolo per ettaro di Girasole | q.li/ha | 25 | | |
| rendimento in olio del girasole | | 35% | | |
| Produzione di girasole necessaria per un certificato | q.li | 314,29 | | |
| Superficie agricola da coltivare per un certificato | ha | 12,57 | | |
| Superficie coltivata a girasole | ha | 300,00 | superficie totale 900 ha circa con rotazione colturale del 30% | |
| produzione agricola ricavata in q.li | q.li | 7.500 | | |
| Combustibile ricavato | kg. | 262.500 | | |
| | litri | 308.824 | | |
| produttività spremitura | kg./ora | 2.000 | | |
| tempo di lavorazione girasole | ore | 375 | | |
| ore lavorativa giornaliera | | 10 | | |
| tempo di lavorazione girasole | giorni | 38 | | |
| PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA | | | | |
| Prezzo di vendita dei certificati verdi | € | 0,1214 | € | 121,35 |
| Quantità di energia per certificato | kwh | 50.000 | | |
| Prezzo di vendita dell'energia | Euro | 0,0884 | € | 88,44 |
| n° certificati producibili | n° | 23,86 | | |
| Produzione di energia elettrica | kWh | 1.193.182 | | |
| giorni di lavoro | | 238,64 | | |
| Ricavo dalla vendita dei certificati verdi | € | | € | 144.792,61 |
| Ricavo dalla vendita dell'energia | € | | € | 105.525,00 |
| Quantitativo di sostanza secca residua | q.li | 4.125,00 | | |
| Valore della sostanza secca residua | €/q.le | 10,00 | € | 41.250,00 |
| Glicerina di recupero | q.li | 225,00 | | |
| Valore della glicerina | €/q.le | 2,00 | € | 8.250,00 |
| TOTALE RICAVI | € | | € | 299.817,61 |
| | | | € | 299.817,61 |

| | | | | | |
|--|---------|-----------|---|------------|----------------------|
| COSTI | | | | | |
| produzione agricola di GIRASOLE | q.li | 7.500 | | | |
| costo per la produzione agricola in azienda | €/q.le | 16,00 | € | 120.000,00 | |
| Premio PAC colture Energetiche | €/ha | 45,00 | € | 13.500,00 | CE-1782/03 |
| spremitura | €/q.le | 5,00 | € | 37.500,00 | |
| costi gestione | €/ora | 10,00 | € | 6.136,36 | |
| TOTALE SPESE | | | € | 177.136,36 | -€ 177.136,36 |
| UTILE SENZA RECUPERO TERMICO | | | € | | € 122.681,25 |
| ENERGIA TERMICA | | | | | |
| produzione elettrica totale | kWh | 1.193.182 | | | |
| produzione termica recuperabile | kWh | 1.968.750 | | | |
| rendimento di utilizzazione | | 75,4% | | | |
| energia termica utile | kWh | 1.485.000 | | | |
| energia termica utilizzabile in azienda | kWh | 750.000 | | | |
| surplus di energia termica di possibile utilizzazione | | 735.000 | | | |
| <i>NOTA: se fosse possibile aumentare la quantità di energia utilizzabile in Azienda, fino al limite sopra indicato, il rendimento del sistema aumenterà</i> | | | | | |
| costo del combustibile (gas GPL) | €/lt. | 0,510 | | | |
| peso specifico | kg/lt. | 0,585 | | | |
| rendimento termico P.C.I. | kCal/kg | 12.500 | | | |
| costo di produzione kWt con GPL | € | 0,0600 | | | |
| RICAIVO/RISPARMIO ENERGETICO | | | € | 44.984,62 | € 44.984,62 |
| UTILE CON RECUPERO TERMICO PARZIALE | | | € | | € 167.665,87 |
| reddito specifico dell'attività energetica per ettaro | ha | 300,00 | | | € 558,89 |
| reddito specifico per ettaro della coltivazione | ha | 300,00 | | | € 445,00 |
| TOTALE utile specifico per ettaro | | | | | € 1.003,89 |

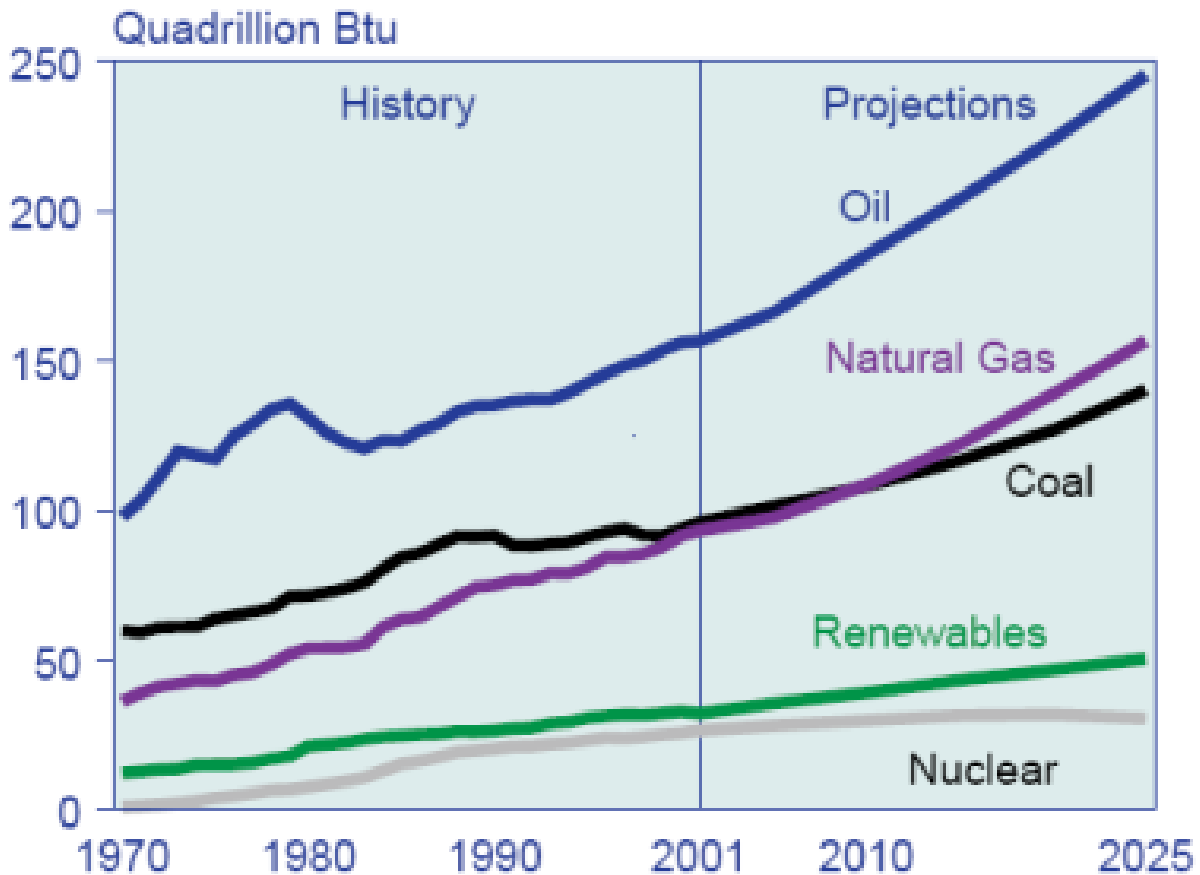
INVESTIMENTO INIZIALE SPERIMENTALE

con utilizzazione di apparecchi recuperabili da altre attività

| | | | | | |
|---|------|-------------|---|---|--------------|
| costo del cogeneratore con recupero termico | € | € 90.000,00 | 1 | € | 90.000,00 |
| costo del macchinario di spremitura | € | | | € | 38.500,00 |
| costo del dispositivo di raffinazione | € | | | € | 15.000,00 |
| costo dello stoccaggio | € | | | € | 18.000,00 |
| cabina di trasformazione e dispositivi di parallelo | | | | € | 35.000,00 |
| lavori vari | | | | € | 13.500,00 |
| | | | | | € 210.000,00 |
| COSTO DI INVESTIMENTO | | | | | € 210.000,00 |
| ammortamento senza recupero termico | anni | | | | 1,71 |
| ammortamento con recupero termico PARZIALE | anni | | | | 1,25 |

Qualora si presenti nell'ambito delle aziende interessate alla sperimentazione, o ad altre aziende non interessate, ma collocate a distanza inferiore a mille metri dal centro di produzione energetica, ed interessate all'acquisto dell'energia termica, l'utile annuo conseguibile potrà essere il seguente:

| | | | | | |
|---|-------|-----------|---|-----------|--------------|
| energia termica utile | kWh | 1.485.000 | | | |
| Prezzo di vendita dell'energia termica | €/kwh | 0,0480 | € | 71.255,63 | € 71.255,63 |
| utile senza recupero termico | | | | | € 122.681,25 |
| UTILE ANNUO CON VENDITA DELL'ENERGIA TERMICA | | | | | € 193.936,88 |
| ammortamento con vendita dell'energia termica | anni | | | | 1,08 |



Proiezione dei consumi energetici mondiali e ripartizione tra le diverse fonti
 In quadrilioni di Btu (British thermal unity equivalenti a $0,293 \cdot 10^{-3}$ Wh)

| 10^n | Prefisso | Simbolo | Nome | Equivalente decimale |
|------------|--------------|---------|-----------------|-----------------------------------|
| 10^{24} | yotta | Y | Quadrilione | 1 000 000 000 000 000 000 000 000 |
| 10^{21} | zetta | Z | Triliardo | 1 000 000 000 000 000 000 000 |
| 10^{18} | exa | E | Trilione | 1 000 000 000 000 000 000 |
| 10^{15} | peta | P | Biliardo | 1 000 000 000 000 000 |
| 10^{12} | tera | T | Bilione | 1 000 000 000 000 |
| 10^9 | giga | G | Miliardo | 1 000 000 000 |
| 10^6 | mega | M | Milione | 1 000 000 |
| 10^3 | kilo o chilo | k | Mille | 1 000 |
| 10^2 | etto | h | Cento | 100 |
| 10 | deca | da | Dieci | 10 |
| 10^{-1} | deci | d | Decimo | 0,1 |
| 10^{-2} | centi | c | Centesimo | 0,01 |
| 10^{-3} | milli | m | Millesimo | 0,001 |
| 10^{-6} | micro | μ | Milionesimo | 0,000 001 |
| 10^{-9} | nano | n | Miliardesimo | 0,000 000 001 |
| 10^{-12} | pico | p | Bilionesimo | 0,000 000 000 001 |
| 10^{-15} | femto | f | Biliardesimo | 0,000 000 000 000 001 |
| 10^{-18} | atto | a | Trilionesimo | 0,000 000 000 000 000 001 |
| 10^{-21} | zepto | z | Triliardesimo | 0,000 000 000 000 000 000 001 |
| 10^{-24} | yocto | y | Quadrilionesimo | 0,000 000 000 000 000 000 000 001 |

Tabella multipli e sottomultipli