

**Life**  
GreenEnergy



## 1 - PREMESSA

Attualmente il sistema energetico nazionale e internazionale è alla ricerca di una diversificazione delle fonti energetiche con la prospettiva di diminuire sempre più la dipendenza dal petrolio.

In tale prospettiva, la ditta Green Life Energy, ha posto la propria attenzione sulla possibilità di utilizzare fonti alternative energetiche nell'ambito di un indirizzo generale di ricerca ed utilizzo di fonti rinnovabili; pertanto ha intrapreso lo studio di un progetto di fattibilità tecnico economica per la realizzazione di un impianto di produzione di calore con teleriscaldamento con utilizzo di biomassa di origine vegetale e eventuale cogenerazione di energia elettrica.

Il presente studio di fattibilità, propone la costruzione di un sintetico quadro di riferimento tra domanda di energia e disponibilità della biomassa reperibile nel territorio, oltre che ad un piano economico finanziario a supporto dell'intera operazione.





Life  
GreenEnergy 

## 2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto di cogenerazione e di teleriscaldamento è previsto nel comune di Cisterna nella zona industriale.

La linea di teleriscaldamento alimenterà edifici produttivi privati.

## 3 - L'ANALISI DELLA DOMANDA DI ENERGIA

### 3.1 - LA DOMANDA DI ENERGIA TERMICA

Per la quantificazione della domanda di energia termica, in questa fase di progettazione a livello di studio di fattibilità, si è stimato un fabbisogno termico di 5 MW tra utilizzo per riscaldamento di edifici produttivi, oltre al polo. Per aumentare il periodo di utilizzo della centrale a biomasse e quindi la quantità di energia elettrica prodotta è stata ipotizzata la realizzazione di un centro di congelamento all'interno della zona industriale.



## 4 - LA SOLUZIONE TECNICA PROPOSTA

La ricerca della soluzione tecnica efficiente, che desse cioè soddisfacimento ad una idonea parte della domanda di energia precedentemente indicata, si è sviluppata attraverso l'analisi dei vari problemi di ottimizzazione:

Individuazione di un sito idoneo ad ospitare l'impianto di produzione.

Individuazione dell'estensione ottimale della rete di teleriscaldamento.

Individuazione di un sistema di produzione (composto da caldaie, scambiatori e moduli di cogenerazione) idoneo a soddisfare la domanda di energia termica e la domanda di energia elettrica.



Life  
GreenEnergy 

## 4.1 - IL SEDIME PER LA CENTRALE TERMICA

Per la collocazione dell'impianto di produzione di energia termica ed elettrica è stato individuato un lotto di proprietà comunale.

1. L'area utilizzabile è compatibile con quella strettamente necessaria all'impianto; lo stoccaggio del cippato verrà realizzato sul piazzale per una superficie di circa 10.000 mq. La superficie in pianta del locale è di circa 1000mq.
2. L'area di impianto è in posizione limitrofa alle zone da servire; gli edificio industriali si trovano nel raggio di circa 5000metri dalla centrale.
3. Il sito è facilmente accessibile dalla superstrada;
4. Il sito non è soggetto a vincoli del PRG o di altri piani di settore.
5. Il sito risulta essere in una delle zone a bassissima densità abitativa e in relazione alla sua lontananza dal nucleo abitativo viene minimizzato l'effetto di ricaduta del particolato.

## 4.2 - LA RETE DI TELERISCALDAMENTO

La rete risulta composta da condotte realizzate con tubi in polietilene reticolato coibentato e protetto da robusta guaina corrugata in polietilene ad alta densità che garantisce anche un notevole requisito di carrabilità.





Life  
GreenEnergy 



Foto 1: esempio di posa delle tubazioni di teleriscaldamento proposte



Foto 2: chiusura degli scavi

La rete alimenta i sistemi di interfaccia tra rete di teleriscaldamento e utenza (le stazioni di scambio del calore) che sono sostanzialmente composti da uno scambiatore di calore, dalle apparecchiature idrauliche, elettriche, di contabilizzazione e di telecontrollo. La rete idrica è composta da una tubazione in andata ed una in ritorno posate nello stesso scavo; tale linea alimentare utenze private allacciate alla linea di teleriscaldamento.

Sono infine previsti sistemi di gestione computerizzati per il processo e la consegna dell'energia.



Life  
GreenEnergy 

### 4.3 - LA CENTRALE DI PRODUZIONE

I vari componenti dell'impianto vengono alloggiati in un edificio di tipo industriale con adiacente il deposito del combustibile biomassa. Il caricamento del materiale avviene a mezzo di una pala gommata e quindi con sistemi a estrazione idraulica, da cui un dispositivo di alimentazione prosegue sino alle caldaie. La combustione avviene all'interno di una camera di combustione a griglia mobile. I gas combusti vengono depurati delle componenti solide in un multiciclone con successiva condensazione dei fumi e spinti nel camino da una ventola a tiraggio aspirato.

L'impianto di produzione dell'energia per teleriscaldamento è composto da una caldaia alimentata a biomassa per produrre il soddisfacimento della domanda di base e di quella dominante e da una alimentata a gas metano per fronteggiare la domanda di punta.

La caldaia a biomassa funziona con olio diatermico permettendo la cogenerazione di energia elettrica a mezzo di un apposito dispositivo (turbo generatore) con tecnologia denominata ORC.

#### **Le principali caratteristiche dell'impianto sono:**

- La potenza termica massima dell'impianto a biomassa = 4.870 kW

Il modulo di cogenerazione ORC è funzionalmente dipendente dalla produzione di calore della sola caldaia a biomassa; a tale proposito si sottolinea che alla caldaia a gas metano non è collegata alcuna apparecchiatura di cogenerazione per la produzione di energia elettrica.



Life  
GreenEnergy 

Durante la produzione del calore della caldaia a biomassa l'energia prodotta viene dedicata per il 18% circa alla coproduzione di energia elettrica, per il 79% alla produzione di acqua calda per teleriscaldamento mentre si stima il 3% per perdite elettriche e termiche (ciò significa che l'efficienza termica globale degli impianti OCR è pari al 98%).

Nel seguito vengono forniti i dati tecnici ed una breve descrizione delle apparecchiature prescelte.

### **a) Caldaia a biomassa**

La caldaia a biomassa si basa su un processo di combustione con post combustione e l'impianto è provvisto di un sistema per l'abbattimento dei fumi tra i più efficienti.

Il combustibile biomassa brucia in una camera di combustione a griglia mobile. Una zona di post-combustione provvede a una combustione completa dei gas. I fumi contengono calore di evaporazione e cenere volatile. Nella caldaia ad acqua il calore serve a riscaldare il fluido di riscaldamento. I fumi fuoriescono dalla caldaia ad acqua con il calore residuo (temperatura di uscita di ca. 200° C), il calore di evaporazione non utilizzato e la cenere volatile. Un filtro multiciclone adeguatamente inserito provvede a una prima separazione della cenere volatile. Nella fase di condensazione dei fumi si sottraggono il calore residuo e il calore di evaporazione ancora contenuti. Al contempo, si ottiene un'efficace depurazione dei fumi stessi (separazione della cenere volatile).

La tavola allegata dettaglia il processo previsto per la generazione di energia attraverso la caldaia a Biomassa; inoltre riporta il flusso dei fumi e la descrizione tecnica dell'abbattimento delle polveri attraverso la condensazione.





In particolare per quanto attiene al processo di depurazione dell'aria, dopo l'uscita dalla caldaia, i fumi, per un loro primo abbattimento, passano attraverso il filtro elettrico, nel quale con un sistema elettrostatico viene eliminata una parte delle polveri esistenti nel fumo. Quindi entrano nell'impianto di condensazione.

Tramite la condensazione del gas combusto si ottengono al tempo stesso un recupero del calore ed un lavaggio della cenere volatile e quindi una depurazione dei fumi, e l'eliminazione dei vapori del gas combusto (eliminazione del pennacchio di vapore acqueo).

I fumi passano attraverso vari scambiatori di calore e vengono via via depurati mentre al contempo forniscono calore.

Nel primo scambiatore, il calore a temperatura elevata del gas combusto viene utilizzato per innalzare la temperatura di ritorno nella rete di teleriscaldamento.

Raffreddamento del gas combusto da 220° C a 70° C

Innalzamento della temperatura di ritorno in rete da 60° C a 72° C

Fattore di recupero termico 10 - 15 %

Nel 1° livello di condensazione il gas combusto viene prima portato al punto di condensazione e poi nuovamente al di sotto di esso all'interno di una serie di scambiatori di calore a controcorrente. Una parte del vapore acqueo si condensa e viene scaricato.

La condensazione opera al contempo un lavaggio dei fumi.

Tale passaggio fornisce un calore a bassa temperatura tra i 30° e i 50° C.

Raffreddamento del gas combusto da 70° C a 52° C.

Innalzamento della temperatura di ritorno del calore (a bassa temperatura) a max. 50° C.

Nel 2° livello di condensazione a bassa temperatura: uno scambiatore di calore a tubi di vetro raffredda ulteriormente i gas combusti con flusso incrociato a controcorrente riscaldando l'aria esterna immessa. Il gas combusto viene nuovamente lavato e il vapore acqueo condensato ed eliminato. Parte dell'aria esterna immessa riscaldata viene utilizzata per eliminare il vapore.





Raffreddamento dei gas combusti da 52°C a 40° C

Preriscaldamento dell'aria immessa da - 5° C a 32° C

Temperatura di uscita da 30° C a 60° C

Nel camino è prevista l'installazione di misuratori di emissioni di CO, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, T e CO<sub>2</sub> per il rilevamento in continuo.

Il rilevamento avverrà tra caldaia e impianto di condensazione e per l'analisi dei fumi è previsto apposito apparecchio (tipo Hartmann & Braun, Siemens o equivalente), a monte del quale è installato un dispositivo di raffreddamento dei fumi, un pozzetto per l'acqua di condensa e un filtro depolveratore.

È previsto un sistema di telecontrollo del processo e dell'impianto in generale che permette la visualizzazione istantanea di tutti i dati misurati. Vengono memorizzate i dati istantanei ogni 60 secondi, ed il valore medio su mezz'ora.

La regolazione della combustione, nel box focolaio è automatica secondo il rapporto dell'aria e del combustibile.

Il centro di telecontrollo potrà visualizzare tutto l'impianto con l'indicazione in continuo dei parametri di regolazione, valori nominali ed effettivi, valori di misurazione.

Da esso si potrà intervenire per modificare i valori nominali e i parametri di regolazione.

I dati registrati saranno rappresentati nelle loro variazioni temporali sotto forma di curva.



Life  
GreenEnergy



**I seguenti valori rilevati e archiviati a distanza di un minuto saranno tenuti in memoria on line per 14 giorni:**

1. Tutte le temperature (fumi e acqua)
2. Temperatura esterna
3. Dati relativi alle emissioni (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, T, NO<sub>x</sub>)
4. Tutti i valori relativi alle posizioni (posizione serrande, numero giri)
5. Tutti i valori nominali
6. Potenze momentanee dei contatori termici
7. Consumo di corrente elettrica

**I valori mediati come segue vengono memorizzati per 2 anni:**

1. valore medio orario ricavato dai valori rilevati ad intervalli di un minuto
2. registrazione oraria del contatore di calore (dati vano caldaie dati contatore di corrente, e del materiale impiegato)

L'impianto di condensazione è dotato di una centralina di regolazione indipendente.

La centralina dell'impianto di condensazione comunica con il calcolatore di processo attraverso un bus dati.

**Le principali funzioni previste sono:**

1. Regolazione automatica della quantità di fumi conforme al carico.
2. Regolazione automatica della quantità di aria di eliminazione dei vapori.
3. Regolazione automatica del sistema di gestione dell'acqua di condensa.

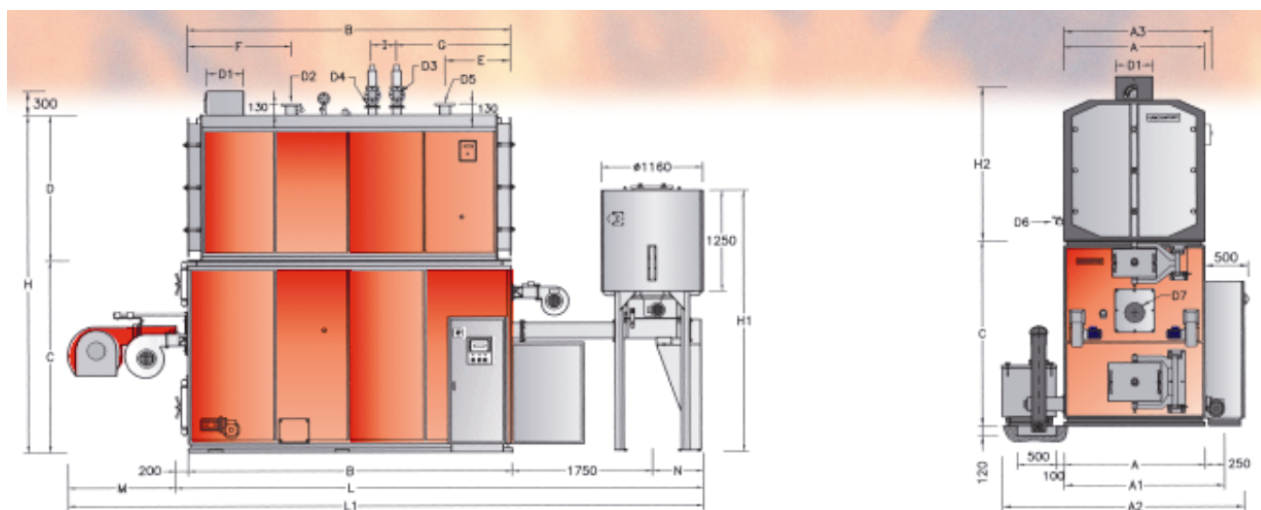
La tabella di seguito allegata fornisce la sintesi delle caratteristiche tecniche della caldaia a biomassa



## Quantità e qualità emissioni in atmosfera.

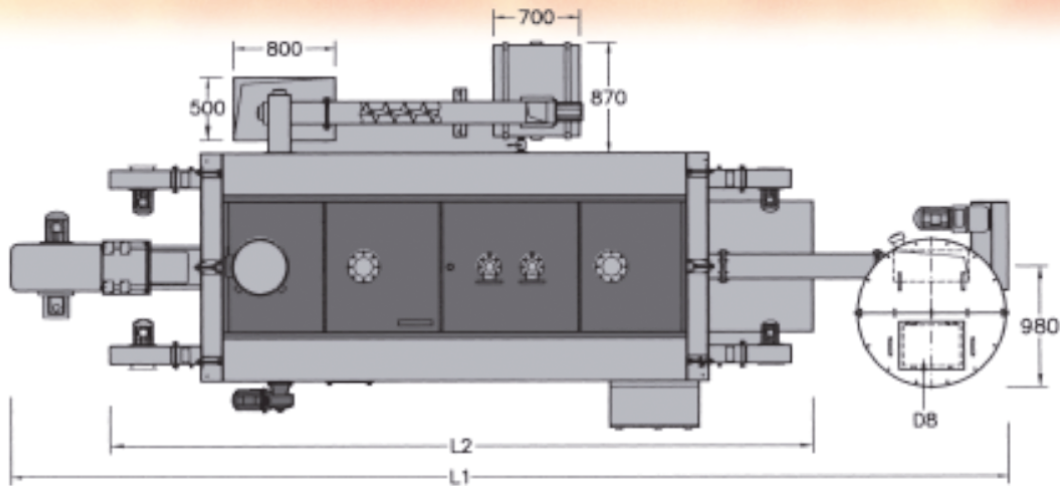
	Massima emissione media giornaliera (mg/m <sup>3</sup> )
polveri	10
Ossidi di azoto	200
Biossido di zolfo	50
Monossido di Carbonio	50
Gas e vapori come carbonio organico totale	10
Fluoruro di idrogeno	1

Per il funzionamento dell'impianto è previsto l'utilizzo di cippato di legna con delle seguenti essenze: faggio, carpino, cerro, quercia, pioppo, pino nero oltre all'utilizzo di paglia e sorgo da fibra ad integrazione con una percentuale massima del 30%.





Life  
GreenEnergy 



## b) Caldaia a gas metano

La caldaia prevista è del tipo orizzontale con le seguenti caratteristiche:

- a tre giri di fumo con inversione nella camera di combustione;
- con tubi di fumo, in corrispondenza al terzo giro, dotati di turbolatori a spirale;
- con portellone cernierato per la totale apertura della camera di combustione;
- con telaio di supporto caldaia. Cassone posteriore di raccolta fumo con apertura d'ispezione e presa di uscita fumi.

### Corpo caldaia:

- incorpora sia la camera di combustione che i tubi di fumo a valle della stessa.

### Camera di combustione:

- La camera di combustione cilindrica é chiusa sul fondo per permettere alla fiamma di ripiegarsi nuovamente verso la sezione anteriore. La camera di combustione è collegata elasticamente alla parete di fondo della caldaia, per mezzo di un by-pass raffreddato ad acqua.





Life  
GreenEnergy 

### **Tubi di fumo:**

- La sezione tubi di fumo é costituita da tubi lisci in acciaio resistenti alla temperatura elevata, entro i quali vengono inseriti dei turbolatori a spirale.
- Questi turbolatori assicurano un intenso sfruttamento del calore presente nei fumi, e sono facili da rimuovere nelle operazioni di pulizia delle superfici di scambio termico.

### Portellone caldaia:

- La caldaia è dotata di portellone anteriore cernierato che, di norma, viene fornito per apertura a destra. Esso viene rivestito internamente di materiale isolante resistente al fuoco ed é idoneo a sostenere il peso del bruciatore per gas. L'ampia apertura del portellone dà facile accesso sia ai tubi di fumo che alla camera di combustione per la pulizia. La potenza termica massima della caldaia è di 1.500 Kw.

### **c) Modulo ORC per la produzione di energia elettrica**

In una centrale termoelettrica è possibile produrre energia meccanica dal calore con un basso livello di temperatura, utilizzando al posto dell'acqua una sostanza organica. Il processo ORC (Organic-Rankine-Cycles, talvolta detto anche Cottomring-Cycle) corrisponde in linea di principio al processo della macchina a vapore azionato tramite acqua, con la differenza che al suo posto si impiega invece un refrigerante organico.

Tramite l'energia apportata tramite il circuito dell'olio termico, il fluido attivo del modulo ORC viene evaporato e surriscaldato. All'interno della turbina a un livello, il fluido attivo viene portato alla pressione di evaporazione, producendo corrente nel generatore. Nel rigeneratore (che serve al preriscaldamento) e nel condensatore (asportazione di calore utile) il fluido attivo viene quindi raffreddato e liquefatto, per venire infine compresso all'interno della pompa di alimentazione.

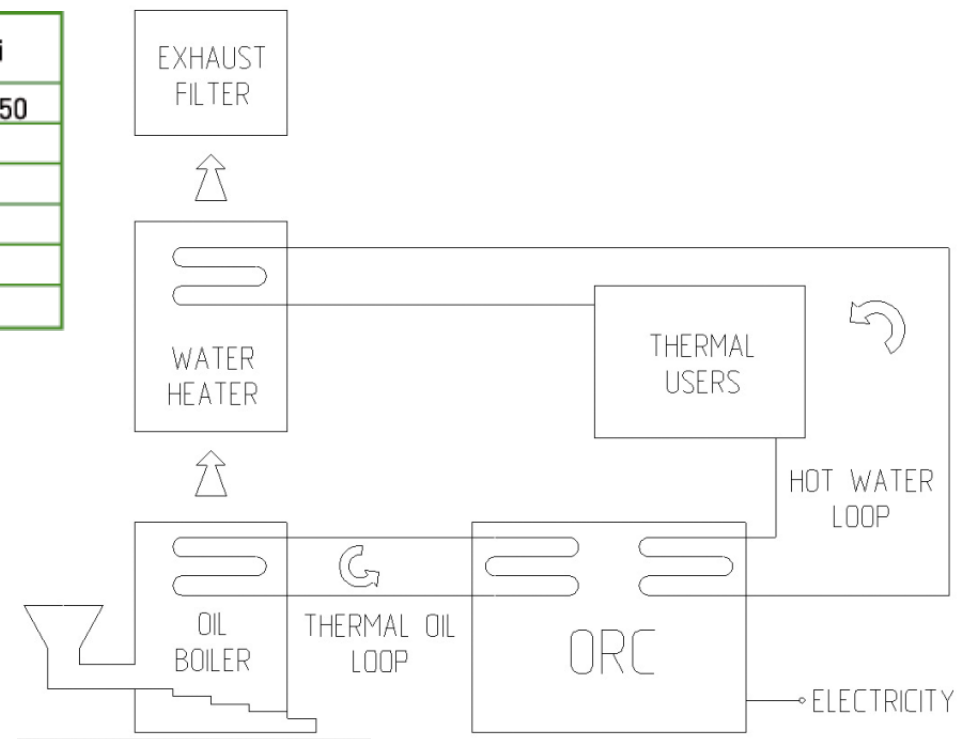
Con il preriscaldamento nel rigeneratore il ciclo termodinamico si chiude.



In caso di revisione o di mancato funzionamento dei moduli ORC il calore della caldaia a olio termico può venire trasferito alla rete di teleriscaldamento tramite uno scambiatore di calore supplementare. Il modulo ORC viene fornito già premontato e pronto per l'installazione. Una volta collegato all'olio termico, alla rete di teleriscaldamento e al sistema di distribuzione dell'energia il modulo può quindi entrare direttamente in funzione.

Le caratteristiche dell'apparecchiatura sono le seguenti:

Caratteristica tecnica	Unità Misura	Valori
Temperatura olio diatermico	°C	300/250
Potenza termica al teleriscaldamento	KWtH	1.090
Temperatura acqua circuito teleriscaldamento	°C	60/80
Potenza elettrica prodotta netta	KW	219
Produzione energia elettrica annua	MWH	1.100
Tensione di esercizio	V	400





Life  
GreenEnergy 

## Efficienza

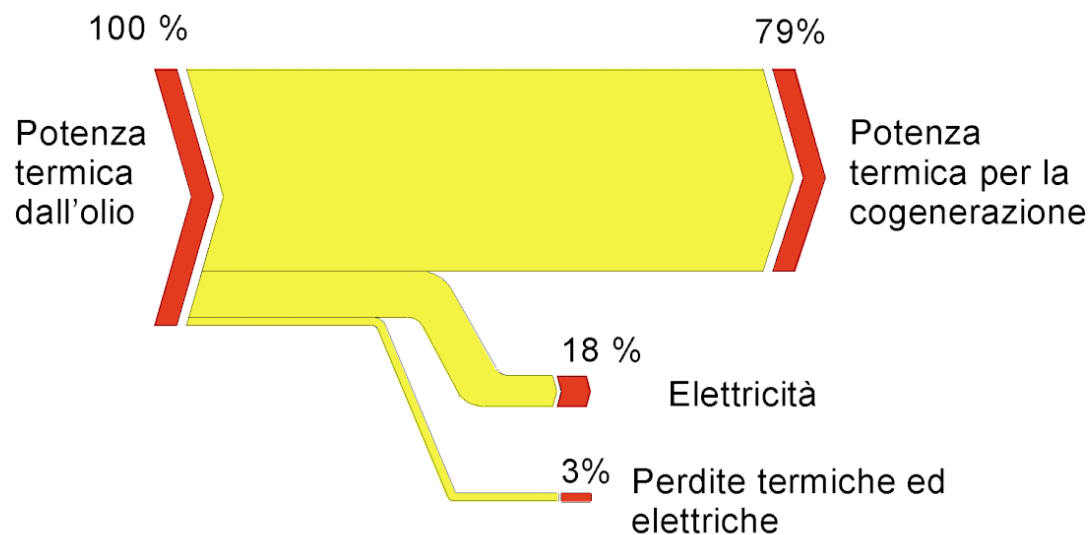


Figura 3: Bilancio energetico di un impianto ORC per cogenerazione a biomassa (temperatura dell'olio diatermico 300-250° C, temperatura dell'acqua di cogenerazione 60-80° C).



Think  
Green

## 7.1 - I RIENTRI DA VENDITA DELL'ENERGIA TERMICA

Affinché l'utente sia invogliato all'accensione del contratto di fornitura è necessario che la tariffa risulti almeno pari a quella applicata dagli altri fornitori di energia (sia cioè una tariffa di mercato).

Nel caso specifico per la determinazione della tariffa si è preso a riferimento la fornitura con gas metano e si è assunta una tariffa per la vendita di energia da biomassa pari a quanto costerebbe all'utente la fornitura con gas metano.

Assunto quindi i seguenti parametri di calcolo:

costo medio del gas metano: 0,60 €/m<sup>3</sup>

potere calorifico del gas: 9,6 kWh/m<sup>3</sup>

rendimento di combustione del gas: 0,9

ne deriva un costo a kWh:

costo energia con gas =  $0,60/9,6*0,9 = 0,056$  €/kWh

La tariffa di vendita alle utenze private è stata stimata in 0,050 euro/kWh; in base alla potenzialità degli utenze private da alimentare, considerando la copertura del fabbisogno energetico calcolato sulla base dei parametri del D.P.R. 412/93 con la vendita dell'energia e si ha la seguente situazione:





# Life GreenEnergy



Via Emilia Romagna  
60030 Monsano AN

Tel. 0731 61691  
Fax 0731 6169250

[info@lifegreenenergy.it](mailto:info@lifegreenenergy.it)  
[www.lifegreenenergy.it](http://www.lifegreenenergy.it)