PARTE III

Potenzialità degli interventi per l'uso razionale dell'energia

Capitolo 9 – Settore Residenziale e Produttivo

9 – Introduzione

Una parte consistente di tutta l'energia prodotta viene impiegata nel settore residenziale e tra i diversi usi finali il riscaldamento rappresenta il servizio con il più alto consumo di energia. Di conseguenza il settore residenziale rappresenta un fondamentale punto di partenza per una gestione più razionale ed economica dell'energia e per una più accurata e concreta attenzione a quelli che sono i problemi attuali di inquinamento atmosferico.

Il presente capitolo si prefigge lo scopo di analizzare le caratteristiche energetiche del settore residenziale di diverse realtà territoriali italiane attraverso l'uso congiunto di due strumenti di supporto alle politiche di pianificazione energetica: Mure Territorio e Mure Household, concepito nell'ambito del programma SAVE e dalla D.G. TREN della Comunità Europea.

L'uso combinato dei due strumenti permette, valorizzandone le prestazioni e superandone i limiti intrinseci, di valutare l'impatto di politiche locali[1] per il miglioramento dell'efficienza energetica del settore residenziale, fornendo valutazioni a breve e medio termine sui risparmi energetici conseguibili e sulla relativa convenienza economica.

Infatti Mure Territorio consente di svolgere analisi di impatto di interventi di efficienza energetica a livello di grande dettaglio sia per ciò che concerne la tipologia edilizia interessata che la disaggregazione territoriale. Lo strumento però, essendo basato sui dati del censimento della popolazione italiana, non è aggiornabile se non con cadenza decennale. Inoltre Mure Territorio non permette di impostare scenari previsivi di impatto. Al contrario Mure Household, pur con una minore capacità di disaggregazione dei dati, è facilmente aggiornabile e permette di impostare scenari previsivi di impatto a breve e medio termine.

In pratica quindi, nel presente studio la simulazione dell'impatto di provvedimenti per il miglioramento dell'efficienza energetica sulla Regione Calabria è stata effettuata con Mure Household (MH) sulla base dei dati, opportunamente calibrati e aggiornati, forniti da Mure Territorio (MT).

In questo capitolo, le procedure di calibrazione, aggiornamento e aggregazione dei dati forniti da Mure Territorio per essere utilizzati in MH, come pure i criteri di elaborazione degli scenari di impatto delle politiche, vengono in dettaglio descritti nel seguente paragrafo 9.1, mentre i risultati ottenuti vengono discussi nei paragrafi 9.2 e 9.3. La rassegna degli interventi di uso razionale dell'energia viene conclusa con il paragrafo 9.4 dove fornisce una rapida ma

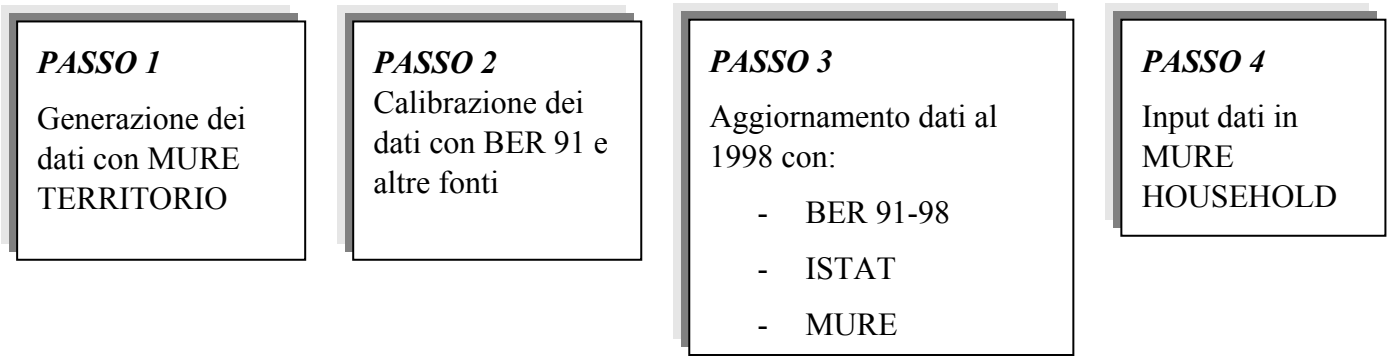
[1] Che le amministrazioni regionali e locali sono tenute a perseguire a norma della legislazione vigente come, ad esempio, l'art. 5 comma 1 e 5 della legge 10/91 e il Decreto Presidenziale DPR 112/98

esauriente analisi sull'uso dei pannelli solari per il riscaldamento dell'acqua sanitaria. Infine, il paragrafo 9.5 fornisce i risultati derivanti dall'applicazione del MURE industria presentando una rassegna dei possibili risparmi energetici conseguibili nel settore dell'industria di questa regione.

9.1 - PROCEDURA PER LA STIMA DELLA DOMANDA DI ENERGIA TERMICA

Sulla base di quanto esposto precedentemente, MT è in grado attualmente di generare la domanda di energia per un dato intorno territoriale aggiornata al 1991 (data dell'ultimo censimento). Tali dati sono ovviamente teorici in quanto basati su stime delle variabili intensive che determinano la domanda unitaria di riscaldamento, quali i rendimenti e i tempi di accensione degli impianti di riscaldamento, i livelli di isolamento termico. Ne consegue che il primo passo per l'utilizzazione di tali valori è la loro calibrazione e validazione in funzione di dati misurati da altre fonti. Una volta calibrati i dati devono poi essere aggiornati all'anno disponibile più recente e quindi opportunamente aggregati per fungere da input in MH. La procedura di calibrazione/aggiornamento è sinteticamente illustrata nella seguente figura 9.1 e descritta in dettaglio nei paragrafi 9.1.1 – 9.1.4.

Fig. 9.41 Sequenza della procedura per la messa a punto dei dati

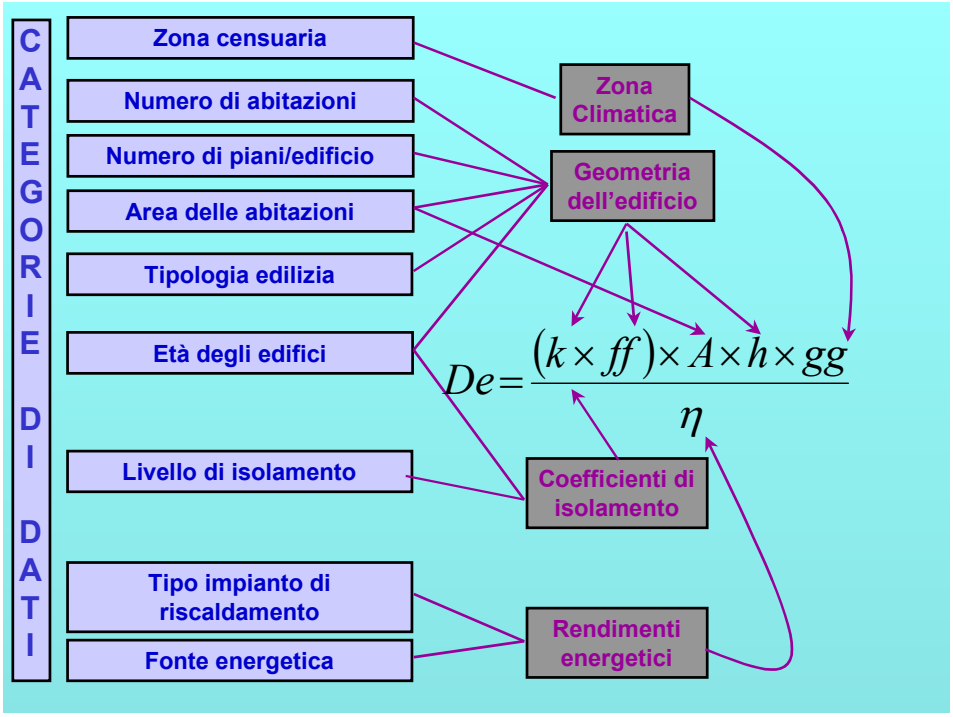


9.1.1 - Generazione – Passo 1

MT fornisce dati di consumo totale e specifico notevolmente dettagliati per tipologia edilizia, età delle abitazioni e fonte energetica utilizzata. Come accennato nell'introduzione di questo capitolo questi dati vengono calcolati sulla base dei dati censuari, che forniscono le grandezze estensive e strutturali del parco abitativo italiano all'epoca del censimento, e da parametri tecnici quali i rendimenti energetici degli impianti di riscaldamento, le ore di accensione, i coefficienti di isolamento. La figura 9.2 mostra come tali variabili interagiscono nella formula utilizzata per il calcolo della domanda di energia. La tabella 9.1 fornisce poi la classificazione operata da MT sul parco delle abitazioni in funzione dell'età (4 categorie), la tipologia edilizia (9 categorie) degli edifici in cui sono localizzate e il tipo di impianto termico

utilizzato per fonte energetica (9 categorie). La combinazione delle 4 x 9 x 9 = 324 categorie fornisce il massimo livello di disaggregazione rispetto il quale viene calcolata la domanda di energia applicando la funzione mostrata in figura 9.2.

Fig. 9.42 Le principali variabili utilizzate in MT per il calcolo della domanda di energia di riscaldamento degli edifici residenziali



Legenda: De: domanda di energia

K coefficiente di isolamento termico (edificio)

ff fattore di forma

A area dell'abitazione

h altezza dell'abitazione

gg gradi giorno

η rendimento energetico degli impianti

Tab. 9.41 Classificazione delle abitazioni in Mure Territorio

Denominazione per classe d'età	Denominazione per tipo di fonte	Denominazione per tipologia abitativa
Vecchie (1919 – 1945)	Liquido Centralizzato	Mono-bifamiliare bassa
Vecchie dopo guerra (1946 – 1960)	Liquido Autonomo	Mono-bifamiliare alta
Intermedie (1961 – 1981)	Liquido Apparecchi singoli	Palazzo alto
Nuove (dopo il 1981)	Solido Centralizzato	Torre
	Solido Apparecchi singoli	Schiera bassa
	Gassoso Centralizzato	Schiera alta
	Gassoso Autonomo	Palazzo basso
	Gassoso Apparecchi singoli	Blocco basso
	Elettrico Apparecchi singoli	Blocco alto

9.1.2 Calibrazione – Passo 2

La calibrazione è stata effettuata modificando opportunamente i dati di rendimento e le ore di accensione degli impianti di riscaldamento in funzione dei dati forniti dal BER 1991. E' importante notare a questo proposito che i dati BER forniscono i dati dei consumi dei combustibili fossili e dell'energia elettrica consumata dall'intero settore residenziale, includendo tutti gli usi finali di energia, ovvero acqua calda e cucina per il gas e gli usi elettrici obbligati per l'energia elettrica. Per procedere alla calibrazione è stato quindi necessario depurare i dati BER dei consumi non attinenti il solo riscaldamento. A tal fine si sono adottati i seguenti criteri:

- è stata esclusa dalla procedura di calibrazione l'energia elettrica, sia perché poco influente rispetto il totale dell'energia termica consumata nel riscaldamento sia perché si ritiene che i dati forniti da MT per questa fonte siano relativamente affidabili (perlomeno per ciò che si riferisce al rendimento dei radiatori elettrici);
- si è considerato che la totalità del gasolio e dei combustibili solidi[2] venduti siano stati utilizzati per il riscaldamento degli ambienti;

[2] Occorre sottolineare che i dati relativi alla vendita di combustibile solido, specie per ciò che attiene alla legna, sono alquanto sottostimati nei BER per l'oggettiva difficoltà di recensire l'effettivo consumo di biomassa per il riscaldamento. Questa carenza di informazioni è stata compensata utilizzando i risultati del rapporto tecnico

- si è considerato che il 20% del consumo di gas metano sia da attribuire al riscaldamento dell'acqua calda sanitaria e agli usi di cucina.

Sulla base di queste impostazioni i dati forniti da MT sono stati calibrati modificando il rendimento globale medio stagionale degli impianti termici, che è dato dalla relazione:

$$\eta g(j) = a + [b * \log(Pn_Media)]$$

e le ore di accensione delle abitazioni riscaldate mediante energia elettrica e combustibili solidi. Per ciò che riguarda questa modifica si è cercato di tenere in conto che, spesso, le abitazioni riscaldate con stufe elettriche o a legna o con camini difficilmente riscaldano tutti gli ambienti. Poiché in MT non è possibile modificare esogenamente il volume riscaldato, si è simulato il riscaldamento parziale degli ambienti intervenendo sul parametro relativo alle ore di funzionamento (in pratica l'80% del volume riscaldato è stato reso equivalente all'80% delle ore totali di riscaldamento rispetto le direttive di legge). Questa modifica ha interessato nella stessa misura tutte le entità territoriali studiate.

Nella tabella 9.2 sono indicati i coefficienti assunti per il calcolo dell'efficienza media e la percentuale di ore di accensione degli impianti di riscaldamento, i cui valori sono stati calibrati in funzione dei consumi di energia forniti dal BER 91[3].

realizzato dall'Enea su "I consumi energetici di Biomasse nel settore residenziale in Italia nel 1999". I dati derivano da una indagine campionaria sulle famiglie italiane a livello nazionale ma il documento ha prodotto una interessante ripartizione anche a livello regionale. In questo modo è stato possibile integrare i dati forniti dai BER con i dati desunti da questa indagine realizzata nel 1999 e con quelli di una precedente inchiesta effettuata nel 1997, ottenendo così una fotografia del fenomeno energetico regionale più esatta e con una maggiore significatività della ripartizione dei consumi energetici per tipologia di fonte. Tecnicamente è stato utilizzato il saggio di incremento medio annuo tra i consumi del 1997 e quelli del 1999 per aggiornare il consumo di biomassa del 1998.

[3] Come specificato nella nota precedente, per ciò che riguarda le biomasse i dati presi in considerazione provengono dall'Indagine campionaria sulle Biomasse (ENEA 2000) che a nostro parere fornisce informazioni molto più accurate e attendibili dei BER.

Tab. 9.42 Parametri tecnici per tipologia di impianto

COEFFICIENTI DI RENDIMENTO MEDIO

	Termine costante "a"				Coeff. Logarit. "b"	Percentuale ore di accensione			
	Veneto	Calabria	Bari	Benevento	Tutte	Veneto	Calabria	Bari	Benevento
Liquido centralizzato	68%	65%	65%	65%	2	100%	100%	100%	100%
Liquido autonomo	63%	60%	60%	60%	1	100%	100%	100%	100%
Liquido apparecchi singoli	60%	53%	53%	53%	1	100%	100%	100%	100%
Solido centralizzato	50%	45%	45%	45%	2	80%	85%	80%	80%
Solido apparecchi singoli	40%	40%	40%	40%	1	80%	85%	80%	80%
Gassoso centralizzato	72%	65%	65%	65%	2	100%	100%	100%	100%
Gassoso autonomo	66%	63%	63%	63%	1	100%	100%	100%	100%
Gassoso apparecchi singoli	65%	65%	65%	65%	1	100%	100%	100%	100%
Elettrico apparecchi singoli	95%	95%	95%	95%	1	85%	70%	70%	70%

9.1.3 Aggiornamento – Passo 3

In questa fase i dati forniti da MT, calibrati secondo i criteri sopra enunciati, sono stati aggiornati al 1998 (ultimi dati BER disponibili). I dati di partenza sono:

- la serie storica delle abitazioni in fabbricati di nuova costruzione (ISTAT)
- la serie storica dei dati BER 1991 - 1998
- i dati forniti da MT al 1991.

L'obiettivo di arrivo è quello di ottenere la ripartizione del parco abitativo e dei consumi per età e per fonte al 1998 per poter inserire tali dati in MH.

La procedura di aggiornamento seguita è stata quindi la seguente:

a. si è stimata la crescita del parco abitativo per classe di età sulla base del numero di nuove abitazioni costruite nel periodo 1991 – 1998 (cfr. punto a) e si sono calcolati i relativi consumi energetici sulla base dei consumi unitari forniti da MT al 1991 (che si considerano invarianti);
b. si è analizzata la variazione dei consumi per fonte nel periodo 1991 – 1998 in funzione dei dati forniti dai BER[4] ***depurati dall'effetto clima***[5] e si è applicata tale variazione ai dati 1991 forniti da MT;
c. si è calcolata la nuova ripartizione del parco abitativo per fonte al 1998 utilizzando i consumi unitari per fonte forniti da MT
d. il totale delle abitazioni così ottenuto è stato ricalibrato in funzione del totale calcolato al punto a. In pratica:
    - le abitazioni utilizzanti energia elettrica sono state fatte aumentare del tasso di crescita delle nuove abitazioni fornito dell'ISTAT
    - le abitazioni utilizzanti gasolio, gas metano e combustibili solidi sono variate in funzione della percentuale di variazione per fonte fornita dai dati BER e tali che la somma delle abitazioni per fonte coincidesse con quella calcolata per età.

In conclusione si è considerato che la sostituzione di fonte energetica abbia interessato le sole abitazioni alimentate da combustibili liquidi e solidi e non quelle utilizzanti energia elettrica. Questa fonte viene infatti utilizzata nelle zone ancora non raggiunte dal metano o, data la praticità degli apparati di riscaldamento, nelle seconde case specie se in climi non freddi.

---

[4] Dal calcolo si è esclusa l'energia elettrica in quanto i consumi relativi agli usi elettrici obbligati sono preponderanti rispetto quelli relativi al solo riscaldamento è non è possibile stimarne la variazione relativa.

[5] Al fine di valutare la diversa situazione climatica delle varie entità territoriali analizzate si è proceduto ad una depurazione dei consumi energetici dall'effetto clima. La procedura si basa sul calcolo dei gradi giorno mensili di ogni regione considerando i mesi da dicembre ad aprile. I passi seguiti sono:

1. calcolo dei G.G. mensili delle città capoluogo di ogni regione a partire dall'anno 1984 disponibili sulle "Statistiche Metereologiche" pubblicate dall'Istat;
2. verifica dei G.G. di tutti i comuni delle regioni in esame disponibili per l'anno censuario 1991;
3. stima dei G.G. mensili, uguali a:
    - (18°C–Temperatura media mensile)* numero dei giorni del mese; se la temperatura media è inferiore ai 18°C
    - 0; se la temperatura media è superiore ai 18°C;
4. riproporzionamento dei valori ottenuti al passo precedente con il coefficiente dato dal rapporto tra il valor medio dei G.G. di tutti i comuni al 1991 e i G.G. del comune capoluogo nell'anno x, dove l'anno x indica l'anno in cui il valore dei gradi giorno è più vicino al valor medio calcolato;
5. stima dei G.G. normalizzati mediante una media mobile decennale.

a. stima del nuovo parco abitativo per classe d'età (1991-1998), secondo i dati ISTAT:

Stock di abitazioni di vecchia costruzione:

le abitazioni decrescono dal 1991 secondo il tasso di demolizione medio annuo stimato (ISTAT)

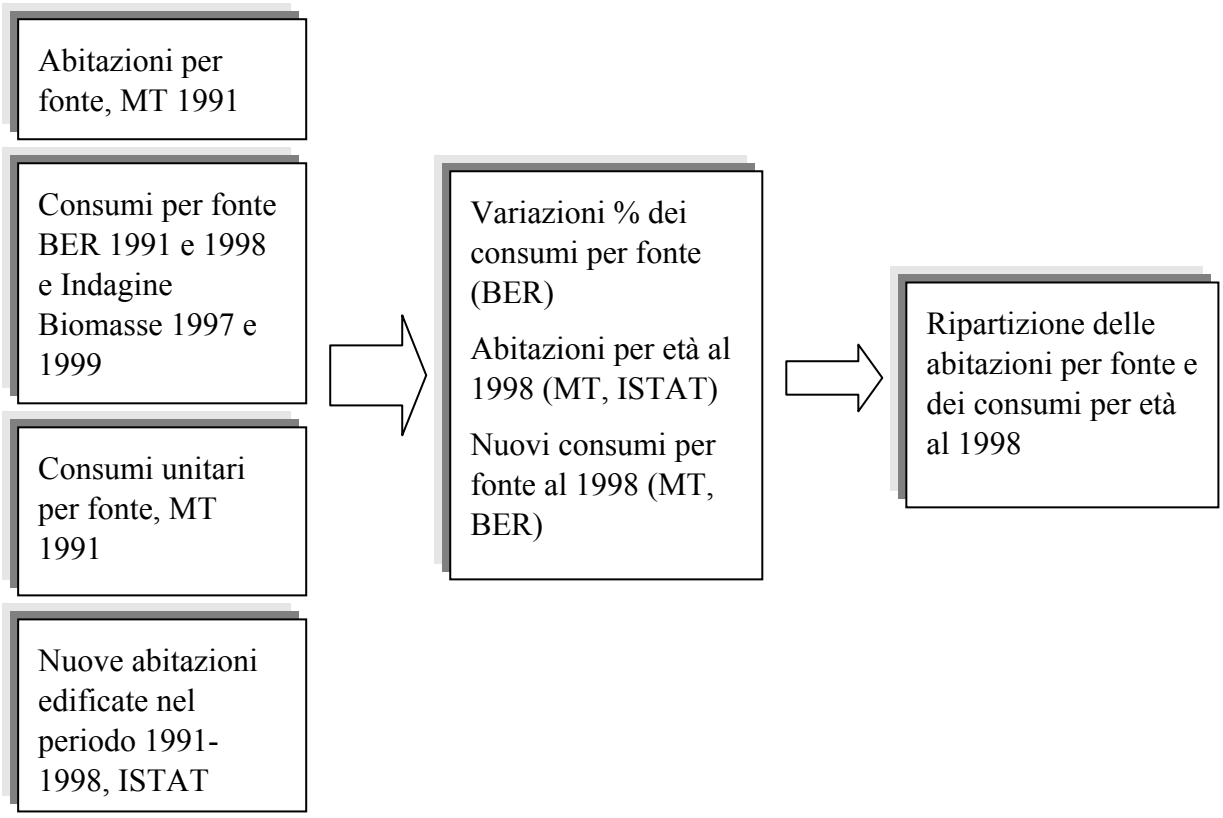
Stock di abitazioni intermedie:

si mantiene uguale al dato censuario del 1991

Stock di abitazioni di nuova costruzione:

si calcola utilizzando la serie relativa alle abitazioni in fabbricati residenziali di nuova costruzione (ISTAT)

b. Stima del parco abitativo e dei consumi per fonte nel 1998:



9.1.4 Inserimento – Passo 4

I dati ottenuti nella fase precedente sono stati infine ripartiti per tipologia abitativa e inseriti in Mure Household. I dati di partenza sono:

- parco e consumi energetici delle abitazioni al 1998 ripartiti per classe di età e per fonte;
- parco e consumi energetici per tipologia abitativa, fonte ed età al 1991 (MT);
- consumi unitari per tipologia abitativa, fonte ed età al 1991 (MT).

L'obiettivo è stato quello di ripartire questi dati in funzione delle tipologie abitative previste da MH.

Come visto nel paragrafo 9.1.1 (Tab. 9.1) MT suddivide il parco abitativo in 9 tipologie di edifici mentre MH ne prevede solamente due: edifici multifamiliari e mono/bi familiari. Per ripartire i dati elaborati nel passo 3 in queste due categorie di edifici si è quindi proceduto come segue:

- si è suddiviso il parco delle abitazioni per età e per fonte al 1998 secondo la ripartizione fornita da MT (si considera quindi invariante la struttura del parco per tipologia di edificio);
- si sono calcolati i relativi consumi di energia per fonte, età e tipologia utilizzando i corrispondenti consumi unitari forniti da MT (opportunamente mediati in funzione delle aggregazioni per età, fonte e tipologia richieste da MH).

Tab. 9.43 Ripartizione delle categorie degli edifici in Mure T e Mure H

<table>
<tr><th colspan="2">Denominazione per classe d'età</th><th colspan="2">Denominazione per tipo di fonte</th><th colspan="2">Denominazione per tipologia abitativa</th></tr>
<tr><td>MURE T</td><td>MURE H</td><td>MURE T</td><td>MURE H</td><td>MURE T</td><td>MURE H</td></tr>
<tr><td>Vecchie (1919 – 1945)
Vecchie dopo guerra (1946 – 1960)</td><td rowspan="2">Vecchie</td><td>Liquido Centralizzato
Liquido Autonomo</td><td rowspan="3">Liquido</td><td>Mono-bifamiliare bassa
Mono-bifamiliare alta</td><td>Mono/bi familiari</td></tr>
<tr><td>Intermedie (1961 – 1981)</td><td>Intermedie</td><td>Liquido Apparecchi singoli</td><td rowspan="6">Palazzo alto
Torre
Schiera bassa
Schiera alta
Palazzo basso
Blocco basso
Blocco alto</td><td rowspan="6">Plurifamiliari</td></tr>
<tr><td>Nuove (dopo il 1981)</td><td>Nuove</td><td>Solido Centralizzato
Solido Apparecchi singoli</td><td rowspan="2">Solido</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3"></td><td>Gassoso Centralizzato
Gassoso Autonomo
Gassoso Apparecchi singoli</td><td rowspan="2">Gassoso</td></tr>
<tr><td>Elettrico Apparecchi singoli</td><td>Elettrico</td></tr>
</table>

9.2 DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE DI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO

9.2.1 Configurazione dei parametri tecnici per la simulazione

I parametri tecnici utilizzati da MH per l'esercizio della simulazione, ovvero i rendimenti degli impianti di riscaldamento, i coefficienti di isolamento e i prezzi dell'energia e dei materiali o degli impianti sono stati impostati e aggiornati sulla base dei dati forniti da MT. In primo luogo è stato necessario aggiornare all'anno 2000 i prezzi delle fonti energetiche e i costi dei materiali edili impiegati negli interventi di isolamento e quelli degli impianti di riscaldamento. Per ciò che riguarda i prezzi si è proceduto come segue:

a) prezzo dell'energia:

- Termica: il prezzo medio annuo dell'energia termica è stato stimato mediante una media aritmetica ponderata del prezzo al consumo del gas naturale per uso civile e del prezzo al consumo del gasolio da riscaldamento per uso civile (fonte ENEA), con pesi uguali ai rispettivi consumi energetici nel settore residenziale del territorio in esame. Il prezzo finale risultante è di poco inferiore agli 800 euro/tep.
- Elettrica: il prezzo dell'energia elettrica (fonte ENEL) per uso civile è stato fissato pari a 0,15 euro/kWh con riferimento ai consumi medi delle famiglie italiane (2.500-3.000 kWh/anno).

b) prezzi dei materiali edili:

L'aggiornamento dei costi d'intervento sia sugli impianti di riscaldamento sia per opere di isolamento dell'involucro è stato effettuato utilizzando "*L'Indice del costo di costruzione di un fabbricato residenziale"* per gruppo e categoria relativo al 2000. L'indicatore è calcolato dall'ISTAT con cadenza trimestrale; le voci che vengono rilevate, in particolare, sono i costi per la mano d'opera, i materiali, per i trasporti e i noli necessari alla costruzione di un fabbricato residenziale. La suddivisione in gruppi ha consentito di utilizzare "*L'Indice di costo delle apparecchiature termiche"* per stimare il prezzo degli impianti di riscaldamento all'anno 2000, e "*L'indice di costo di impermeabilizzazione e isolamento termico"* per stimare il prezzo degli interventi di coibentazione con materiale isolante.

I coefficienti di isolamento sono stati direttamente importati da MT mentre il rendimento medio degli impianti di riscaldamento per tipo di combustibile è stata calcolato mediante una media aritmetica ponderata dei rendimenti medi per tipo di impianto dedotti da Mure Territorio con pesi uguali agli stock di abitazioni associati alla tipologia d'impianto.

Tab. 9.44 Valori di conducibilità e prezzi[6] di alcuni interventi di isolamento degli edifici

	Interventi	Conducibilità Termica (W/m^2K)	Spessore (cm)	Costi Fissi (EUR/m^2)	Costi Variabili ($EUR/cm\ m^2$)
Solaio	Estradosso	4,70	6,00	33,69	1,35
Tetto Piano	Estradosso	4,20	6,00	37,69	1,99
	Intradosso	5,30	6,00	21,65	1,99
Tetti a falda	Estradosso sotto il manto	4,20	12,00	34,18	0,42
	Intradosso	5,40	12,00	20,51	0,42
	Estradosso sottotetto non praticabile	5,30	12,00	8,42	0,42
Pareti Opache	Cappotto esterno	4,20	6,00	34,20	1,35
	Insufflazione isolante	8,00	10,00	11,39	0,33
	Cappotto interno	5,80	8,00	18,22	1,35
	Intonaco	14,00	4,00	21,65	5,69
Vetri	Sostituzione con doppio vetro	3,50	0,00	99,45	0,00

Tutti i parametri tecnici inclusi in Mure Household sono tali da rispettare le normative vigenti per l'uso razionale di energia in disposizione alle quali tutti devono attenersi: il rendimento dei nuovi impianti risulta a norma di legge D.P.R. 660 del 15/11/1996.

c) <u>dei prezzi degli impianti di riscaldamento:</u>

Per ciò che riguarda il costo degli impianti di riscaldamento si assume un valore medio degli impianti autonomi (gas, liquido) di 1.600 euro per appartamento e di 23.000 euro per edificio.[7]

Per il costo dei pannelli solari (per il riscaldamento dell'acqua sanitaria) si è assunto un valore medio di 650 euro al m2, comprensivo di serbatoio di accumulo e montaggio mentre per la

[6] I valori assunti indicano tipologie medie di riferimento.

[7] L'edificio collettivo in Mure Household è un palazzo di 16 appartamenti disposti su 4 piani.

pompa di calore (impianti mult-split con converter per riscaldamento invernale e raffrescamento estivo) si è assunto un valore medio di 2.600 euro per appartamento (e di 41.600 euro [2.600 x 16] per le applicazione effettuate negli edifici collettivi).

Tab. 9.45 Efficienza media degli Impianti di riscaldamento per tipo di combustibile

	Regione Calabria	
Fonte	Iniziale[8]	Nuova[9]
Combustibile solido	40%	44%
Combustibile liquido	62%	80%
Combustibile gassoso	64%	85%
Energia elettrica	95%	95%

9.2.2 Definizione dello scenario "Business As Usual" (BAU)

Per la valutazione in prospettiva delle politiche di miglioramento dell'efficienza energetica è stato necessario definire uno scenario di riferimento in cui l'andamento dei consumi di energia è determinato dal mercato e dalle politiche preesistenti all'anno di riferimento, ma non da nuovi interventi.

In tale contesto si prevede che gli impianti termici vengano rinnovati a fine vita e che la sostituzione dei combustibili fossili segua il trend degli anni passati. A tal proposito è opportuno notare che ormai in Italia il processo di metanizzazione ha terminato la sua fase iniziale di rapida penetrazione e sta probabilmente raggiungendo il suo punto di saturazione, sia pur con dinamiche diverse in funzione del contesto territoriale esaminato. Due sono quindi gli interventi impostati nello scenario BAU:

- Manutenzione/sostituzione degli impianti;
- Sostituzione dei combustibili.

9.2.2.1 Simulazione dell'intervento di sostituzione degli impianti:

Si procede implementando gli stessi interventi sia sulle abitazioni mono-bifamiliari sia sulle abitazioni plurifamiliari. Tre sono i punti salienti della simulazione:

[8] Valori esistenti degli impianti di riscaldamento riportati in MT.

[9] Efficienza media del nuovo impianto.

1. Scelta degli interventi:

Le operazioni vagliate nello scenario BAU sono state:

- manutenzione per gli impianti a combustibile solido (si suppone che al momento della sostituzione non si scelga la stessa tipologia di impianto ma si opti per impianti a gas) ;
- rinnovo a fine vita degli impianti a combustibili liquido e gassoso (sostituzione con impianti dello stesso tipo);

La vita media degli impianti con combustibile gassoso è stata ottenuta come valor medio della vita media di un impianto autonomo e di quella di un impianto centralizzato con pesi proporzionali agli stock di abitazioni per tipo d'impianto corrispondenti. Dato il tasso di sostituzione degli impianti si calcola la penetrazione complessiva dell'intervento sullo stock di abitazioni.

2. Assegnazione del tasso di penetrazione:

Il tasso di penetrazione è funzione della vita media degli impianti ed è supposto costante per ogni passo di scenario e tale da garantire la copertura totale a fine periodo di tutto lo stock di abitazioni soggetto all'intervento.

9.2.2.2 Simulazione dell'intervento di sostituzione dei combustibili:

Sinteticamente i passi seguiti sono:

1. Stima del parco edilizio

Il passo iniziale prevede la stima della ripartizione per fonte dello stock di abitazioni all'anno 2008[10]; le ipotesi assunte per stimare tale ripartizione sono le seguenti:

- energia elettrica: le abitazioni crescono secondo il tasso di crescita stimato tra il 1998 e il 2008;
- combustibile gassoso: le abitazioni con impianto a gas continuano a crescere sia pur con un ritmo di crescita meno elevato di quello riscontrato tra il dato censuario (1991) e il dato di riferimento (1998). In pratica si stima che, a partire dalla fine dello scorso decennio, la curva di penetrazione del gas si collochi nella porzione superiore della sua logistica di crescita;
- combustibile solido: le abitazioni si mantengono pressoché costanti nei dieci anni considerati (nessuna nuova abitazione usa combustibile solido);
- combustibile liquido: la percentuale di abitazioni viene ottenuta come differenziale.

2. Scelta degli interventi:

Gli interventi da effettuare sono:

- sostituzione dei combustibili solidi con il gas metano;
- sostituzione del gasolio da riscaldamento con il gas metano.

E' importante notare a questo punto che nella sostituzione da combustibile solido a metano si incrementa generalmente il volume riscaldato in quanto si passa da impianti singoli o

[10] Si è considerato un periodo di tempo di 10 anni a partire dagli ultimi dati disponibili dai BER (1998)

per stanza a impianti autonomi o centralizzati con caloriferi diffusi in tutto l'appartamento. La corrispondente maggior domanda di riscaldamento viene simulata mediante un aumento delle ore di esercizio.

3. Percentuale di stock sostituito:

Data la penetrazione complessiva del combustibile gassoso si calcolano le percentuali di abitazioni con impianti a combustibile sia liquido che solido.

4. Assegnazione del tasso di penetrazione:

Il tasso di penetrazione, per ognuno degli interventi di sostituzione delle fonti, è supposto costante per ogni passo di scenario e tale da garantire la copertura totale al 2008 di tutto lo stock di abitazioni soggetto all'intervento.

E' opportuno notare che l'andamento dei consumi di energia dello scenario BAU è stato calcolato con riferimento ad una *base-line* in cui l'evoluzione dei consumi è fatta dipendere dalla sola crescita del parco abitativo (ovvero mantenendo costanti e uguali all'anno di riferimento i consumi unitari delle abitazioni). In pratica il modello calcola l'andamento dei consumi dello scenario BAU applicando ad ogni passo di scenario della *base-line* le ipotesi di rinnovo degli impianti di riscaldamento e di penetrazione del gas metano descritte precedentemente.

9.2.3 Impostazione degli scenari di intervento di risparmio energetico

9.2.3.1 Scenari per la messa in opera di interventi di isolamento, sostituzione anticipata della caldaia e installazione di pannelli solari

Le simulazioni che verranno di seguito proposte si pongono l'obiettivo di valutare il potenziale di risparmio energetico conseguibile attraverso l'introduzione di provvedimenti per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici residenziali. Gli interventi di uso razionale dell'energia previsti sono:

1. l'isolamento dell'involucro al fine di migliorare i parametri tecnici e i coefficienti di dispersione termica dei vari componenti dell'edificio;
2. la sostituzione anticipata della caldaia rispetto la fine vita dell'impianto;
3. la sostituzione dell'impianto termico tradizionale con la pompa di calore;
4. l'installazione di pannelli solari (per il solo riscaldamento dell'acqua sanitaria)

Per la stima della penetrazione nel parco abitativo di tali interventi si sono ipotizzati, per i primi due interventi e per il quarto, due scenari di diffusione, il primo imperniato su un approccio di *sensibilizzazione* ed il secondo basato su un criterio di *incentivazione economica*. Lo scenario di diffusione della pompa di calore è stato invece impostato in base ad altri criteri come viene meglio descritto nel seguente paragrafo.

Il parco potenzialmente coinvolto in funzione dei due scenari sopra menzionati, è stato calcolato in base a criteri di convenienza economica:

- senza alcun supporto economico da parte dell'ente locale o della regione nel caso della sensibilizzazione
- in presenza di un meccanismo di finanziamento pubblico nel caso, appunto, dell'incentivazione economica

La tabella seguente mostra come i tre interventi di isolamento, sostituzione della caldaia e installazione di pannelli solari sono stati distribuiti in funzione dei due scenari:

Scenario di sensibilizzazione	*Scenario di incentivazione*
Interventi sull'isolamento dell'involucro	interventi sull'isolamento dell'involucro
Interventi di sostituzione anticipata rispetto la fine vita degli impianti termici;	
	Installazione di pannelli solari

Gli scenari di intervento come pure le valutazioni di impatto della pompa di calore sono stati elaborati mediante due passaggi di analisi in ciascuno dei quali viene seguito uno specifico criterio di calcolo:

1. Valutazione della convenienza economica attraverso l'uso dello strumento Mure Territorio;
2. Valutazione del potenziale di risparmio energetico impiegando lo strumento Mure Household.

9.2.3.2 Scenari per l'installazione della pompa di calore

Il potenziale di energia risparmiabile a seguito dell'intervento di installazione della pompa di calore è stato simulato sulla base di due differenti approcci:

1. in base alla convenienza economica basata sull'ipotesi di sostituzione dell'impianto termico tradizionale con la pompa di calore;
2. in base al reddito familiare nel caso di installazione di impianti combinati caldo-freddo.

Infatti, si ritiene che difficilmente tali apparecchiature possano godere di una qualche forma di incentivazione dato che i vantaggi ottenibili in termini di emissioni e di energia primaria sono assai modesti.

Queste due ipotesi, cui corrispondono criteri di implementazione e tassi di possibile diffusione della pompa di calore alquanto differenti, non sono in realtà alternative, infatti possono coesistere entrambe nel mercato, ma sono state calcolate separatamente per motivi di schematizzazione. Nel caso della pura convenienza economica si considera infatti che la motivazione all'acquisto sia quella di sostituzione dell'impianto termico tradizionale con pompa di calore, indipendentemente dal fatto che questa funga anche da climatizzatore estivo. Ciò consente di estendere il calcolo della convenienza economica anche alle fasce climatiche più fredde (in ogni modo non oltre la E) anche se, in questo caso, andrebbe considerata anche una integrazione con il riscaldamento di tipo tradizionale.

Nel secondo caso la scelta all'acquisto è motivata da sole esigenze di benessere estivo e viene quindi ipotizzata l'installazione di impianti combinati caldo-freddo. In tal caso il potenziale di risparmio energetico conseguente alla sostituzione dell'impianto termico tradizionale[11] è stato

[11] Il risparmio di energia conseguibile dall'uso invernale di impianti combinati viene ovviamente, almeno in parte, vanificato durante il periodo estivo ma, considerando che l'acquisto è motivato da esigenze di raffrescamento del clima nei mesi caldi, tale maggior consumo vi sarebbe comunque. Tanto vale quindi "limitare i danni" e installare impianti energeticamente più efficaci come quelli combinati.

valutato in base a considerazioni di reddito familiare, indipendentemente da valutazioni di ritorno economico. Si è fatto così riferimento alla distribuzione delle famiglie per classi di reddito, proposta nell'Indagine sui bilanci delle famiglie italiane nell'anno 2000 pubblicata dalla Banca d'Italia. Se si prendono in considerazione le sole famiglie con reddito annuo superiore ai 35.000 euro, ovvero quelle che in prima analisi si possono permettere l'acquisto (e la gestione) della pompa di calore, queste sono distribuite come segue:

- il 27% nel Nord
- il 22% nel Centro
- l'11% nel Sud

Infine, per ciò che riguarda la distribuzione di questo tipo di impianti per fascia climatica, si è stabilito di prendere in considerazione la popolazione risiedente nelle sole fasce B, C e D (la fascia A non è presente negli ambiti territoriali analizzati), escludendo così le fasce più fredde E ed F per le quali si ritiene che l'uso del condizionamento estivo sia assai limitato.

In sintesi i due scenari di calcolo si differenziano come segue:

	Fasce climatiche considerate	Altri criteri
Convenienza economica	B, C, D, E	Ulteriore analisi della convenienza economica per la fasce D ed E nel caso di integrazione con impianti tradizionali
Reddito	B, C, D	nessuno

9.2.3.3 Criteri adottati per la valutazione della penetrazione degli interventi nel caso degli scenari di convenienza economica

Per la valutazione della convenienza economica si è utilizzato MT in quanto consente di effettuare simulazioni di intervento per fascia climatica. Si è consapevoli che i dati di MT non sono aggiornati ma si ritiene che limitando l'analisi all'individuazione della convenienza economica dell'intervento si commetta un errore assolutamente accettabile.

L'approccio seguito è stato il seguente:

- individuazione dell'intervento da simulare;
- elaborazione del numero di abitazioni per le quali tale intervento risulta essere conveniente.

Come detto gli interventi hanno riguardato l'isolamento degli edifici e la sostituzione degli impianti di riscaldamento. Gli interventi di isolamento considerati sono stati:

- interventi sulle pareti opache verticali
- interventi sulle superfici vetrate
- interventi sul tetto piano
- interventi sul tetto a falde

Il criterio economico adottato è stato quello di confrontare il CER o Costo dell'Energia Risparmiata con il prezzo dell'energia della fonte utilizzata nell'abitazione considerata.

L'intervento risulta conveniente se il CER è minore del prezzo dell'energia. Si ricorda che il CER è dato dal rapporto tra l'investimento annualizzato in funzione della vita dell'intervento stesso e il risparmio di energia conseguito (il numeratore è praticamente uguale alla rata di restituzione di un capitale ove il capitale è l'investimento effettuato).

Il risultato di queste elaborazioni è il numero di abitazioni per fascia climatica per le quali l'intervento ipotizzato risulta essere conveniente, dati i prezzi attuali delle fonti energetiche. Tale numero fornisce la penetrazione massima di questi interventi nel parco abitativo e nell'intervallo di tempo considerato.

Il calcolo del CER per la pompa di calore è stato effettuato con modalità differente da quella applicata agli interventi sopra descritti. Infatti, mentre per tali interventi questo indicatore era calcolato come il rapporto tra il costo annuale dell'investimento (rispetto la vita media dell'intervento) ed il valore dell'energia risparmiata, nel caso della pompa di calore al numeratore, ovvero al valore annualizzato dell'investimento, viene aggiunto il costo annuo del consumo di energia elettrica di questa macchina. È bene ricordare che la pompa di calore è una macchina alimentata ad energia elettrica quindi il suo consumo deve essere rapportato ai costi della suddetta fonte: la potenza media della pompa di calore varia dai 2 kW a 4 kW per cui, per il suo esercizio, occorre considerare di aumentare la potenza della fornitura elettrica dai 3 kW standard ad almeno 6 kW (con conseguente variazione del contratto e delle tariffe per la fornitura di energia elettrica che passa da 0,15 €/kWh a 0,26 €/kWh[12]).

9.2.3.4 Valutazione del potenziale di risparmio energetico

a. Interventi sull'involucro

Gli stessi interventi ipotizzati in Mure Territorio per la fase di valutazione della convenienza economica sono stati replicati in Mure Household: i provvedimenti adottati per la ristrutturazione del parco abitativo hanno interessato abitazioni mono-bi familiari e pluri-familiari con diversi tipi di intervento anche in relazione alla diversa tipologia dell'impianto termico.

La selezione delle abitazioni sulle quali intervenire ha riguardato abitazioni vecchie ed intermedie, mentre non sono state prese in considerazione le nuove abitazioni in quanto si presume che già rispettino gli standard edilizi in vigore dopo il 1981.

[12] In realtà la tarriffazione elettrica del settore domestico è in procinto di cambiare e, a breve, sarà possibile installare contatori tarati sino a 6 kW ed usufruire di livelli tariffari differenti a seconda delle fasce orarie di uso (più elevato durante il giorno e agevolato la notte e durante i giorni festivi). In tal caso potrebbero essere favorita la diffusione di impianti di pompa di calore con sistemi di accumulo notturno.

Tab. 9.46 Parametri tecnici e prezzi di alcuni interventi di isolamento degli edifici

Descrizione interventi di isolamento dell'involucro	***Conducibilità Termica ($W/m^2°k$)***	***Spessori Ottimali (cm)***	***Coefficiente K***	***Costi Fissi (EUR/m^2)***	***Costi Variabili ($EUR/cm\ m^2$)***
SOLAIO					
Estradosso	4,7	6	1,81	33,69	1,35
TETTO					
Estradosso (tetto piano)	4,2	6	1,37	37,69	1,99
Intradosso (tetto piano)	5,3	6	1,38	21,65	1,99
Estradosso (tetto a falda)	4,2	12	1,35	34,18	0,42
Intradosso (tetto a falda)	5,4	12	1,36	20,51	0,42
Estradosso sotto tetto non praticabile (tetto a falda)	5,3	12	1,36	8,42	0,42
PARETI OPACHE					
Cappotto interno	5,8	8	1,18	18,22	1,35
Cappotto esterno	4,2	6	1,18	34,2	1,35
Insufflazione isolante	8	10	1,18	11,39	0,33
Intonaco isolante esterno	14	4	1,2	21,65	5,69
VETRI					
Doppio vetro	3,5	0	3,5	99,45	0

b. Interventi di rinnovo degli impianti termici e di sostituzione delle fonti di energia

I passi seguiti per la valutazione d'impatto di interventi sugli impianti termici sono:

- sostituzione del tipo di combustibile: da solido e liquido a gassoso;

- sostituzione degli impianti termici a fine vita;

I tassi di penetrazione di tali interventi sono stati valutati in base a considerazioni sulla vita media degli impianti, nel caso del rinnovo e in base al trend di penetrazione del gas metano, nel caso di sostituzione di fonte energetica.

c. Calcolo dei consumi finali di energia

Per il calcolo dei risultati finali, il risparmio di energia ottenibile dagli interventi di isolamento è stato ottenuto cumulando il loro guadagno unitario allo scenario BAU. A sua volta, i risparmi ottenibili dagli interventi di rinnovo degli impianti e sostituzione dei combustibili sono stati calcolati cumulando i relativi guadagni unitari ai valori di consumo energetico ottenuti a seguito degli intervento di isolamento.

d. Sostituzione degli impianti tradizionali con pompa di calore

Il consumo di energia ed il relativo costo di esercizio della pompa di calore dipendono dalla domanda di energia delle singole abitazioni. I dati necessari per il calcolo del potenziale di risparmio energetico (nel solo periodo invernale, vedi nota 11 a pag. 18) e degli indicatori di convenienza economica sono quindi:

- Consumo di energia iniziale per abitazione
- Domanda di energia per abitazione
- Consumo annuo pompa di calore per abitazione
- Costo di esercizio annuo pompa di calore
- Costo intervento per abitazione
- Risparmio di energia per abitazione

L'efficienza di una pompa di calore si misura attraverso il C.O.P. (Coefficient Of Performance) dato dal rapporto tra l'energia termica resa disponibile e l'energia elettrica spesa per ottenerla; il COP dipende tra l'altro dalle condizioni climatiche ed è tanto maggiore quanto più bassa è la differenza di temperatura tra l'ambiente interno e la sorgente di calore. In genere ha valori prossimi a 3 quando si utilizza l'aria esterna a temperature non inferiori a 4-5° C, in questo contesto è stato calcolato il COP medio stagionale per fascia climatica diminuendo il COP iniziale in proporzione del numero medio di giornate invernali a bassa temperatura per fascia climatica:

	Fascia A	Fascia B	Fascia C	Fascia D	Fascia E
COP medio stagionale per fascia climatica	3,5	3	2,5	2	1,5

9.2.3.5 Criteri adottati per la valutazione della penetrazione degli interventi nel caso degli scenari di incentivazione

Anche per questo criterio di valutazione si è fatto riferimento allo strumento MT implementando, per ogni regione, gli stessi interventi di isolamento previsti nello scenario di sensibilizzazione. L'ipotesi sottostante questo approccio è che il contributo dell'ente pubblico deve far sì da rendere economicamente conveniente l'intervento e quindi deve essere tale da indurre le famiglie ad effettuarlo.

In termini di CER questo vuol dire che il costo dell'intervento totale viene diminuito di una certa quantità *x* tale che:

$$CER * x = \text{prezzo combustibile} \qquad (1)$$

E il contributo pubblico (C) sarà quindi dato da:

$$C = \text{costo intervento} * (1-x) \qquad (2)$$

A questo punto si deduce il numero di abitazioni potenzialmente coinvolte con il solito confronto tra il costo medio dell'energia risparmiata (CER) e prezzo dei combustibili impiegati nelle abitazioni.

Occorre precisare che, nelle simulazioni effettuate, il CER della (1) rappresenta il valore medio di questo indicatore per tutte le abitazioni considerate. Ne consegue che per le abitazioni per le quali il CER è maggiore della media l'intervento risulterà ancora non essere conveniente, pur in presenza del contributo regionale. Naturalmente si sarebbe potuto prendere qualsiasi altro valore del CER (ad esempio il CER massimo) ma si è ritenuto che, in prima analisi, la media potrebbe dare maggiori garanzie in termini di equilibrio tra investimento e benefici attesi.

9.3 LA REGIONE CALABRIA

9.3.1 La struttura del parco edilizio e la domanda di energia termica del settore residenziale nel 1998

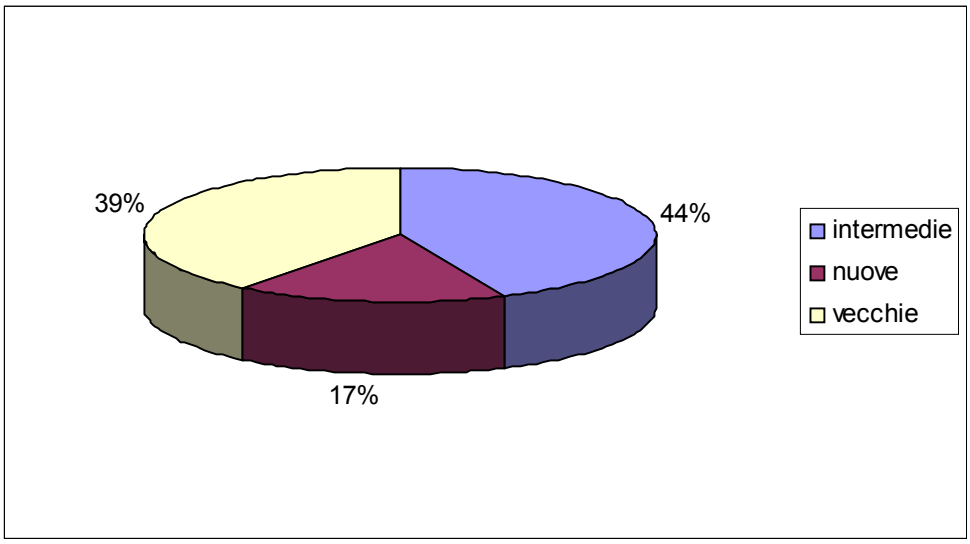
Nel 1998, considerando che la popolazione nella Regione Calabria risultava pari a 2.064.718 abitanti (pari a 713.881 famiglie) secondo le ultime rilevazioni ISTAT, e applicando la procedura descritta nel par. 2.1.3 si ottiene che le abitazioni ad uso residenziale riscaldate stimate ammontano a 522.819 e il totale dei consumi energetici è uguale a 392.665 tep con un consumo unitario pari a 0,75 tep/abitazione.

Considerando la ripartizione del parco edilizio rispetto alla classe d'età delle costruzioni si osserva che: il 39% risale ad abitazioni costruite prima del 1960, il 44% al periodo tra il 1961 e il 1981, ed il restante 17% a case edificate dal 1982 in poi (Tab.3-1).

Tab. 9.4 Stima del parco delle abitazioni per classe d'età

Abitazioni per classe d'età	1991	1998
Abitazioni intermedie	226.054	226.054
Abitazioni nuove	52.918	90.809
Abitazioni vecchie	208.863	205.956
Totale stock abitazioni	487.835	522.819

Fig. 9.4 Stima del parco delle abitazioni per classe d'età al 1998

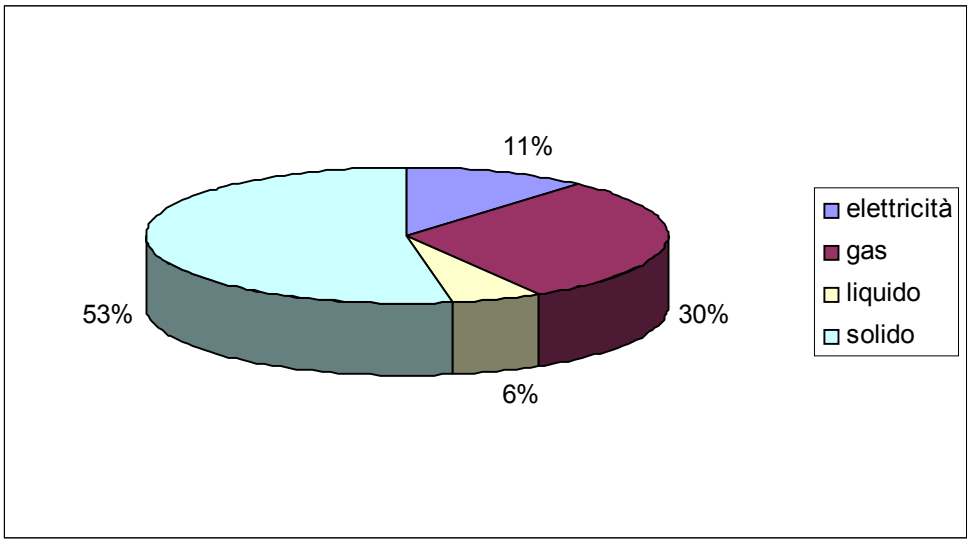


Rispetto al tipo di impianto di riscaldamento le abitazioni calabresi si ripartiscono principalmente tra combustibile solido (53%) e combustibile gassoso (30%), mentre l'11% sono riscaldate utilizzando energia elettrica e il 6% impiegando combustibile liquido. (Tab.3-2)

Tab. 9.4 Abitazioni per tipo di combustibile nel 1998

Tipo di combustibile	Abitazioni
Elettrico	59.749
Gassoso	158.771
Liquido	28.794
Solido	275.506
Totale	522.819

Fig. 9.4 Abitazioni per tipo di combustibile nel 1998



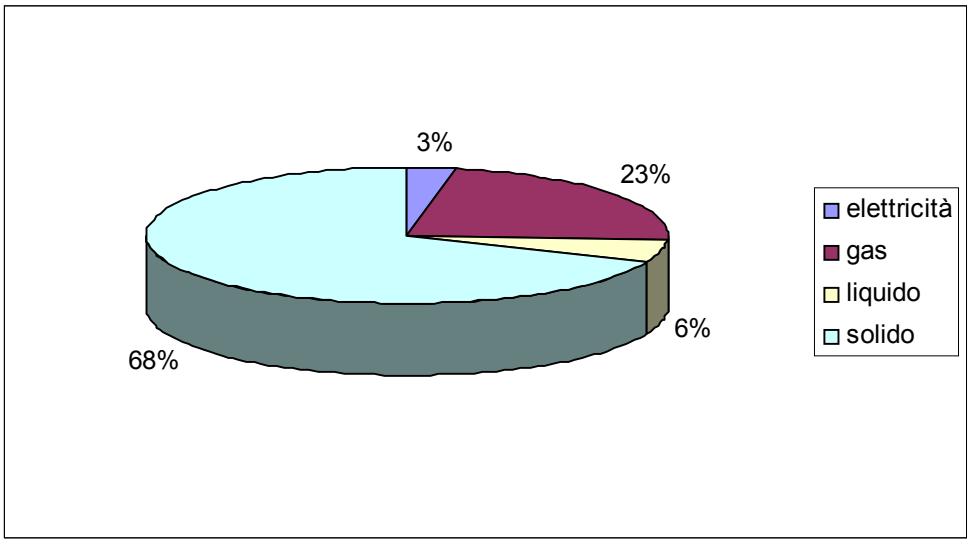
Nella seguente tabella 9.9 invece è mostrata una maggiore disaggregazione del parco abitativo per tipologia e fonte energetica: in Calabria il 64% delle abitazioni ha una struttura di tipo mono-bifamiliare mentre il rimanente 36% è di tipo plurifamiliare.

Tab. 9.4 Abitazioni per tipologia abitativa e fonte energetica nel 1998

	Tipologia abitativa		
Combustibile	*Mono-bifamiliare*	*Plurifamiliare*	*Totale*
Energia elettrica	38.109	21.640	59.749
Gas	101.266	57.505	158.771
Liquido	18.365	10.429	28.794
Solido	175.721	99.785	275.506
Totale	333.460	189.359	522.819

Il consumo finale di energia per riscaldamento nel settore residenziale nel 1998 ammonta a 392.665 tep di cui il 68% è di origine solida mentre il 23% è dovuto a combustibile gassoso, il 6% spetta al combustibile liquido e il restante 3% è di fonte elettrica.

Fig. 9.4 Consumi energetici per tipo di combustibile nel 1998



La tabella 9.10 fornisce la ripartizione del consumo energetico per tipo di abitazione e fonte energetica: è possibile osservare che il 75% dei combustibili è impiegato nelle abitazioni di tipo mono-bifamiliare e il rimanente 25% in quelle di tipo plurifamiliare.

Tab. 9.4 Consumi energetici per tipologia abitativa e fonte energetica (tep)

	Tipo di geometria		
Tipo di combustibile	*Mono-bifamiliare*	*Plurifamiliare*	*Totale*
Elettrico	9.075	2.991	12.066
Gassoso	67.125	22.125	89.250
Liquido	16.807	5.540	22.347
Solido	202.317	66.685	269.002
Totale	295.324	97.341	392.665

I consumi unitari, dati dal rapporto tra il consumo di energia in tep e le abitazioni, risultano in media molto bassi e pari a 0,75 tep/abitazione; più dettagliatamente questo valore varia tra lo 0,2 tep/abitazioni per l'energia elettrica e lo 0,98 tep/abitazione per il combustibile solido.

Tab. 9.4 Consumi unitari per fonte energetica nel 1998 (tep/abitazioni)

Tipo di combustibile	Consumo unitario (tep/abitazioni)
Elettrico	0,20
Gassoso	0,56
Liquido	0,78
Solido	0,98
Totale	0,75

9.3.2 Allestimento dello scenario "Business As Usual" (BAU)

Questa parte dell'analisi presenta gli aspetti e gli argomenti principali dello scenario BAU per la Regione Calabria: saranno descritte le ipotesi avanzate per la scelta degli interventi adottati e delle tecnologie impiegate, per la determinazione dei parametri tecnici e il calcolo dei corrispondenti tassi di penetrazione giungendo quindi ad una valutazione dell'impatto energetico conseguito in termini di energia risparmiata. Gli interventi assunti nello scenario BAU riguardano esclusivamente l'esercizio e il mantenimento dell'efficienza degli impianti termici e si distinguono in due categorie: la gestione degli impianti e la sostituzione, sulla linea della tendenza di mercato, dei combustibili utilizzati.

Sostituzione degli impianti

L'ipotesi è quella della sostituzione degli impianti di riscaldamento a fine vita. Poiché la vita media degli impianti di riscaldamento a gas si aggira intorno ai 17 anni, ne consegue che nei dieci anni considerati dalla simulazione la percentuale del parco delle abitazioni interessate dall'intervento di sostituzione risulta essere pari al 59% del totale (dieci diciassettesimi di anno) con un tasso annuo di penetrazione al 2008 del 9,5%.

Il tasso di crescita delle abitazioni dal 1998 al 2008 è stimato, sulla base dei dati storici, pari allo 0,5% medio annuo. Ciò corrisponde ad un incremento di poco superiore alle 26.000 (da 522.819 unità presenti nel 1998 a 549.000 nel 2008).

La realizzazione di questo intervento comporta, oltre ad un risparmio energetico i cui risultati sono illustrati nella tab. 9.12, una riduzione di emissioni di gas serra di circa 451 kt in dieci anni di simulazione.

Nella tabella seguente sono indicati i valori di riferimento utilizzati nella simulazione e i risultati unitari ottenuti.

Tab. 9.4 Intervento di sostituzione delle caldaie: indicatori energetici

	Rendimento		**Guadagno (%)**	**Energia risparmiata (tep/abit. anno)**	
Tipo di combustibile	*Iniziale*	*Finale*		*Mono-bifamiliare*	*Plurifamiliare*
Gassoso	64%	85%	24,7%	0,164	0,095
Liquido	62%	80%	22,5%	0,206	0,119
Solido	40%	44%	10,0%	0,115	0,067
Valor medio	47%	55%	13,7%	0,133	0,077

Sostituzione Combustibili

In questa fase viene valutato l'impatto della sostituzione dei combustibili solido e liquido con il gas metano. Prima di procedere con l'analisi è necessario considerare, tuttavia, che il passaggio dal combustibile solido a quello gassoso comporta generalmente una diversa modalità di riscaldamento dell'abitazione. Infatti, occorre tenere presente che il più delle volte le vecchie stufe a carbone o i caminetti vengono rimpiazzati da impianti centralizzati. Ciò comporta che si passa dal riscaldamento estemporaneo di alcuni ambienti al riscaldamento continuativo del totale del volume dell'appartamento. Questo è un fenomeno che va studiato con molta attenzione per la Calabria poiché le famiglie che al censimento del 1991 avevano dichiarato di avere impianti di riscaldamento alimentati a legna o a carbone erano più della metà del totale (263.668 abitazioni su 487.835), di cui almeno un quarto localizzato nelle fasce climatiche costiere o dell'immediato entroterra (fasce B e C). E' ovvio che una parte di queste abitazioni scalda solo una porzione dei propri ambienti e per un tempo limitato della giornata, quindi nella sostituzione da combustibile solido a quello gassoso si è pensato di riequilibrare la situazione aumentando il normale periodo di funzionamento degli impianti di riscaldamento del 15%.

In termini numerici si è ipotizzato, sempre sulla base degli andamenti storici, un incremento della penetrazione del gas metano sul parco edilizio dal 30% del 1998 al 34% del 2008. La tabella 9.13 mostra come è stata ripartita questa penetrazione tra il combustibile solido e quello liquido con i rispettivi tassi di sostituzione e i relativi tassi di penetrazione.

Tab. 9.4 Intervento di sostituzione dei combustibili: indici di sostituzione

	Rendimento		Guadagno (%)	Energia risparmiata (tep/abit. anno)		Tasso di sostituzione	Tasso annuo di penetrazione
Combustibili sostituiti	*Iniziale*	*Finale*		*Mono-bifamiliare*	*Plurifamiliare*		
Solido	40%	85%	44,9%[13]	0,517	0,300	5%	0,6%
Liquido	62%	85%	27,1%	0,248	0,144	24%	2,9%

* Il guadagno è inteso come il potenziale di risparmio energetico espresso in termini percentuali, fornito dal rapporto tra il risparmio energetico conseguito e il consumo energetico iniziale.

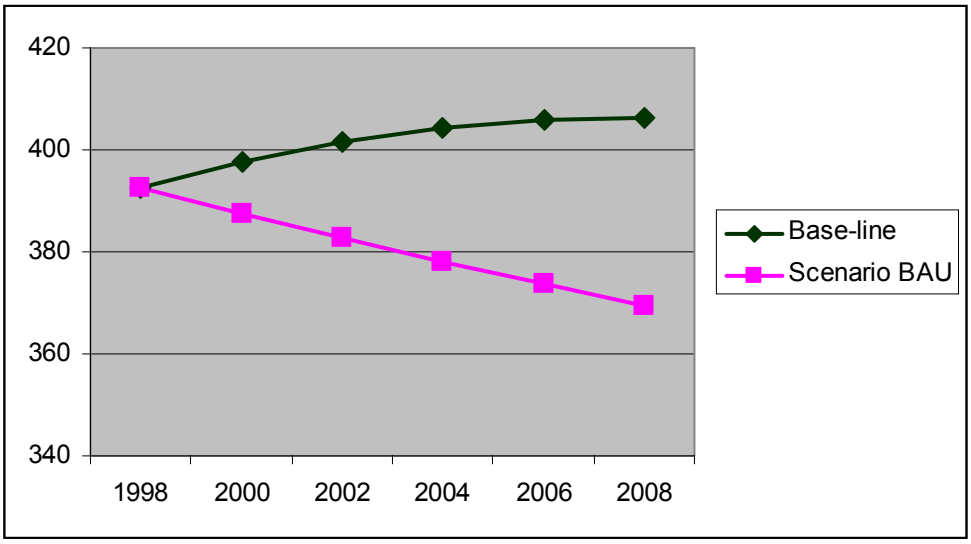
La somma dei risparmi energetici ottenuti dalla realizzazione dei singoli interventi, ossia la sostituzione della caldaia e la sostituzione dei combustibili liquido e solido con gas metano, fornisce il valore finale dei risparmio di energia in tep dell'intero scenario BAU. A questo punto è possibile ottenere per la Regione Calabria la distribuzione dei consumi energetici finali dello scenario BAU sottraendo i suddetti risparmi ai consumi energetici di riferimento forniti da Mure Household (ottenuti considerando il solo aumento delle abitazioni fino al 2008 e tenendo costante i consumi unitari), come mostrato nella tabella 9.14.

Tab. 9.4 Scenario BAU – Andamento dei consumi finali di energia (Calabria) 1998 - 2008

	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Base-line (tep)	392.665	397.540	401.390	404.170	405.850	406.410
BAU (tep)	392.665	387.300	382.580	378.180	373.860	369.390
Consumo unitario (tep/abitazioni)	0,75	0,73	0,71	0,69	0,68	0,67
di cui risparmi energetici per tipo di intervento (rispetto al base-line):						
Sostituzione caldaie (tep)	0	9.770	17.890	24.640	30.230	34.860
Sostituzione comb. solido (tep)	0	480	960	1.440	1.910	2.380
Sostituzione comb. Liquido (tep)	0	350	680	990	1.290	1.570

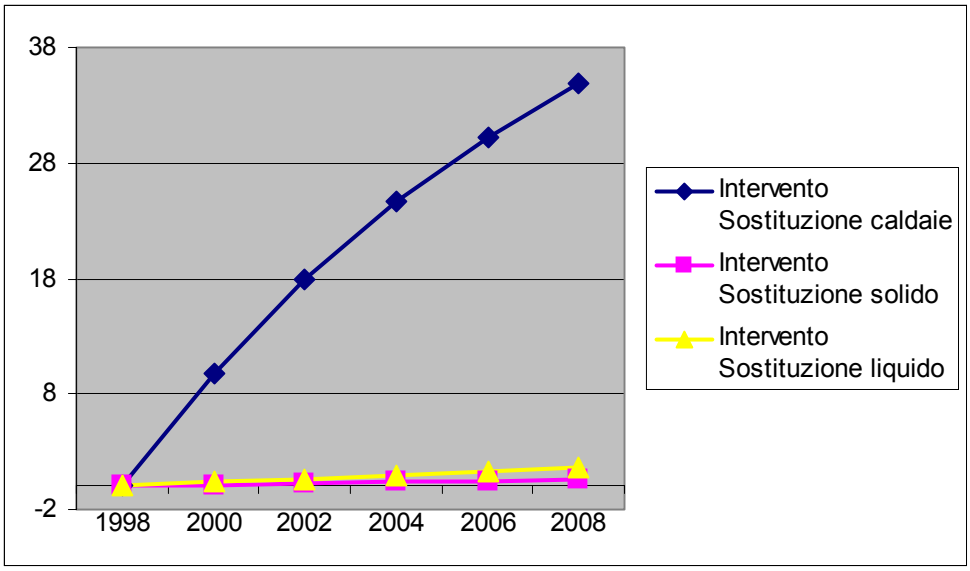
[13] Questo valore tiene conto del guadagno ottenuto dal miglioramento di efficienza (+52,9%) e del maggior consumo dovuto all'aumento dello spazio riscaldato (-17%).

Fig. 9.4 Scenario BAU: andamento consumi energetici in ktep (Calabria) 1998 - 2008



Rispetto all'anno base lo scenario BAU consentirebbe un risparmio di energia di circa 23 ktep nei dieci anni di simulazione ed una diminuzione dei consumi unitari dal valore attuale di 0,75 tep/abitazione al valore 0,67 tep/abitazione nel 2008. Allo stesso tempo le emissioni evitate di gas serra ammonterebbero a circa 719 kt di cui 451 kt per l'intervento di sostituzione delle caldaie e rispettivamente 202 kt e 66 kt per la sostituzione dei combustibili solido e liquido con il gas metano.

Fig. 9.4 Scenario BAU: andamento risparmi energetici per tipo di intervento in ktep (Calabria) 1998 – 2008



Si osserva dal grafico 9.7 come il contributo in termini di risparmio energetico riferito all'intervento di sostituzione della caldaia sia piuttosto consistente. Ciò è dovuto alle migliori prestazioni attese dai nuovo impianti in base al DPR 15/11/96 che norma l'applicazione della direttiva europea 94/92 sul rendimento minimo delle caldaie per riscaldamento.

9.3.3 Scenario di sensibilizzazione: analisi degli interventi di risparmio energetico

Come già detto nella prima parte di questo rapporto, la simulazione è stata impostata basandosi su due distinte modalità di intervento: la prima riguardante la coibentazione dell'involucro e la seconda imperniata sulla gestione dell'impianto termico. Infatti, per trarre il massimo beneficio dall'energia contenuta nel combustibile bruciato in caldaia occorre sia diminuire le dispersioni termiche dell'involucro che ottimizzare il funzionamento del generatore di calore.

Intervento sull'Involucro:

La situazione climatica della Calabria è abbastanza eterogenea: sono presenti cinque fasce climatiche su sei anche se nella F, la più fredda, è presente un solo piccolo comune. Sebbene il 55%[14] delle abitazioni calabresi si trovi nelle fasce B e C, nella scelta degli interventi da effettuare si è ritenuto opportuno tenere conto delle diverse condizioni climatiche della regione. La seguente tabella 9.15 mostra l'insieme degli interventi di isolamento ipotizzati per le abitazioni calabresi, differenziati per fascia climatica ed età. Per la fascia climatica B non risulta esserci convenienza economica nell'implementazione degli interventi di isolamento termico.

Tab. 9.4. Interventi di isolamento per fascia climatica e classe d'età (Calabria)

	Fascia C		***Fasce D/E/F***
	Intermedie	***Vecchie***	***Tutte***
Tetto	Intradosso	Intradosso	Estradosso
Pareti Opache		Cappotto Interno	Intonaco
Finestre			Sostituzione con doppio vetro (infisso)

La differenziazione degli interventi di isolamento in funzione delle fasce climatiche e dell'età degli edifici è stata effettuata per massimizzare la convenienza economica degli interventi stessi. Quindi nella fascia C sia per le abitazioni intermedie sia per quelle vecchie si è scelto di applicare come intervento sul tetto l'isolamento in intradosso[15], mentre nelle altre tre fasce si è ritenuto opportuno implementare un isolamento in estradosso[16]. La differenziazione degli interventi è ancora più dettagliata per quanto concerne le pareti opache: nelle fasce più calde è stato scelto di non applicare alcun intervento nelle abitazioni intermedie e di limitare l'inserimento di un cappotto interno nelle case di vecchia costruzione, mentre per le fasce D/E/F si è scelto di simulare l'applicazione dell'intonaco isolante a tutte le tipologie abitative, indipendentemente dall'età delle abitazioni. Per queste fasce climatiche inoltre si è pensato di attuare una sostituzione del vetro singolo col doppio vetro.

[14] Fonte ISTAT Censimento della Popolazione e delle Abitazioni 1991

[15] Posatura di materiale isolante all'interno dei solai di copertura

[16] Posatura di materiale isolante sotto-tegola o sopra i solai esterni di copertura

Il numero di abitazioni per le quali risulta esserci convenienza economica nel realizzare gli interventi descritti è stato ottenuto in funzione del confronto tra il costo medio dell'energia risparmiata (CER) e i prezzi dei combustibili. I tempi di ritorno variano in base alla zona climatica considerata: per la fascia C il valore varia di 11 a 15 anni per abitazioni con impianti centralizzati rifornite da combustibile solido; mentre per la fascia D i tempi sono ancora più bassi: l'intervallo varia dai 7 ai 9 anni per le abitazioni di età intermedia con impianti centralizzati ed alimentati con combustibile solido. L'intervallo della fascia E è piuttosto ampio variando da un valore dai 4 anni per le abitazioni di vecchia costruzione alimentate con combustibile solido fino ad arrivare a 15 anni per alcuni tipi di abitazioni, soprattutto di età intermedia alimentate da combustibile liquido; i tempi di ritorno della fascia F sono simili a quelli della E: l'intervallo varia da un ritorno breve per le abitazioni alimentate con combustibile solido e con impianto singolo ai 9 anni per quelle con impianti a combustibile liquido.

Tab. 9.4 Scenario di sensibilizzazione: intervento sull'involucro - indici

Fasce	Guadagno unitario (%)*	Stock per il quale è conveniente l'intervento (%)	Tasso annuo di penetrazione
C	19,3%	19%	2,3%
D/E/F	32,8%	34%	4,5%

*La percentuale di guadagno è stata ottenuta come valor medio delle percentuali delle abitazioni mono-bifamiliari e plurifamiliari con pesi pari al numero di abitazioni per tipologia abitativa

Tab. 9.4 Scenario di sensibilizzazione: intervento sull'involucro - risultati energetici

	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Stock coinvolto – fascia C (abit. x 1000)	0	24	47	69	91	112
Stock coinvolto – fasce D, E, F (abit. x 1000)	0	46	89	128	165	199
Totale stock coinvolto (abit. x 1000)	0	70	136	197	256	311
Consumo stock coinvolto (tep)	0	35.599	69.235	98.312	125.728	150.769
Consumo stock non coinvolto (tep)	392.665	336.339	286.227	241.480	199.210	160.136
Consumo totale finale (tep)	392.665	372.939	355.462	339.792	324.938	310.906
Consumo unitario (tep/abit.)	0,75	0,70	0,66	0,62	0,59	0,57

I risultati mostrano un potenziale di risparmio energetico del 21% nei dieci anni di simulazione nonostante che il parco abitativo coinvolto sia poco più della metà del totale della regione. Le emissioni evitate di gas serra ammontano a 479 kt.

Sostituzione degli Impianti:

Gli interventi hanno riguardato la manutenzione e la sostituzione degli impianti di riscaldamento, più dettagliatamente manutenzione per combustibili solidi e sostituzione per combustibili gassosi e liquidi. Si ipotizza una maggiore diffusione delle norme in materia di sicurezza e inquinamento e di conseguenza un più intenso controllo e un invito al controllo degli impianti più vecchi. In tal modo si ipotizza una diminuzione della vita media degli impianti nei dieci anni in esame passando quindi da un valore di 17 anni del 1998 a 12 del 2008; nella tabella seguente (tab. 9.18) sono indicati gli indici ottenuti considerando questo margine di miglioramento nella vita media degli impianti. La tab. 9.19 mostra, insieme al numero di abitazioni coinvolte nei dieci anni di simulazione, l'andamento del consumo energetico prodotto e dei relativi consumi unitari. Le emissioni di gas serra evitate dall'implementazione di questo intervento sono pari a 293 kt in dieci anni.

Tab. 9.4 Intervento sulle caldaie: indici

Guadagno* (%)	Stock interessato** (%)	Tasso annuo di penetrazione
13,7%	25%	3,3%

* Il guadagno è inteso come il potenziale di risparmio energetico espresso in termini percentuali, fornito dal rapporto tra il risparmio energetico conseguito e il consumo energetico iniziale.

**Differenziale tra lo stock di caldaie rinnovato secondo lo scenario BAU e l'ulteriore stock rinnovato grazie al rinnovo anticipato degli impianti. In totale si rinnoverebbe l'84% del parco totale delle caldaie.

Tab. 9.4 Scenario di sensibilizzazione: intervento sulle caldaie - risultati energetici

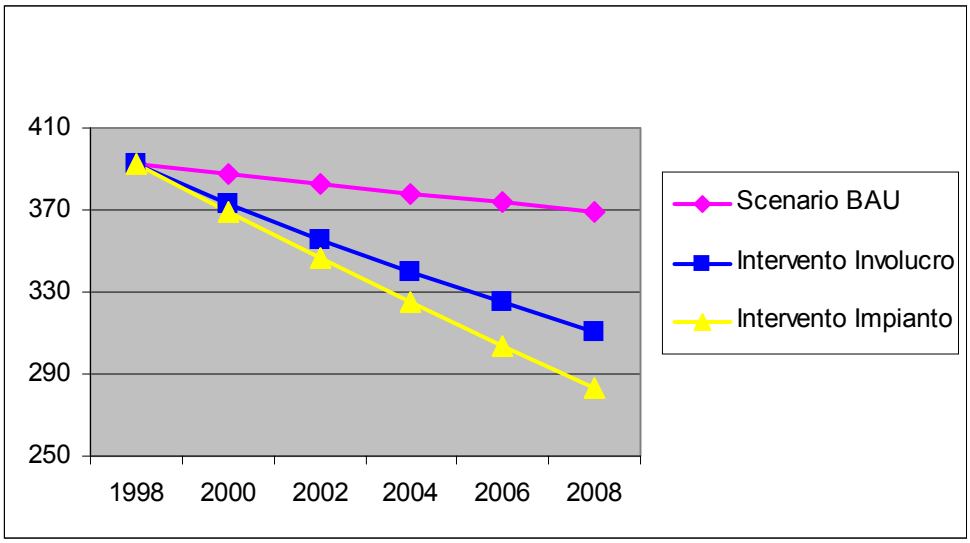
	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Stock coinvolto (abit. x 1000)	0	33	64	94	123	150
Consumo finale (tep)	392.665	368.881	346.481	325.149	303.974	283.299
Consumo unitario (tep/abit.)	0,75	0,69	0,64	0,60	0,55	0,52

La tabella 9.20 e il grafico 9.8 seguenti mostrano i risultati complessivi della simulazione ipotizzata per il recupero di energia per la Regione Calabria ottenuti grazie all'implementazione congiunta di interventi di coibentazione dell'involucro degli edifici e di controllo degli impianti di riscaldamento.

Tab. 9.4 Scenario di sensibilizzazione: risultati finali (Calabria)

	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Scenario BAU (tep)	392.665	387.300	382.580	378.180	373.860	369.390
Scenario di sensibilizzazione:	392.665	368.881	346.481	325.149	303.974	283.299
energia potenzialmente risparmiabile (tep)	0	18.419	36.099	53.031	69.886	86.091
in particolare:						
Consumo interventi involucro (tep)	392.665	372.939	355.462	339.792	324.938	310.906
Consumo interventi impianto (tep)	392.665	368.881	346.481	325.149	303.974	283.299

Fig. 9.4 Scenario di sensibilizzazione: consumi finali in ktep (Calabria)



L'insieme degli interventi appena descritti porta ad un consumo finale di energia nel 2008 pari a 283 ktep con un risparmio complessivo di 109 ktep nel corso dei dieci anni. Il consumo unitario passerebbe in conseguenza dai 0,75 tep/abitazione del 1998 ai 0,52 tep/abitazione alla fine del prossimo decennio.

9.3.4 Scenario di incentivazione economica: analisi degli interventi di risparmio energetico

In questa sezione verranno riportati i risultati della simulazione effettuata secondo il principio di incentivazioni pubbliche a sostegno di opere di risparmio energetico. Si implementeranno gli stessi interventi di isolamento termico selezionati nello scenario di sensibilizzazione, verrà quindi attuata la stessa procedura di selezione secondo la fascia climatica e la classe d'età. La differenza sostanziale riguarda invece l'ampiezza del parco di abitazioni potenzialmente coinvolto: l'incentivo pubblico infatti rende possibile un aumento

sostanziale del numero di abitazioni interessate e la maggiore penetrazione consente di conseguenza un corrispondente incremento di risparmio energetico.

Intervento sull'involucro

Il criterio di valutazione dell'intervento è stabilito in funzione del confronto tra il costo medio dell'energia risparmiata e i prezzi dei combustibili: il finanziamento pubblico deve essere tale da rendere economicamente conveniente l'intervento. Il programma prevede la copertura da parte delle istituzioni pubbliche di una buona parte del costo dell'intervento attraverso una sovvenzione media che nel caso della Calabria si aggira intorno al 42% del costo dell'investimento, permettendo in questo modo il coinvolgimento del 74% delle abitazioni di costruzione vecchia ed intermedia dell'intera regione, più precisamente il 31% delle abitazioni nella fasce B e C e il 43% delle abitazioni selezionate nelle fasce D, E ed F. Escludendo la fascia B dagli incentivi, poiché non si ritiene economicamente conveniente effettuare interventi per l'isolamento dell'involucro in questa specifica fascia climatica, il parco delle abitazioni coinvolte risulta pari al 73% del totale delle abitazioni di età vecchia ed intermedia per l'intera regione, di cui il 30% nella fascia C e il rimanente 43% nelle fasce D, E ed F. L'intervento di isolamento descritto nel paragrafo 3.2.3 comporta un risparmio di energia del 26% in dieci anni coinvolgendo il 73% del parco abitativo. Anche per quanto riguarda la riduzione delle emissioni inquinanti si raggiungono prestazioni notevoli: le emissioni evitate di gas serra ammontano a 763 kton.

Le tabelle 9.21 e 9.22 seguenti indicano per la Regione Calabria i risultati ottenuti in seguito all'implementazione degli interventi ed i risparmi energetici ed economici che ne derivano.

Tab. 9.4 Scenario di incentivazione economica: intervento sull'involucro - indici

Fasce	Incentivazione pubblica (%) del costo dell'investimento	Guad. unitario (%)*	Stock per il quale è conveniente l'intervento (%)	Tasso annuo di penetrazione	Risparmio di energia rispetto l'anno di riferimento (tep)	Totale investimento pubblico (milioni di euro)	Investimento per tep risparmiati (euro/tep)
C	42%	19,3%	30%	4,0%	46.814	210	4.489
D/E/F		32,8%	43%	6,2%	79.544	306	3.842

*La percentuale di guadagno è stata ottenuta come valore medio delle percentuali delle abitazioni mono-bifamiliari e plurifamiliari con pesi pari al numero di abitazioni per tipologia abitativa

Tab. 9.4 Scenario di incentivazione economica: intervento sull'involucro - risultati energetici

	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Stock coinvolto – fascia C (abit. x 1000)	0	41	80	116	149	181
Stock coinvolto – fasce D, E, F (abit. x 1000)	0	63	119	170	215	255
Totale stock coinvolto (abit. x 1000)	0	104	199	286	364	436
Consumo stock coinvolto (tep)	0	54.900	102.378	144.206	180.570	213.541
Consumo stock non coinvolto (tep)	392.665	311.587	241.592	179.722	125.530	76.031
Consumo finale totale (tep)	392.665	366.487	343.970	323.928	306.100	289.572
Consumo unitario (tep/abit.)	0,75	0,69	0,64	0,59	0,56	0,53

La tabella 9.23 e il grafico 9.9 successivi mostrano, per la Regione Calabria, il diverso andamento dei consumi energetici dello "scenario BAU" e dello "scenario di incentivazione economica" evidenziando il risparmio energetico derivante che nell'arco di dieci anni si aggira sui 261 ktep.

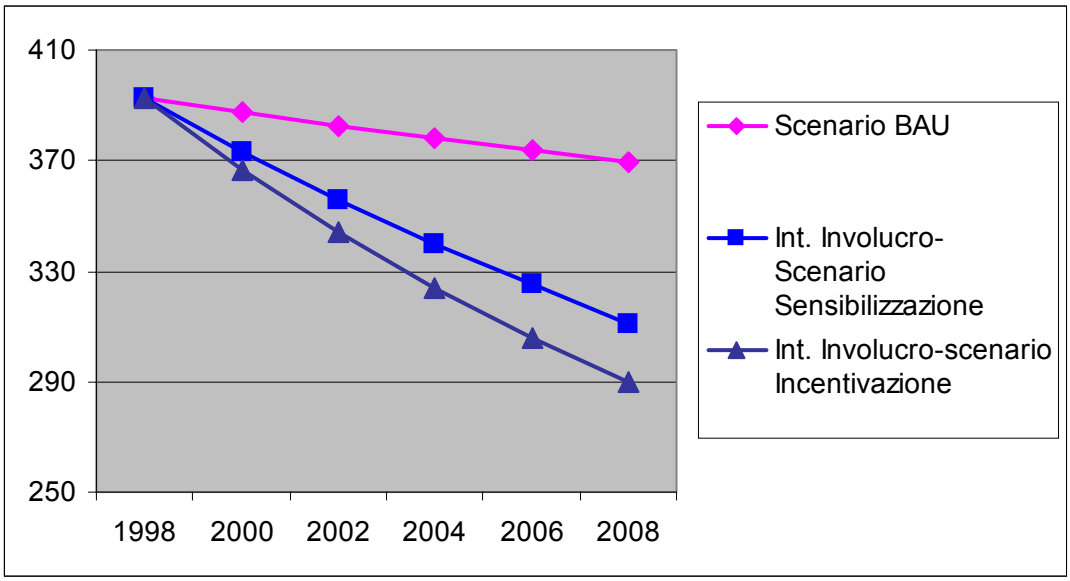
Tab. 9.4 Scenario di incentivazione economica: risultati finali (Calabria)

	1998	2000	2002	2004	2006	2008	Tot. Risparmio
Scenario BAU (tep)	392.665	387.300	382.580	378.180	373.860	369.390	
Scenario Incentivazione (tep)	392.665	366.487	343.970	323.928	306.100	289.572	
Risparmio energetico (tep)	0	20.813	38.610	54.252	67.760	79.818	261.253

Graficamente possiamo verificare il diverso risultato conseguibile nei due scenari di simulazione implementando gli stessi interventi di isolamento dell'involucro. Con un parco abitativo più elevato si ottiene una riduzione dei consumi energetici alquanto significativa: a

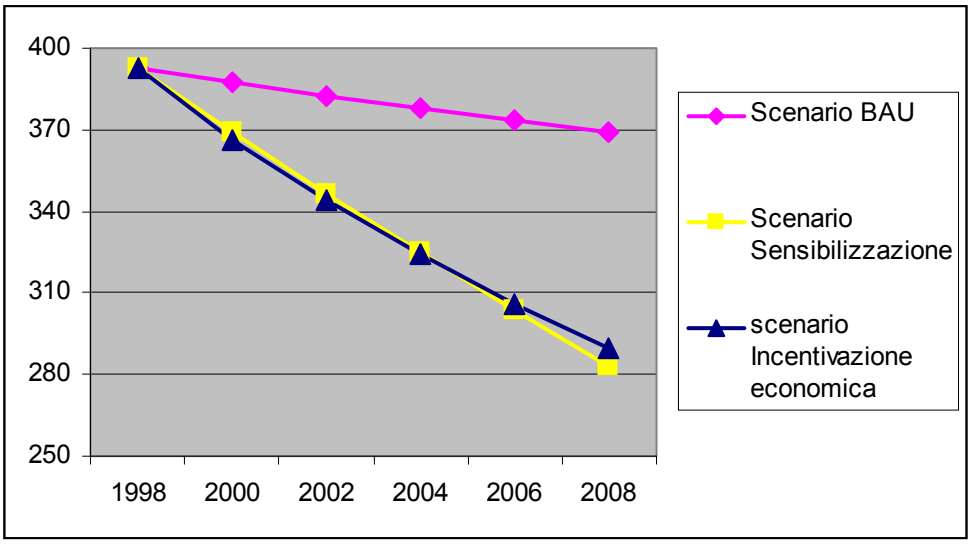
fronte di un risparmio energetico di 82 ktep ottenuto nel primo scenario si riscontra un valore del risparmio pari a 103 ktep nel secondo. (fig. 3-7)

Fig. 9.4 Confronto interventi sull'involucro per tipo di scenario: consumi finali in ktep (Calabria)



La figura 9.10 mostra invece il confronto dei consumi energetici finali relativi ai due scenari di intervento, quello di sensibilizzazione (comprensivo della sostituzione anticipata delle caldaie) e quello di incentivazione economica, rispetto allo scenario BAU.

Fig. 9.4 Confronto scenari di intervento: consumi finali in ktep (Calabria)



9.3.5 Scenario di sostituzione degli impianti tradizionali con pompa di calore - Analisi di convenienza economica

L'analisi degli interventi di installazione della pompa di calore si basa su due distinte ipotesi di studio. L'esame della convenienza economica ha mostrato un notevole coinvolgimento delle abitazioni calabresi: circa il 54% di esse hanno evidenziato una convenienza economica nell'implementare questo tipo di intervento. Anche in questo caso bisogna tenere conto che la pompa di calore non sempre può sostituire totalmente la caldaia tradizionale poiché le sue prestazioni sono economicamente convenienti nelle zone climatiche nelle quali le temperature non scendano al di sotto dei 4°/5° C: Di conseguenza si è stabilito di escludere a priori dal calcolo la fascia più fredda, ovvero la F, il che però per la Calabria non comporta alcuna conseguenza pratica in quanto nella zona F risiedono poche centinaia di abitazioni. Il confronto tra il CER ed il prezzo dell'energia per fonte evidenzia che c'è convenienza nell'installare le pompe di calore solo nel caso di abitazioni riscaldate con impianti a legna o a carbone, che in Calabria rappresentano appunto il 54% del totale. Considerando questa percentuale di penetrazione della pompa di calore si otterrebbe un risparmio di energia di 190 ktep nei dieci anni di simulazione.

Tab. 9.4 Installazione della pompa di calore – analisi di convenienza economica: indici (Calabria)

Guadagno (%)	Stock interessato (%)	Tasso annuo di penetrazione
79,80%	54%	8,2%

La tabella 9.25 successiva mostra in particolare il confronto con lo scenario BAU su cui l'intervento di installazione della pompa di calore è stato implementato.

Tab. 9.4 Installazione della pompa di calore – analisi di convenienza economica: risultati energetici (Calabria)

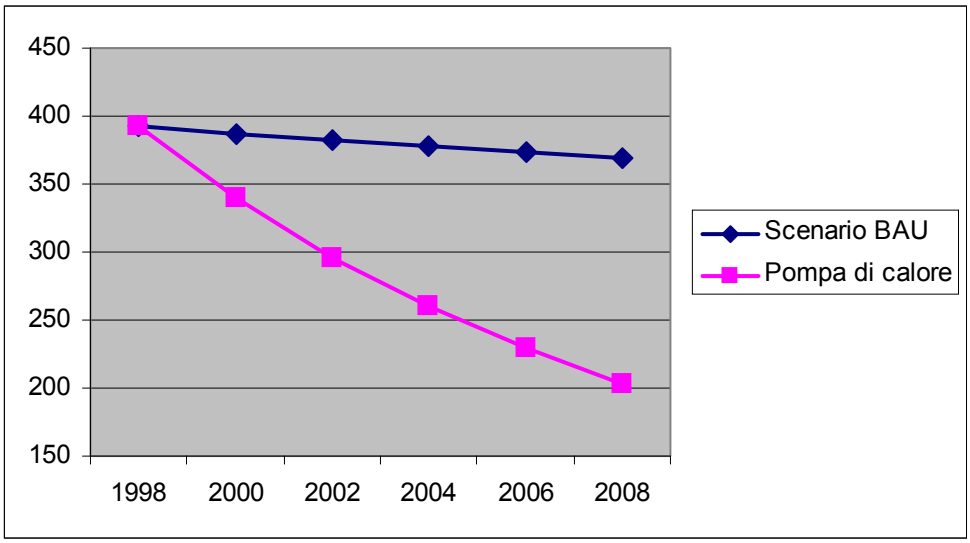
	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Scenario BAU (tep)	392.665	387.300	382.580	378.180	373.860	369.390
Pompa di calore:	392.665	339.662	296.079	259.680	229.045	202.942
energia potenzialmente risparmiabile (tep)	0	47.638	86.501	118.500	144.815	166.448
in particolare:						
stock coinvolto (Abit.*1000)	0	82	153	214	266	310
consumo unitario intervento pompa (tep)	0,75	0,64	0,55	0,48	0,42	0,37

La tabella 9.25 precedente mostra i risultati della simulazione relativi al guadagno ottenuto. La tabella precedente mostra i risultati della simulazione relativi al guadagno ottenuto in termini di energia finale, è necessario però, per una migliore valutazione del fenomeno, indicare la percentuale di risparmio energetico e la riduzione delle emissioni inquinanti che si ottengono misurando l'intervento anche in termini di energia primaria. Infatti, il risparmio energetico ottenuto nei dieci anni di simulazione scende dal 48% registrato nel primo caso al 30% del secondo e il risparmio di energia, calcolato rispetto il 1998,cala da 190 ktep a 117,8 cui corrisponde una quantità di CO_2 evitata di 725,6 kt..

Nel caso la pompa di calore debba essere integrata da un impianto di riscaldamento tradizionale, cosa che si potrebbe rendere necessaria specie per la fascia E, la convenienza economica ovviamente decresce rapidamente in funzione dell'aumento della percentuale di integrazione e si annulla per percentuali di integrazione già pari al 50%.

E' importante sottolineare che la convenienza per le abitazioni riscaldate da stufe o caminetti va verificata anche sul piano della fattibilità socio-economica, poiché spesso si tratta di abitazioni abitate da famiglie a basso reddito.

Fig. 9.4 Confronto scenari di intervento: consumi finali in ktep – analisi della convenienza economica (Calabria)



Analisi di impatto in base al reddito familiare

L'analisi si basa sulla possibilità di utilizzare la pompa acquistata per il raffrescamento degli ambienti in estate anche durante l'inverno, per il riscaldamento domestico. Come già detto in questo caso l'analisi di impatto è stata effettuata in funzione del reddito delle famiglie. In base ai dati della Banca d'Italia in Calabria le famiglie con reddito superiore a 35.000 euro/anno sono 11% del totale e, considerando le sole famiglie residenti nelle fasce climatiche B, C e D questo valore si riduce al 10%, in tal modo il risparmio energetico conseguibile dal 1998 al 2008 è pari a 56 ktep in termini di energia finale e a 34,7 ktep in termini primari. Le emissioni evitate di gas serra ammontano a 214,3 kt. Le tabelle 9.26 e 9.27 illustrano gli indici relativi all'intervento di installazione della pompa di calore ed i relativi risparmi energetici rispetto allo scenario BAU, mentre la fig. 9.12 mostra l'andamento dei consumi relativi agli interventi descritti.

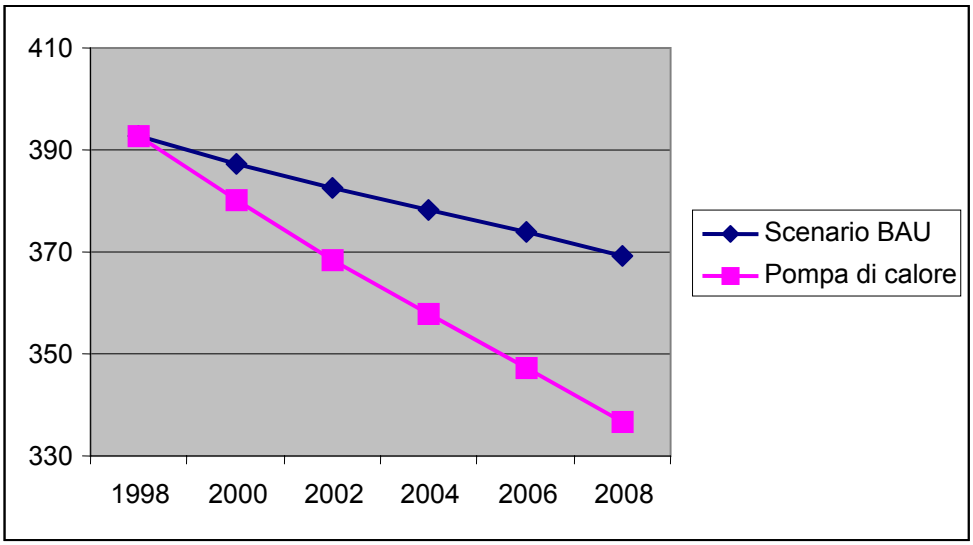
Tab. 9.4 Installazione della pompa di calore – analisi del reddito familiare: indici (Calabria)

Guadagno (%)	Stock interessato (%)	Tasso annuo di penetrazione
79,80%	10%	1,2%

Tab. 9.4 Installazione della pompa di calore – analisi del reddito familiare: risultati energetici (Calabria)

	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Scenario BAU (tep)	392.665	387.300	382.580	378.180	373.860	369.390
Pompa di calore:	392.665	380.329	368.446	357.692	347.184	336.637
energia potenzialmente risparmiabile (tep)	0	6.971	14.134	20.488	26.676	32.753
in particolare:						
stock coinvolto (Abit.*1000)	0	12	25	37	49	61
consumo unitario intervento pompa (tep)	0,75	0,71	0,68	0,66	0,63	0,61

Fig. 9.4 Confronto scenari di intervento: consumi finali in ktep – analisi del reddito (Calabria)



9.4 – L'uso dei pannelli solari per la produzione dell'acqua calda sanitaria

Una descrizione a parte merita sicuramente l'impiego dell'energia solare per ottenere acqua calda sanitaria e per riscaldare gli ambienti. Infatti, recentemente l'Italia ha nuovamente avviato programmi, politiche e progetti volti ad un uso più intensivo dei collettori solari e delle celle fotovoltaiche dopo anni di inerzia in tal senso. Si spera quindi che il programma di incentivi recentemente avviato, come pure la crescente attenzione dedicata a questi temi dagli enti locali, creino finalmente le condizioni per una più ampia diffusione dell'uso delle fonti rinnovabili così da uguagliare, se non superare, ciò che altre nazioni europee, molto meno fortunate della nostra per ciò che riguarda l'irraggiamento e la piovosità, hanno raggiunto da tempo. E' ormai noto e assodato che la produzione di acqua calda per usi sanitari attraverso i pannelli solari costituisce un sistema di semplice realizzazione che, se opportunamente incentivato, associa alla tutela dell'ambiente anche una scelta economicamente vantaggiosa per le famiglie. A tal proposito si ricorda che la legge 449/97 (art.1, comma1) e successive modificazioni ed integrazioni equiparano le fonti rinnovabili alla ristrutturazione edilizia e ne permettono una detrazione fiscale del 36% delle spese sostenute fino ad un importo massimo delle stesse pari a 150 milioni di lire (vale a dire € 77.468); il risparmio che ne deriva associato a quello conseguibile annualmente sulla bolletta energetica per il passaggio da scaldabagno elettrico o a metano ai pannelli solari, la cui vita media si aggira intorno ai 15/20 anni, rappresenta senza alcun dubbio un valido incentivo ad una loro maggiore diffusione ed utilizzazione da parte delle famiglie.

La metodologia utilizzata per la stima dell'impatto energetico derivante dall'impiego di energia solare è imperniata su quattro passi principali:

1) Valutazione del parco delle abitazioni potenzialmente interessato dall'applicazione dei pannelli solari per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria. Per avere un quadro realistico del potenziale di penetrazione di questa tecnologia si è limitato l'intervento alle sole abitazioni mono-bifamiliari residenti nelle fasce climatiche B-E degli ambiti territoriali analizzati.
2) Valutazione della domanda di energia attraverso i seguenti passi:
   - Calcolo del consumo medio pro capite di energia per acqua calda sanitaria in base ai dati ENEA sui consumi energetici nazionali al 1998;
   - Stima del numero totale di persone occupanti le abitazioni di cui al passo precedente in base ai dati ISTAT di censimento[17] (vedi tab.9.28);
   - Calcolo della domanda complessiva di energia per acqua calda sanitaria nelle abitazioni di tipo mono-bifamiliare nei territori in esame.
3) Dimensionamento della superficie dei pannelli solari necessaria a sostenere la domanda di energia termica calcolata al punto precedente.

[17] Nel calcolo del numero medio di componenti per famiglia sono stati considerati, per gli anni 1951-1981, i valori relativi alle ripartizioni territoriali di cui fanno parte i territori oggetti di studio.

4) Valutazione dei costi di installazione.

A questo punto considerando che:

- il rendimento dell'impianto, costituito dal pannello solare, da un serbatoio di accumulo e dalla rete di distribuzione del fluido, è stimato in media pari al 50%;
- il costo dell'impianto è pari a 650 €/m2;
- la percentuale di sostituzione delle fonti energetiche tradizionali è calcolata in base ai dati sull'insolazione media e che quindi varia da regione a regione;

si è potuto procedere alla valutazione esaustiva dei risultati energetici ed economici derivanti dall'implementazione dei pannelli solari nella Regioni Calabria.

Tab. 9.28 Stima del numero medio di componenti per famiglia

	1951	1961	1971	1981	1991	*1998**	*2001*
Calabria	4,3	4	3,8	3,4	3,1	***2,98***	*2,84*

*Dati stimati sulla base dell'andamento della serie storica 1951 - 1991

La tabella 9.29 seguente riporta la domanda annua complessiva di energia per acqua calda sanitaria e il risparmio che si consegue per l'utilizzo dei pannelli solari rispetto al numero di abitazioni coinvolte nella simulazione: in Calabria verrebbero risparmiati circa 39 ktep in un anno.

Tab. 9.29 Valutazione della domanda di energia e del risparmio totale conseguibile

	Insolazione media annuale (kWh/m^2)	Insolazione media annuale (tep/m2)	Numero di abitazioni mono-bifamiliari (fasce cl. B-E)	Domanda di energia (tep/anno)*	Percentuale di sostituzione	Risparmio ottenibile di energia (tep/anno)
Calabria	1.750	0,150499	310.921	48.617	80%	38.893

* Basata sul dato ENEA di consumo di energia per acqua calda sanitaria di 0,052 tep/persona e sul numero medio di persone per abitazione, vedi tabella 4-1.

La superficie totale richiesta per la messa a punto dei collettori solari è stimata considerando la domanda di energia complessiva rapportata all'insolazione media annua, al rendimento dell'impianto solare e alla percentuale di sostituzione. La percentuale di sostituzione inoltre fornisce la percentuale di energia risparmiata in un anno che risulta dell'80% per la Calabria. Nella tab. 9.30 sono indicati i valori unitari conseguiti per ogni abitazione.

Tab. 9.30 Dimensionamento dei pannelli solari

	Superficie di pannelli solari richiesta (m^2)	Superficie di pannelli solari per abitazione (m^2/abitazione)	Risparmio di energia per abitazione (tep/abitazione)
Calabria	807.595	2,60	0,125

Tab. 9.31 Analisi tecnico-finanziaria per l'installazione dei pannelli solari

	Costo dell'impianto per abitazione (euro)	CER (euro/tep)	Valore energia risparmiata da impianto a gas (euro/anno)	Valore energia risparmiata da impianto elettrico (euro/anno)	Tempo di ritorno – sostituzione impianti a gas	Tempo di ritorno – sostituzione impianti elettrici
Calabria	1.688	1.090	89,19	218,18	19	8

L'analisi della convenienza economica è stata impostata confrontando il costo dell'energia risparmiata (CER) al prezzo del combustibile e il tempo di ritorno, che indica il tempo in anni necessario a recuperare i costi di investimento relativi ad un intervento di risparmio energetico, è dato dal rapporto tra il costo dell'investimento annuo per abitazione e il valore annuo dell'energia risparmiata. I tempi di ritorno delle sostituzioni che riguardano gli scaldabagni elettrici si aggirano intorno agli 8 anni. Tenendo conto del 36% di detrazione fiscale che lo Stato concede ai soggetti che installano questi sistemi di solare termico si raggiungono sicuramente valori più ridotti del tempo di ritorno. Non è possibile fare qui una valutazione generalizzata sul beneficio di questo incentivo in quanto questo è correlato al reddito delle famiglie. Nel caso di una famiglia con reddito di 40-50 milioni di lire anno e tassazione relativa media del 36%, il beneficio sul costo di acquisto e installazione sarebbe proprio pari a tale percentuale e la valutazione economica dell'investimento sarebbe quella mostrata nella tabella che segue. In tal caso il tempo di ritorno rispetto la sostituzione degli scaldabagni elettrici scende a 5 anni per la Calabria.

Tab. 9.32 Analisi tecnico-finanziaria per l'installazione dei pannelli solari in seguito alla detrazione fiscale

	Costo dell'impianto per abitazione (euro)	CER (euro/tep)	Valore energia risparmiata da impianto a gas (euro/anno)	Valore energia risparmiata da impianto elettrico (euro/anno)	Tempo di ritorno – sostituzione impianti a gas	Tempo di ritorno – sostituzione impianti elettrici
Calabria	1.081	698	89,19	218,18	12	5

9.5 SIMULAZIONE DI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO NEL SETTORE INDUSTRIALE

9.5.1- PREMESSA

L'obiettivo di questo breve paragrafo è stato quello di verificare l'applicabilità del software Mure Industry, strumento sviluppato su di una ottica nazionale ed europea, a realtà di produzione industriale sub-nazionale, prendendo come esempio il caso della Calabria e, sulla base di questo esercizio, verificare il potenziale di risparmio energetico del comparto industriale della regione. Come viene spiegato con maggior dettaglio nel paragrafo seguente, per calcolare il potenziale di risparmio energetico di un comparto industriale, Mure Industry necessita di un insieme relativamente ampio e articolato di dati, come, ad esempio, la struttura ed in consumi energetici degli usi finali di energia per branca industriale. In mancanza di tali informazioni (peraltro ottenibili in modo rigoroso solo attraverso indagini di campo ad hoc) si è applicata la struttura degli usi finali ed i relativi flussi di energia stimati a livello nazionale (dove, in molti casi, la struttura dei flussi energetici per uso finale è stata applicata in similitudine a altri paesi europei) ai settori e sottosettori operanti a livello regionale. Inoltre, la struttura dei settori ed, in modo particolare, dei sottosettori proposta da Mure Industry risponde ad una logica di omogeneità a livello europeo per cui, quando si prova a calare questo modello in realtà regionali, non sempre si trova corrispondenza tra i sottosettori descritti da Mure e quelli realmente operanti nei contesti locali. Tutto ciò ha comportato una serie di approssimazioni di cui, in mancanza di riscontri obiettivi, non si conosce l'ampiezza. Si consiglia quindi una ragionevole prudenza nell'uso dei risultati elaborati in questo lavoro, che, vale la pena sottolineare, ha più lo scopo di un lavoro pilota per valutare l'applicabilità di una strumento di simulazione, che di una vera e propria analisi di potenziale di risparmio energetico nel settore industriale.

9.5.2 - INTRODUZIONE ALLO STRUMENTO "MURE INDUSTRY"

Mure Industry comprende misure e dati relativi all'uso dell'energia nei diversi settori industriali. Allo scopo di effettuare delle simulazioni, l'uso dell'energia è stato ripartito tra nove settori principali:

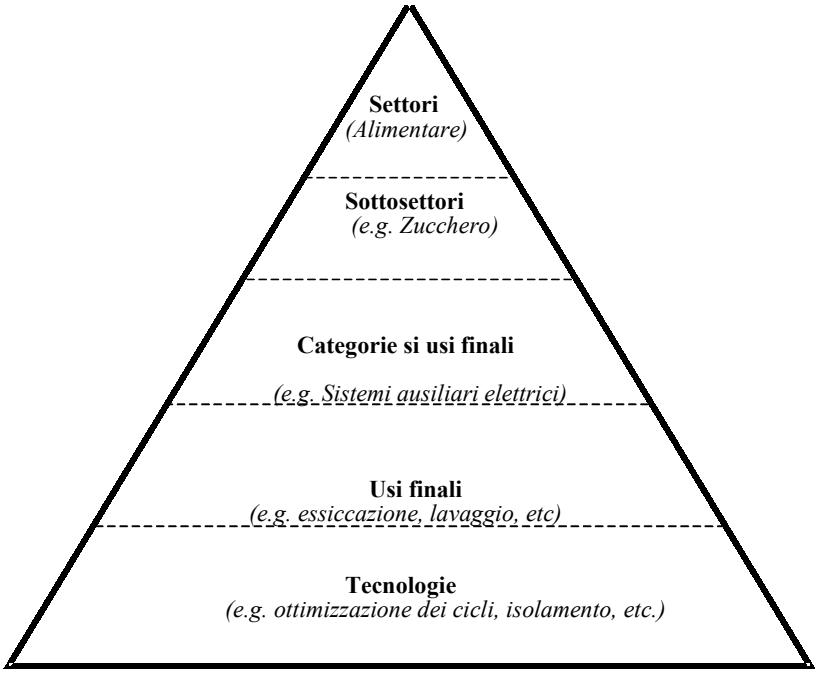
- Industria chimica
- Industria meccanica
- Industria agroalimentare
- Industria siderurgica
- Metalli non ferrosi
- Minerali non metalliferi
- Industria cartaria
- Industria tessile
- Industria del legno

Alcuni di questi settori sono a loro volta suddivisi in sottosettori, permettendo in tal modo un maggior grado di precisione nei calcoli e nelle simulazioni.

Il consumo di energia in ogni settore e/o sottosettore è quindi ripartito per uso finale, elettrico o termico. Per comodità di aggregazione e per permettere analisi orizzontali di impatto di interventi di Mure, gli usi finali sono a loro volta raggruppati in *Categorie di uso finale (End use groups).* Così tutti gli usi finali elettrici ausiliari alla produzione (illuminazione, aria compressa, condizionamento, ecc.) sono aggregati nella categoria "impianti ausiliari elettrici" e gli usi finali termici ausiliari (produzione acqua calda, riscaldamento degli ambienti, ecc.) nella categoria "impianti ausiliari termici". Gli usi specifici dei vari processi industriali sono poi stati aggregati per funzionalità omogenee orizzontali come i forni industriali, gli essiccatoi, ecc. o verticalmente per settore (tecnologie industria alimentare, tecnologie industria della carta, del vetro, ecc.)

Infine ad ogni uso finale sono state associate una o più *Tecnologie* di risparmio energetico. Ogni tecnologia è quantitativamente descritta mediante la percentuale di riduzione del consumo energetico ottenibile dalla sua implementazione (guadagno) e da una stima della sua penetrazione nel settore considerato.

Le entità sopra descritte sono organizzate in Mure seconde il seguente schema:



Il database viene fornito con un insieme completo di informazioni per tutti i settori citati; è però possibile personalizzarne la struttura aggiungendo o togliendo settori e sotto-settori, e/o ridisegnando l'intero schema degli usi finali e delle tecnologie loro associate (occorre a tal fine, come è logico, conoscere sia i dati relativi ai flussi di energia per uso finale che quelli relativi alle tecnologie). Data la notevole flessibilità di questo database si ritiene che Mure Industry possa essere vantaggiosamente utilizzato come supporto, sia in fase di predisposizione e analisi che di consuntivo, di indagini nel settore industriale.

Il calcolo del potenziale energetico ottenibile mediante interventi di Mure in un dato sottoinsieme industriale viene quindi effettuato moltiplicando il consumo energetico di tutti gli usi

finali considerati nel sottoinsieme selezionato per il prodotto del guadagno delle tecnologie coinvolte per il loro tasso di penetrazione. Se, ad esempio, si seleziona il settore dell'industria alimentare, Mure seleziona gli usi finali considerati in tale branca industriale, ne individua le tecnologie di Mure associate e, ordinatamente, moltiplica il consumo energetico di ognuno di questi usi finali per il guadagno ed il tasso di penetrazione di tali tecnologie. La somma di questi prodotti è il risparmio energetico ottenibile. Mure consente di effettuare analisi di impatto sia a livello aggregato (tutti i comparti industriali di uno stato o una regione) sia a livello di estremo dettaglio, come ad esempio il calcolo del risparmio energetico ottenibile dall'applicazione di una tecnologia su un solo uso finale. E' anche possibile effettuare analisi orizzontali per tipologia di consumo (usi elettrici o termici) o per uso finale (ad esempio tutti i motori elettrici di uno o più comparti industriali).

9.5.3 - SELEZIONE DEI SETTORI INDUSTRIALI OGGETTO DI SIMULAZIONE

Come anticipato nella premessa, per utilizzare lo strumento Mure Industry è stato necessario rapportare i settori industriali ed i sottosettori considerati nel software MI a quelli inseriti nella classificazione Ateco 91, impiegata nell'indagine Enea: Gli impieghi delle fonti energetiche nel settore industria in Italia – anno 1999, da cui si sono tratti i dati impiegati per effettuare le simulazioni in esame.

Il principio base seguito nel raffronto è stato quello di garantire la comparabilità e l'omogeneità tra le due classificazioni.

L'Ateco 91 contiene le stesse rubriche della classificazione adottata in sede internazionale Nace Rev.1 fino al quinto livello di dettaglio, ottenuto per disaggregazione del quarto livello Nace; l'indagine campionaria di cui si è fatto riferimento adotta l'Ateco a tre cifre.

Per alcuni settori e/o branche è mancata la corrispondenza tra le due ripartizioni, le cause più frequenti sono state:

- carenza di un maggiore dettaglio di disaggregazione della classificazione dell'indagine;
- incompatibilità delle categorie poste a confronto;
- mancanza di informazioni e dati specifici per branca e/o settore.

Vediamo in dettaglio nella seguente tabella 9.33 la procedura di accostamento seguita.

Tab. 9.33 Classificazione dei settori industriali e consumi energetici (tep)

Descrizione e classificazione delle attività economiche								
MURE INDUSTRY		ISTAT - ATECO 91				CALABRIA – Consumi finali (tep)		
Sectors	Subsectors	Settori	Cod. At.	Branche	Cod. At.	Energia elettrica	Energia Termica	Totale
Chemical		Chimico	*2413 - 2416*			-	-	-
Engineering and metal industries	*Electrical engineering*	Industria meccanica		*Fabbricazione di macchine e apparecchi elettrici*	*31*	-	-	-
	Metal articles			*Fabbricazione elementi in metallo*	*281-282-284*	542	1.188	1.730
	Transport means			*Fabbricazione di mezzi di trasporto*	*342-343-351-352-353-354*	311	-	311
Food, drink and tobacco	*Meat*	Agroalimentare		*Produzione, lav. cons. di carne*	*151*	-	-	-
	Milk			*Industria lattiero-casearia*	*155*	1.648	4.401	6.049
Non metallic minerals	*Building materials*	Minerali non metalliferi		*Materiali da costruzione*	*264*	3.968	47.649	51.617
	Cement			*Cemento*	*265*	12.144	44.308	56.452
	Ceramics			*Ceramica*	*262-263*	-	-	-
	Glass			*Vetro*	*261*	-	-	-
Paper and board		Carta e grafica	*211-212*			-	-	-
Textile, leather and clothing		Tessile e abbigliameto	*171-172-173-174-175-176-177-182-193*			4.601	3.461	8.062
Timber and wood products		Industria del legno	*201-202*			5.293	50.463	55.756

Tab. 9.34 Ripartizione dei consumi energetici per settore industriale

	Settori	Consumi energetici totali (tep)	Consumi energetici dei settori considerati (tep)	Percentuale di copertura
CALABRIA	industria chimica	14.735	-	
	industria alimentare	22.274	6.049	**27%**
	industria meccanica	6.963	2.041	**29%**
	industria siderurgica	4.590	-	
	metalli non ferrosi	13.059	-	
	minerali non metalliferi	108.667	108.069	**99%**
	industria cartaria	1.149	-	
	industria tessile	8.062	8.062	**100%**
	industria del legno	55.756	55.756	**100%**
	Totale	235.246	179.977	**77%**

9.5.4 - DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE SELEZIONATE

Le tecnologie impiegate per la simulazione del risparmio di energia nel settore industriale sono elencate dettagliatamente di seguito per ogni settore e sottosettore interessato dalla simulazione stessa.

Industria meccanica:

I sottosettori considerati nell'industria meccanica calabra sono due: fabbricazione di elementi in metallo; fabbricazione dei mezzi di trasporto. In tutti e due i sottosettori le *categorie degli usi finali*, ovvero gli insiemi degli usi finali aggregati secondo criteri di omogeneità, sono le stesse e più precisamente:

- impianti ausiliari termici,
- impianti ausiliari elettrici,
- essiccazione ed evaporazione,
- tecnologie meccaniche.

Gli *usi finali* associati ad ognuna delle categoria sopra elencate sono:

1) impianti ausiliari elettrici:
   a) aria compressa,
   b) illuminazione,
2) impianti ausiliari termici:
   a) perdite di distribuzione e conversione di energia termica;
   b) riscaldamento degli ambienti - produzione di acqua calda,
3) essiccazione ed evaporazione:
   a) essiccazione e separazione dall'umidità,
4) tecnologie meccaniche:
   a) processi di trattamento superficiale,
   b) processi di trattamento termico dei materiali,
   c) processi specifici di lavorazioni metalmeccaniche (taglio e deformazioni plastiche),
   d) altri processi specifici sia termici sia elettrici.

Industria agroalimetare:

Il sottosettore considerato nell'industria agroalimentare calabra è quello dell'industria lattiero-casearia. Le *categorie degli usi finali* presenti in questo sottosettore sono:

- impianti ausiliari termici,
- impianti ausiliari elettrici,
- tecnologie dell'industria alimentare;
- essiccazione ed evaporazione.

Gli *usi finali* associati ad ogni categoria sono:

1) negli impianti ausiliari elettrici:
   a) aria compressa,
   b) illuminazione,
   c) motori elettrici,
   d) impianti di refrigerazione,
2) negli impianti ausiliari termici:
   a) perdite di distribuzione e conversione di energia termica,
   b) riscaldamento degli ambienti – produzione di acqua calda,
3) tecnologie specifiche dell'industria del latte:
   a) essiccazione,
   b) pastorizzazione,
   c) lavaggio,
4) essiccazione ed evaporazione :
   a) essiccazione e separazione dall'umidità.

Minerali non metalliferi:

I sottosettori considerati nell'industria calabra dei minerali non metalliferi sono due, esattamente fabbricazione di: materiali da costruzione e cemento. Questi sottosettori presentano cinque *categorie di usi finali*, ossia:

- impianti ausiliari termici,
- impianti ausiliari elettrici,
- essiccazione ed evaporazione,
- forni.

Gli *usi finali* associati ad ogni categoria sono:

1) negli impianti ausiliari elettrici:

a) aria compressa,
b) illuminazione,
c) motori elettrici,

2) negli impianti ausiliari termici:
a) perdite di distribuzione e conversione di energia termica,
b) riscaldamento degli ambienti- produzione di acqua calda.

3) essiccazione ed evaporazione
a) essiccazione e separazione dall'umidità.

4) forni:
a) forni a tunnel (materiali da costruzione),
b) forni tradizionali (cemento).

Tessile e abbigliamento:

Il settore dell'industria tessile calabra presenta solo tre *categorie degli usi finali*:

- impianti ausiliari termici,
- impianti ausiliari elettrici,
- tecnologie dell'industria tessile.

Gli *usi finali* associati alle varie categorie sono:

1) negli impianti ausiliari elettrici:
a) aria condizionata,
b) aria compressa,
c) illuminazione,
d) motori elettrici,
e) impianti di refrigerazione,
f) riscaldamento degli ambienti – produzione di acqua calda,

2) negli impianti ausiliari termici:
a) perdite di distribuzione e conversione di energia termica,
b) riscaldamento degli ambienti – produzione di acqua calda,

3) nelle tecnologie specifiche dell'industria tessile:
a) lavaggio.

Industria del legno:

L'industria del legno presenta solo tre *categorie degli usi finali*:

- impianti ausiliari termici,

- impianti ausiliari elettrici,
- essiccazione ed evaporazione.

Gli *usi finali (End uses)* associati ad ogni categoria sono:

1) negli impianti ausiliari elettrici:
   a) illuminazione,
   b) motori elettrici,
2) negli impianti ausiliari termici:
   a) perdite di distribuzione e conversione di energia termica,
   b) riscaldamento degli ambienti – produzione di acqua calda,
3) nell'essiccazione ed evaporazione:
   a) essiccazione e separazione dall'umidità.

9.5.5 - RISPARMIO ENERGETICO DERIVANTE DALL'APPLICAZIONE DELLE TECNOLOGIE CONSIDERATE DA MURE INDUSTRY

Tab. 9.35 Riduzione dei consumi energetici per settore industriale - Calabria

	Consumo energetico iniziale ktep			Consumo energetico finale ktep			Risparmio di energia ktep			
	Totale	En. Elettrica	En Termica	Totale	En. Elettrica	En Termica	Totale	En. Elettrica	En Termica	Potenziale risparmio energetico
Industria Meccanica	2,00	0,80	1,20	1,50	0,50	1,00	0,60	0,30	0,20	30%
Fabbricazione elementi in metallo	1,70	0,50	1,20	1,30	0,20	1,00	0,50	0,30	0,20	29%
Fabbricazione di mezzi di trasporto	0,30	0,30	0,00	0,20	0,30	0,00	0,10	0,00	0,00	33%
Agroalimentare	6,10	1,70	4,40	5,00	1,20	3,90	1,00	0,50	0,50	16%
Industria lattiero-casearia	6,10	1,70	4,40	5,00	1,20	3,90	1,00	0,50	0,50	16%
Minerali non metalliferi	108,10	16,10	92,00	92,00	14,20	77,80	16,00	1,90	14,10	15%
Materiali da costruzione	51,60	4,00	47,70	39,00	3,00	36,00	12,60	1,00	11,60	24%
Cemento	56,50	12,10	44,30	53,00	11,20	41,80	3,40	0,90	2,50	6%
Tessile e abbigliameto	8,10	4,60	3,50	6,30	4,20	2,10	1,80	0,40	1,30	22%
Industria del legno	55,80	5,30	50,50	40,20	2,80	37,40	15,60	2,50	13,10	28%
Totale settori considerati	180,10	28,50	151,60	145,00	22,90	122,20	35,00	5,60	29,20	19%

Tab. 9.36 CO_2 evitata per settore industriale – Calabria (kton)

	Totale	En. Elettrica**	En Termica	Coeff medio di emissione energia termica T/tep*
Industria Meccanica	2,5	1,8	0,6	3,2
Fabbricazione elementi in metallo	2,5	1,8	0,6	3,2
Fabbricazione di mezzi di trasporto	-	-	-	
Agroalimentare	4,4	3,1	1,3	2,63
Industria lattiero-casearia	4,4	3,1	1,3	2,63
Minerali non metalliferi	57,7	11,7	46,0	3,26
Materiali da costruzione	35,5	6,2	29,4	2,53
Cemento	15,7	5,5	10,1	4,04
Tessile e abbigliameto	6,6	2,5	4,1	3,19
Industria del legno	48,6	15,4	33,2	2,54
Totale settori considerati	177,9	51,1	126,8	

* Calcolato in base alla mix delle fonti energetiche utilizzato per branca produttiva

** Coefficiente di emissione per l'energia elettrica = 0,53 kg/kWh (6,16 T/tep)

E' interessante notare che la media dei risparmi potenzialmente acquisibili e di circa il 20%. I potenziali maggiori sembrano concentrarsi nei settori dell'industria metalmeccanica, del tessile e del legno. La distribuzione dei potenziali di risparmio è naturalmente funzione dell'insieme delle tecnologie di Mure applicate a ciascun uso finale e non va intesa come valore assoluto. Il calcolo della CO_2 evitata è fatto per fonte assumendo costante la ripartizione delle fonti di energia a monte e a valle degli interventi di Mure.

CAPITOLO 10 - SETTORE TRASPORTI

10 – Introduzione

Il presente capitolo, risultato di un'attenta analisi del settore, è suddiviso in due parti al fine di arrivare a dare un indicazione del potenziale risparmio energetico nel settore dei trasporti della Regione Calabria.

Metodologicamente, nella prima parte viene definito il quadro attuale del sistema dei trasporti della Regione Calabria, attraverso un'analisi sia dell'offerta sia della domanda di trasporto. Entrambe le analisi sono state suddivise per ciascuna modalità di trasporto: stradale, ferroviaria, area e marittima.

In particolare, per l'analisi dell'offerta di trasporto, ossia per la descrizione delle infrastrutture presenti sul territorio calabro, sono stati analizzati i dati ISTAT relativi agli anni 1998, 1999, 2001.

Per l'analisi della domanda di trasporto, ossia della mobilità all'interno della Calabria, sono stati invece utilizzati ed elaborati i dati ISTAT relativi al Censimento del 1991 (ultimo censimento disponibile), i dati ACI relativi agli anni che vanno dal 1993 al 2001 ed i dati forniti da Trenitalia relativi al periodo 2001 - 2002.

Nella seconda parte viene trattato il problema ambientale derivante dal consumo energetico e dai conseguenti fattori di inquinamento atmosferico, che scaturiscono dall'attuale sistema di trasporto e di mobilità della Regione Calabria. Vengono proposte ed analizzate singolarmente le possibili soluzioni in base alle tecnologie esistenti valide sia per il settore pubblico sia per quello privato.

10.1- LE INFRASTRUTTURE

10.1.1 - LA RETE STRADALE

In base ai dati relativi all'anno 1998 la rete stradale è così costituita:

- 295 km di autostrada, costituita dal tratto calabrese della Salerno – Reggio Calabria (A3) che, iniziando a Laino Borgo, percorre tutta la regione giungendo fin dentro la città di Reggio;
- 3.414 km di strade statali che assicurano il collegamento fra le due coste da nord verso sud. Queste sono: la superstrada delle Terme a Cassano Jonico, la superstrada Paola, Cosenza, Camigliatello della Sila e Crotone che attraversa tutta la Sila; la superstrada dei due mari che collega Lametia Terme a Catanzaro Lido in appena 39 km; la superstrada Rosarno Gioiosa Ionica Marina che attraversa l'Aspromonte. Molte strade statali servono il territorio calabrese; le più importanti, sono la SS.18 Tirrenica e la SS.106 Jonica;
- 5.860 km di strade provinciali che, creando un fitto reticolo, consentono facili e rapidi collegamenti tra i centri della regione;
- 6 km di raccordi autostradali;

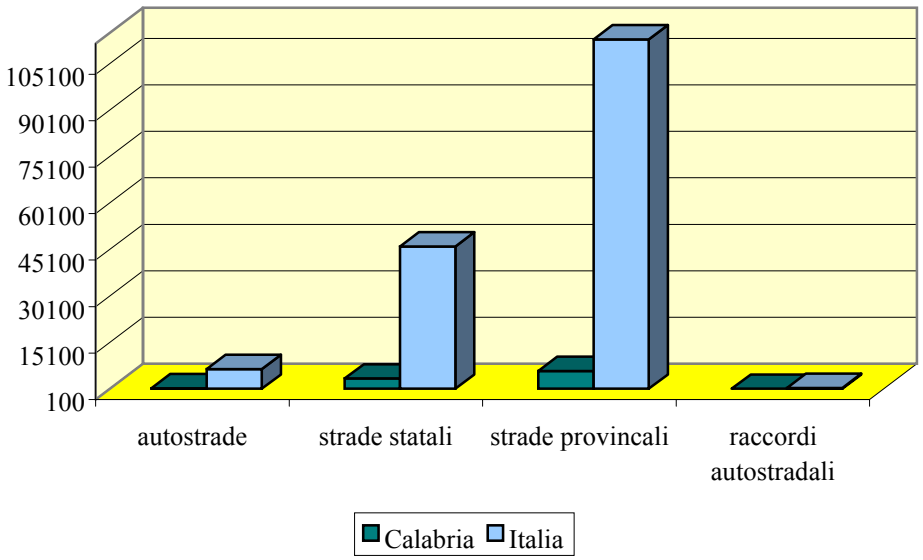
per un totale di 9.575 km di sviluppo viario extraurbano (Tabella 10.1).

Tabella 10.1 - Sviluppo della rete stradale in Italia e in Calabria (km e %) - anno 1998

Regioni	Autostrade		Strade statali		Strade provinciali		Raccordi autostradali	
Calabria	295	4,6	3.414	7,4	5.860	5,2	6	1,7
Italia	6.467	100	46.009	100	112 .862	100	350	100

Fonte ISTAT

Figura 10.1 – Estensione della rete stradale - Confronto tra Calabria e Italia



Fonte: Elaborazione su dati ISTAT, 1998

Nel 1999 in Calabria, in base a dati ACI, circolavano 1.153.355 veicoli, ad esclusione dei ciclomotori, valore che in percentuale equivale al 2,93% rispetto al totale dei veicoli circolanti in Italia, con un rapporto tra veicoli circolanti e popolazione pari a 0,56%.

Il confronto tra lo sviluppo della rete viaria con la superficie territoriale e con la popolazione regionale è il seguente:

- 24,6 km di strade per 100 km^2 di superficie, che risulta un valore superiore alla media nazionale;
- 179,9 km di strade per 100.000 abitanti, che sottolineano un sistema ottimamente sviluppato.

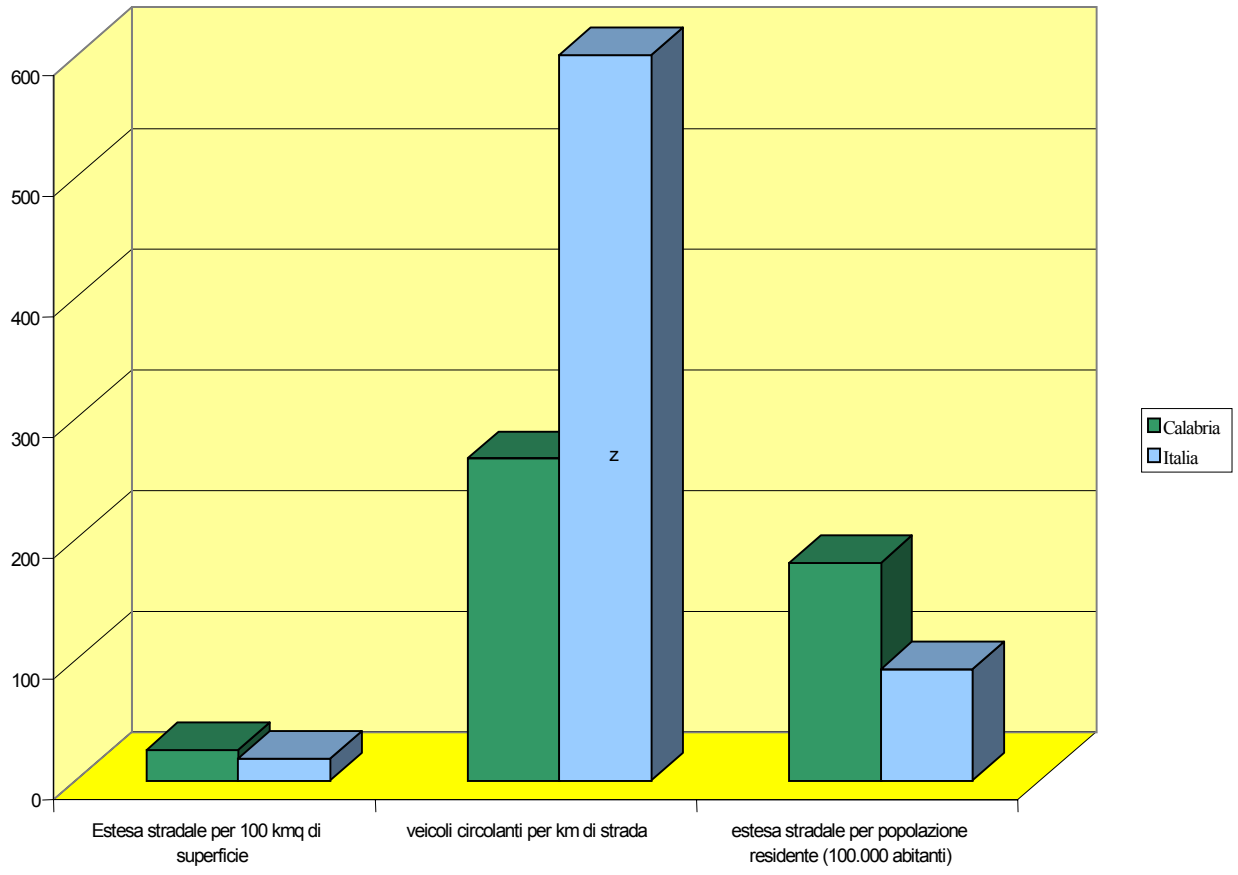
Le più recenti elaborazioni relative alla Calabria, riportano che la densità della rete stradale (km strade/superficie territoriale) è pari a 0,635, mentre il rapporto tra viabilità e popolazione (km di strade/100.000 abitanti) risulta uguale a 179,9 (Tabella 10.2).

Tabella 10.2 – Dati caratteristici sulla viabilità in Italia e in Calabria – anno 1998

Regioni	N. Comuni	Superficie (kmq)	Popolazione	Densità popolazione (per kmq)	Estesa stradale per 100 kmq di superficie	Veicoli circolanti per km di strada	Estesa stradale per popolazione residente (100.000 abitanti)	Percentuale di km di autostrade sul totale della rete stradale
Calabria	409	15.080	2.035.800	135	24,6	266,0	179,9	7,9
Italia	**8.101**	**301.306**	**57.844.017**	**192**	**17,5**	**643,5**	**91,7**	**12,2**

Fonte: ISTAT, 1999

Figura 10.2 – Parametri caratteristici della viabilità della Calabria e dell'Italia



Fonte: ISTAT, 1998

Con riferimento alle autovetture pubbliche circolanti sul territorio calabrese, sono stati raccolti presso l'ACI i più recenti dati (2001), suddivisi per le varie categorie di autoveicoli.

In particolare, le autolinee pubbliche che servono la regione contano complessivamente un parco veicolare di 3.737 autobus.

Tabella 10.3 – Principali indicatori di traffico per il servizio di trasporto pubblico urbano della Calabria e dell'Italia – anno 1996

Regioni	Autobus-km	Percorrenza media annua per autobus	Posti offerti	Viaggiatori trasportati	Posti-km offerti
Calabria	8.811.145	41.759	17.107	30.695.46	723.434.60
Italia	**668.487.574**	**44.090**	**1.472.740**	**2.631.223.39**	**62.906.100.69**

Fonte: ISTAT, 1999

Tabella 10.4 – Aziende che effettuano servizio di trasporto pubblico urbano ed extraurbano per classe di autobus della Calabria e dell'Italia – anno 1996

	Classe di autobus						
Regioni	totale	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	oltre 100
Calabria	89	36	19	20	7	6	1
Italia	**1.205**	**573**	**210**	**174**	**104**	**46**	**98**

Fonte: ISTAT, 1999

10.1.2 - LA RETE FERROVIARIA

I due tronchi ferroviari più importanti corrono lungo le coste tirrenica e ionica (Cosenza - Catanzaro lido, 113 km e Cosenza- San Giovanni in fiore, 77 km).

Il tratto tirrenico, che può denominarsi Battipaglia - Reggio Calabria, ha, lungo il suo percorso, prima di giungere a Reggio, tre stazioni che sono veri e propri snodi ferroviari:

- Paola, da cui si può sempre raggiungere in treno Sibari e di conseguenza riallacciarsi al tratto ionico della ferrovia;
- Lametia Terme che è collegata per ferrovia con Catanzaro lido;
- Villa San Giovanni che è collegata con traghetti che trasportano vagoni passeggeri e non con Messina.

Da tutti questi snodi ferroviari è possibile proseguire per l'interno con la ferrovia a scartamento ridotto Calabro - Lucana o con bus programmati in coincidenza. Entrambe le linee hanno stazioni in ogni paese sito sulla costa.

Gli altri due tronchi ferroviari (Gioia Tauro - Cinque Frondi, 32 km e Gioia Tauro - Palmi, 9 km) hanno un'importanza soprattutto commerciale.

La rete di competenza delle FS si sviluppa nella regione per circa 1.014 km, oltre la metà dei quali (circa 560,8 km) elettrificati. La tabella 10.5 riassume i dati più significativi relativi alla attuale rete ferroviaria calabrese.

Tabella 10.5 – Ferrovie dello Stato: estensione della rete ferroviaria in Italia ed in Calabria in km – anno 1999

Regioni	Linea elettrificata		Linea non elettrificata		Totale
	A binario doppio	A binario semplice	A binario doppio	A binario semplice	
Calabria	379,5	181,3	10,1	443,1	1014,0
Italia	**6158,8**	**4502,0**	**44,1**	**5387,0**	**16091,9**

Fonte: ISTAT, Annuario statistico 2001

Tabella 10.6 – Ferrovie in concessione e in gestione governativa: estensione della rete in Italia ed in Calabria

	Trazione		Totale	% elettrificata
	Elettrica	Non elettrica		
Calabria	220	-	220	100
Italia	**1.327**	**2.134**	**3.461**	**38**

Fonte: ISTAT, Annuario statistico 2001

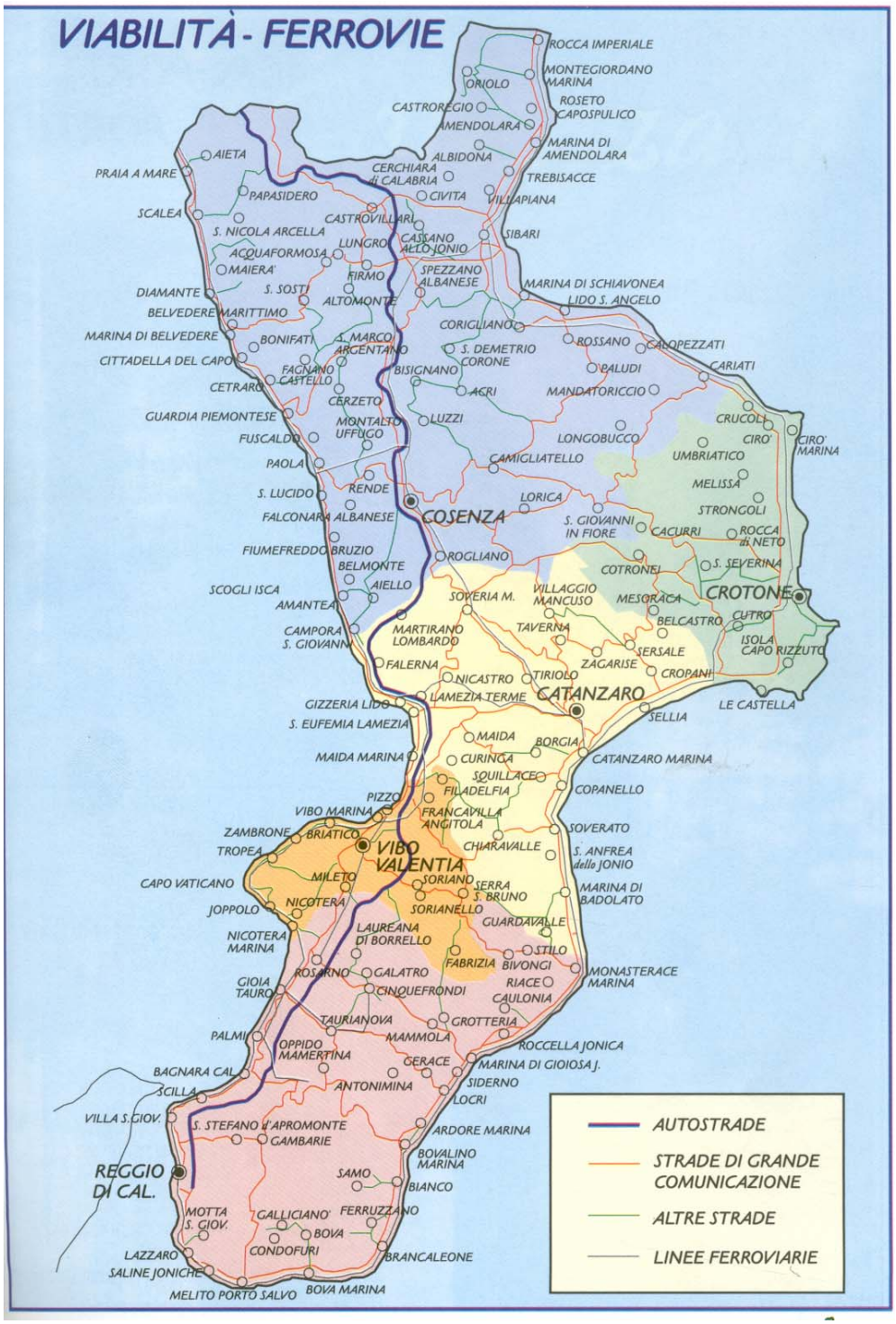


Fig. 10.3

10.1.3 - LE INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI

Due sono gli aeroporti sempre attivi: Lametia Terme e Reggio Calabria.

L'aeroporto di Lametia, costruito recentemente e ben attrezzato, oltre i normali collegamenti quotidiani con Roma, Milano e Firenze, è utilizzato da moltissimi voli charter.

L'aeroporto di Reggio, che è quello più attivo servendo la vicina Messina, ha voli diretti per Roma, Milano e Bergamo.

L'aeroporto di Crotone è collegato con Roma e con altre destinazioni anche mediante i voli charter.

L'aeroporto di Vibo Valentia è solo scalo militare.

La tabella 10.7 che segue riassume le principali caratteristiche degli aeroporti della Calabria.

Tabella 10.7 – Caratteristiche dei principali aeroporti della Calabria

Aeroporti	Area (1) (In ha)	Distanza da città (in Km)	Area parcheggi aerei (in mq)	Numero piste	Pista 1 Lung.	Pista 1 Larg.	Pista 2 Lung.	Pista 2 Larg.
Lametia Terme	240	10	50.000	1	2.400	45		
Reggio Calabria	144	5	19.400	2	2.119	45	1.837	45

Fonte: ISTAT 1999
(1) Area complessiva all'interno della recinzione aeroportuale esterna

L'offerta di trasporto aereo è sintetizzata nella tabella 10.8.

Tabella 10.8 –Traffico aereo commerciale negli aeroporti della Calabria - 1998

AEROPORTI	AEREI	PASSEGGERI		MERCI (a)		POSTA (a)	
		sbarcati	imbarcati	Scaricate	caricate	scaricata	caricata
Lametia T.	3.493	307.438	295.755	224	182	413	208
Reggio Calabria	2.724	264.084	204.783	128	28	2	41
Crotone	502	1.258	1.127	-	-	-	-
Italia	496.399	37.743.612	37.961.905	1.020.690	1.290.794	55.164	49.124

Fonte: ISTAT 1999
(a) in migliaia di t.-km.

10.1.4 - LE INFRASTRUTTURE PORTUALI

Il più grande porto della Calabria è quello di Gioia Tauro, attualmente utilizzato come approdo per grandi navi porta containers. Il Terminal Container di Gioia Tauro, nella sua configurazione attuale, ha una superficie di 1.200.000 mq, dei quali 800.000 sono destinate ad aree di stoccaggio. Su di esso fanno scalo attualmente più di quindici compagnie di navigazioni oceaniche, che nel 1996 hanno attivato più di 1.300 navi e ha un organico di oltre 500 dipendenti. Il Terminal Container potrà raggiungere nei prossimi quattro anni la soglia di due milioni di teu (unità container) movimentati, limite possibile con le dimensioni del Terminal in corso di ultimazione.

Reggio, Sibari e Vibo hanno porti dotati di strutture ricettive turistiche per imbarcazioni da diporto. A quelli di Reggio e Vibo fanno capo navi ed aliscafi che collegano ad altre città Italiane.

Reggio assicura i collegamenti veloci per passeggeri con la vicina Messina e con le isole Eolie, nonché il trasporto di automezzi con la stessa città. Ha, infine, una linea che assicura il collegamento permanente con Malta per il trasporto di automezzi e di passeggeri.

Vibo ha un buon Porto turistico attrezzato ed assicura i collegamenti stagionali con le isole Eolie; è anche un importante porto peschereccio.

Crotone ha uno dei più antichi porti della Calabria con un buon traffico commerciale; è dotato di una darsena capace di 190 posti barca.

Il porto di Villa S. Giovanni gestisce oltre il 90% del traffico marittimo tra Calabria e Sicilia assicurando trasporto veloce per passeggeri, trasporto di automezzi e di treni.

Nel Tirreno ci sono poi numerosi porticcioli turistici; Scilla, Bagnara (essenzialmente peschereccio), Cetraro, Tropea, Diamante (questi ultimi due non sono veri porti ma moli attrezzati).

Sullo Ionio troviamo infine: Saline Ioniche, Roccella, Catanzaro Lido, Le Castella, Cariati Marina.

Fig. 10.4

AEROPORTI - PORTI
SIBARI
DIAMANTE
CETRARO
CARIATI
COSENZA
CROTONE
LE CASTELLA
LAMEZIA TERME
CATANZARO
CATANZARO MARINA
VIBO MARINA
VIBO VALENTIA
TROPEA
GIOIA TAURO
ROCCELLA JONICA
BAGNARA CALABRA
SCILLA
VILLA S.GIOV.
REGGIO DI CAL.
SALINE JONICHE
AEROPORTI
AEROPORTI MILITARI
PORTI
PORTICCIOLI TURISTICI, MOLI TURISTICI ATTREZZATI O PORTI PESCHERECCI UTILIZZABILI
CONFINI PROVINCIALI

10.2 - LA MOBILITÀ NELLA CALABRIA

10.2.1 - LA MOBILITÀ COMPLESSIVA DEI RESIDENTI NELLA CALABRIA SECONDO IL CENSIMENTO ISTAT 1991

I dati dell'ISTAT relativi all'ultimo censimento forniscono un'ampia quantità di informazioni necessarie ad illustrare il fenomeno della mobilità sistematica con precisione; abbiamo preso in considerazione solo quelli che forniscono gli aspetti più significativi ed interessanti.

Bisogna, comunque, premettere che questi dati rappresentano solo una percentuale dei movimenti complessivi dei cittadini calabresi, poiché non sono stati rilevati gli spostamenti che non rientrano nelle categorie casa-lavoro e casa-scuola.

All'interno della Regione Calabria si spostano giornalmente, su tutti i modi di trasporto, 794.981 persone, come si vede dalla tabella che segue.

Tabella 10.9 – La mobilità nella Calabria di studenti e lavoratori – ISTAT 1991

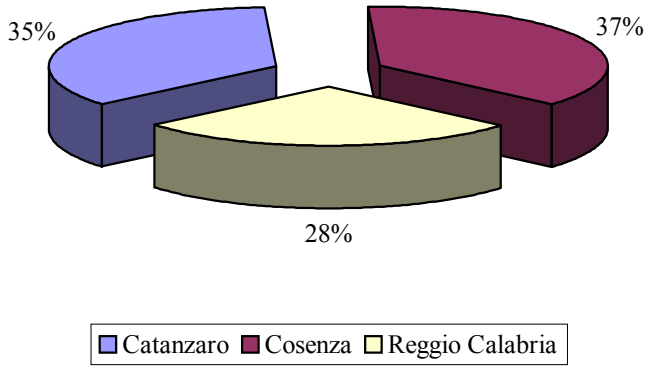
	a piedi	treno, tram	autobus	autobus aziend.	Auto privata come		motocicletta	bicicletta	altro mezzo	TOTALE
CATANZARO					Conducente	trasportato				
Occupati	34.920	1.697	4.588	3.634	81.979	13.310	2.411	350	802	143.691
Studenti	67.954	2.962	20.040	16.748	3.089	23.730	1.870	146	121	136.660
TOTALE	**102.874**	**4.659**	**24.628**	**20.382**	**85.068**	**37.040**	**4.281**	**496**	**923**	**280.351**
COSENZA										
Occupati	38.431	2.168	7.260	4.072	87.659	15.575	2.438	516	589	158.702
Studenti	54.230	3.365	24.964	28.622	3.638	20.427	1.291	158	53	136.748
TOTALE	**92.661**	**5.533**	**32.224**	**32.694**	**91.297**	**36.002**	**3.729**	**674**	**642**	**295.450**
REGGIO CALABRIA										
Occupati	22.649	2.879	4.473	3.641	63.335	11.323	2.186	356	971	111.813
Studenti	44.757	5.233	14.500	8.844	2.820	25.279	2.703	194	3.037	107.367
TOTALE	**67.406**	**8.112**	**18.973**	**12.485**	**66.155**	**36.602**	**4.889**	**550**	**4.008**	**219.180**
CALABRIA	**262.941**	**18.298**	**75.825**	**65.561**	**242.520**	**109.644**	**12.899**	**1.720**	**5.573**	**794..981**

Fonte: Elaborazioni su dati ISTAT, Censimento Popolazione e Abitazioni – anno 1991

Dal censimento ISTAT 1991 mancano i dati relativi alle province di Crotone e Vibo Valentia non ancora titolate come province all'epoca dell'ultimo censimento.

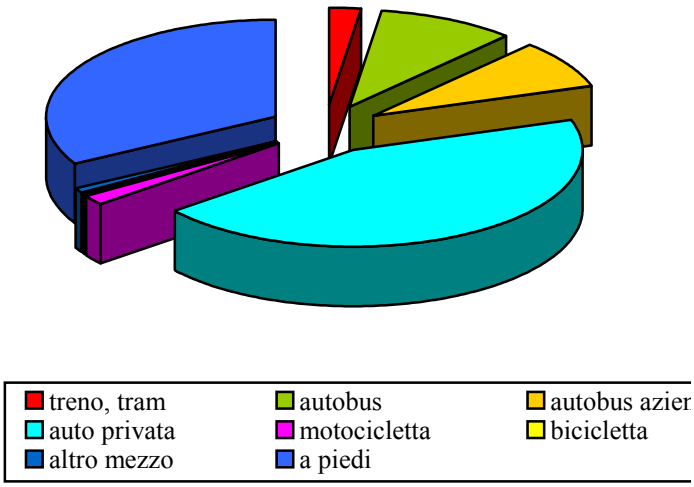
La mobilità della regione si distribuisce in maniera equa su tutto il territorio: la provincia di Cosenza concentra circa il 37% della mobilità (295.450 persone), seguita dalla provincia di Catanzaro con il 35% (280.351 persone) e dalla provincia di Reggio Calabria con il 27% (219.180 persone). Il quadro della mobilità complessiva è sintetizzato nella figura 10.4 e nella figura 10.6.

Figura 10.5 - Distribuzione della mobilità secondo province



Fonte: Elaborazione su dati ISTAT

Figura 10.6 - Spostamenti casa-studio e casa-lavoro per mezzo utilizzato



Fonte: Elaborazione su dati ISTAT

Si possono inoltre suddividere i dati in mobilità urbana ed extraurbana: con il termine mobilità urbana si intendono gli spostamenti che hanno come destinazione lo stesso comune di origine.

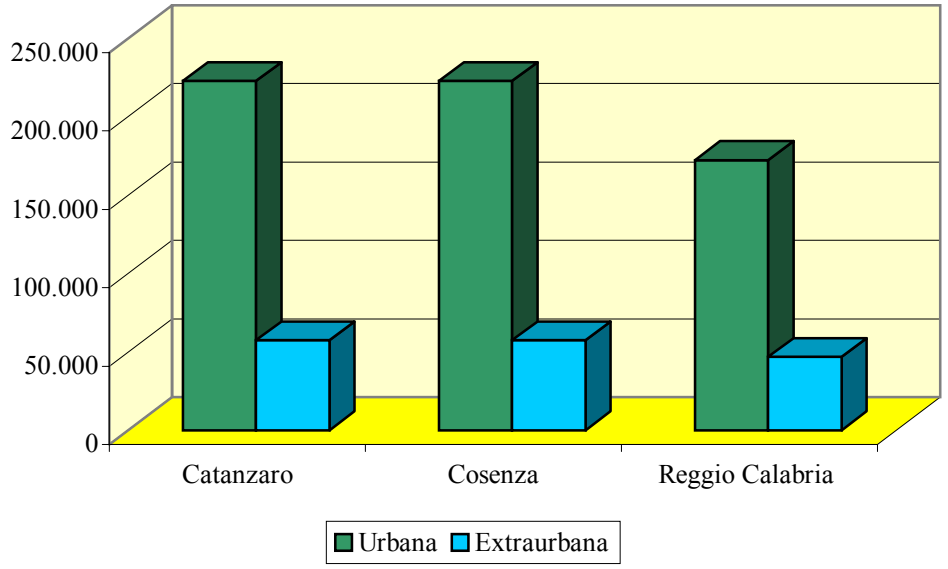
In questo caso si può calcolare il movimento complessivo urbano ed extraurbano per ogni provincia, ad esclusione delle province di Crotone e Vibo Valentia, sintetizzato nella figura 10.7.

Tabella 10.10 – La mobilità urbana ed extraurbana in Calabria – anno 1991

	a piedi	treno, tram	autobus	autobus aziend.	Auto privata come		motocicletta	bicicletta	altro mezzo	TOTALE
CATANZARO					Conducente	trasportato				
Urbana	100.619	1.573	10.313	15.743	59.142	30.570	3.733	426	756	222.911
Extraurbana	2.255	2.539	14.315	4.639	25.926	6.470	548	70	167	57.440
TOTALE	**102.874**	**4.659**	**24.628**	**20.382**	**85.068**	**37.040**	**4.281**	**496**	**923**	**280.351**
COSENZA										
Urbana	90.869	1.290	12.552	28.129	52.951	26.017	2.992	608	503	215.101
Extraurbana	1.792	4.243	19.672	4.565	38.346	9.985	737	66	139	80.349
TOTALE	**92.661**	**5.533**	**32.224**	**32.694**	**91.297**	**36.002**	**3.729**	**674**	**642**	**295.450**
REGGIO CALABRIA										
Urbana	65.874	1.746	9.212	9.618	48.693	31.679	4.424	521	614	172..381
Exraubana	1.532	6.366	9.761	2.867	17.462	4.923	465	29	3.394	46.799
TOTALE	**67.406**	**8.112**	**18.973**	**12.485**	**66.155**	**36.602**	**4.889**	**550**	**4.008**	**219.180**
CALABRIA	**262.941**	**18.298**	**75.825**	**65.561**	**242.520**	**109..644**	**12.899**	**1.720**	**5.573**	**794.981**

Fonte: Elaborazioni su dati ISTAT, Censimento Popolazione e Abitazioni – anno 1991

Figura 10.7 - Mobilità urbana ed extraurbana per provincia

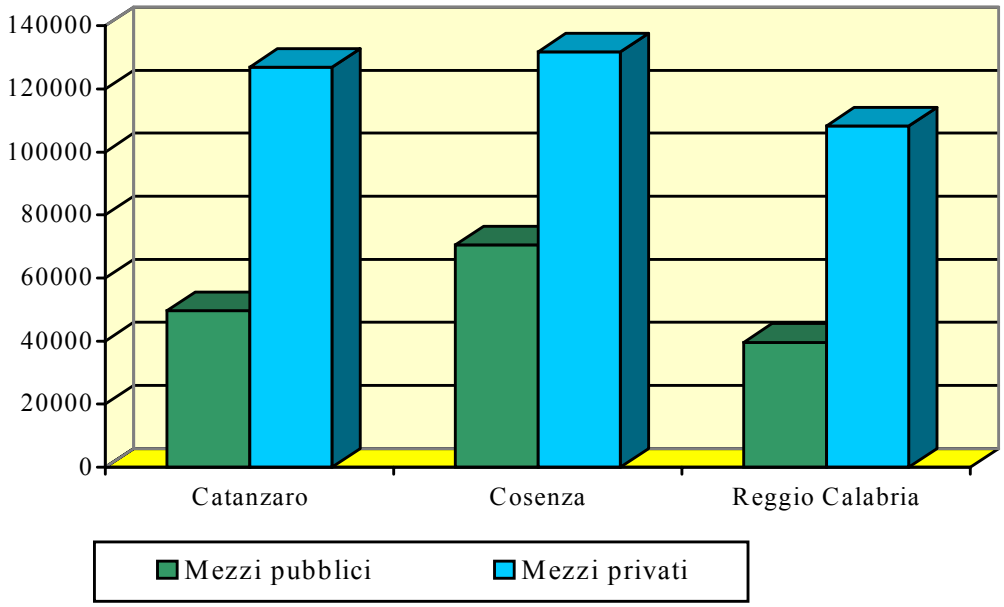


Fonte: Elaborazione su dati ISTAT

Si può facilmente rilevare come lo spostamento a piedi è privilegiato anche per la difficoltà dei restanti trasporti. I dati, inoltre, evidenziano come il mezzo di gran lunga più impiegato sia l'automobile privata, utilizzata in molti casi unicamente dal conducente. Essa, infatti, rappresenta il mezzo utilizzato da circa il 33% delle persone che si spostano per studio e lavoro.

I mezzi pubblici (autobus, autobus aziendale, filobus, tram, treno) vengono usati complessivamente dal 10% della popolazione in mobilità giornaliera. La figura 3.4 riportata di seguito, rappresenta il numero delle persone che si muovono sul territorio calabrese per motivo di studio o di lavoro, secondo province, con la distinzione tra mezzo pubblico (treno, tram, autobus, autobus aziendale) e mezzo privato (auto, motocicletta, bicicletta).

Figura 10.8 – Numero di spostamenti per provincia con mezzi pubblici e privati



Fonte: Elaborazione su dati ISTAT

10.2.2 - LA MOBILITÀ SU STRADA

Con riferimento all'anno 2000, il numero di autoveicoli circolanti complessivamente nella regione risultava pari a 1.073.951, come si vede dalla Tabella 10.11.

Tabella 10.11 – Autoveicoli circolanti in Calabria – (1993 – 2000)

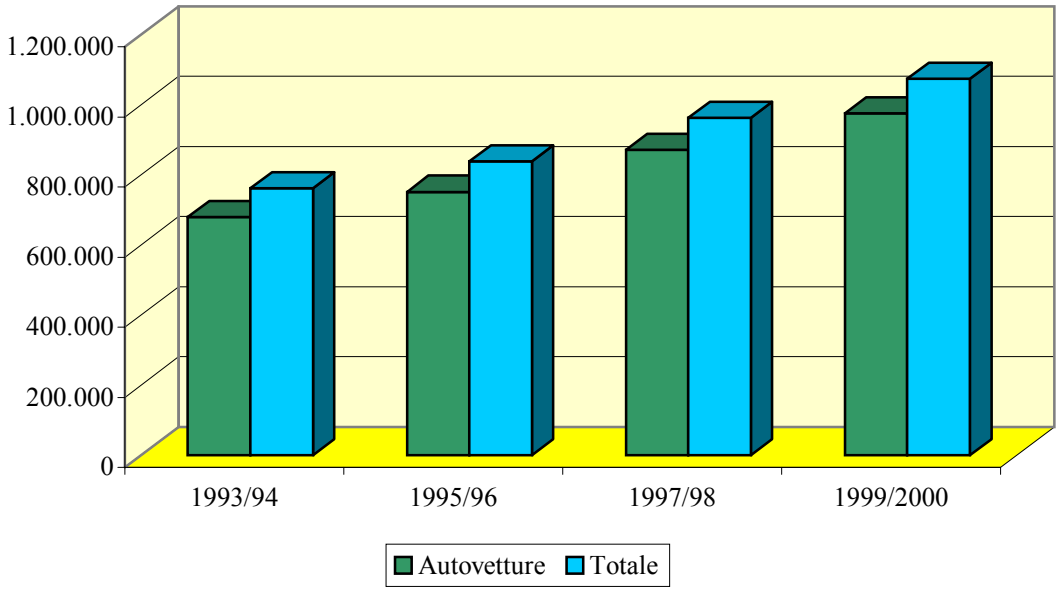
ANNO 1993/1994				
Province e regione	**Autovetture**	**Autobus**	**Autocarri merci**	**Totale**
Catanzaro	117.999	570	14.494	133.067
Cosenza	243.840	1.175	27.414	272.429
Crotone	54.850	270	7.215	62.335
Reggio Calabria	203.302	654	23.639	227.595
Vibo Valentia	49.739	166	6.939	56.844
Calabria	679.730	2.835	79.731	762..296
ANNO 1995/1996				
Province e regione	**Autovetture**	**Autobus**	**Autocarri merci**	**Totale**
Catanzaro	132.901	621	15.373	148.895
Cosenza	268.023	1.254	28.723	298.000
Crotone	60.702	282	7.538	68.522
Reggio Calabria	224.685	743	24.588	250.016
Vibo Valentia	55.170	184	7.303	62.657
Calabria	751.561	3.084	83.555	838.800
ANNO 1997/1998				
Province e regione	**Autovetture**	**Autobus**	**Autocarri merci**	**Totale**
Catanzaro	158.097	715	16.429	175.241
Cosenza	308.929	1.360	30.195	240.484
Crotone	70.496	308	8.037	78.841
Reggio Calabria	259.124	792	25.672	285.588
Vibo Valentia	64.117	208	7.725	72.050
Calabria	870.763	3.387	88.488	962.638
ANNO 1999/2000				
Province e regione	**Autovetture**	**Autobus**	**Autocarri merci**	**Totale**
Catanzaro	180.919	225	17.807	198.951
Cosenza	345.737	1.451	32.133	364.995
Crotone	77.901	338	8.666	86.905
Reggio Calabria	289.549	865	27.074	317.488
Vibo Valentia	71.827	227	8.215	80.269
Calabria	975.933	3.727	94.291	1.073.951

Fonte: Elaborazione su dati ACI

Disaggregando tali dati per province, emerge che nella provincia di Cosenza circolavano dal 1993 complessivamente 364.995 (33,9% sul totale), 317.488 e 198.951 erano i veicoli circolanti rispettivamente nella province di Reggio Calabria (29,6%) e di Catanzaro (18,5%), mentre per Crotone e Vibo Valentia il numero di autoveicoli era pari a 86.905 (8,1%) e 80.269 (7,5%).

Negli anni si è verificato un andamento crescente in tutte le tipologie di veicoli, per tutte le province. Si ritiene che tale andamento rimanga stabile anche per gli anni successivi. Nella figura 10.9 che segue è descritto l'andamento nella regione Calabria negli anni analizzati.

Figura 10.9 - Numero di veicoli circolanti in Calabria – (1993 - 2000)



Fonte: Elaborazione su dati ACI

Mettendo in relazione il numero di veicoli circolanti con il valore in km relativo allo sviluppo della rete stradale, deriva un valore di densità espresso in veicoli per km che denota una rilevante congestione della regione, in termini di mobilità su strada. Tale rapporto risulta infatti pari a 112,2 veicoli per km, dato di molto superiore al dato nazionale e in continuo aumento.

Ciò risulta ancora più preoccupante se si calcola che il dato nazionale è di molto superiore ai valori europei. Tale grandezza segnala una "anomalia" italiana, cioè la prevalenza del trasporto su gomma sulla altre modalità di trasporto.

10.2.2.1 - AUTOVETTURE

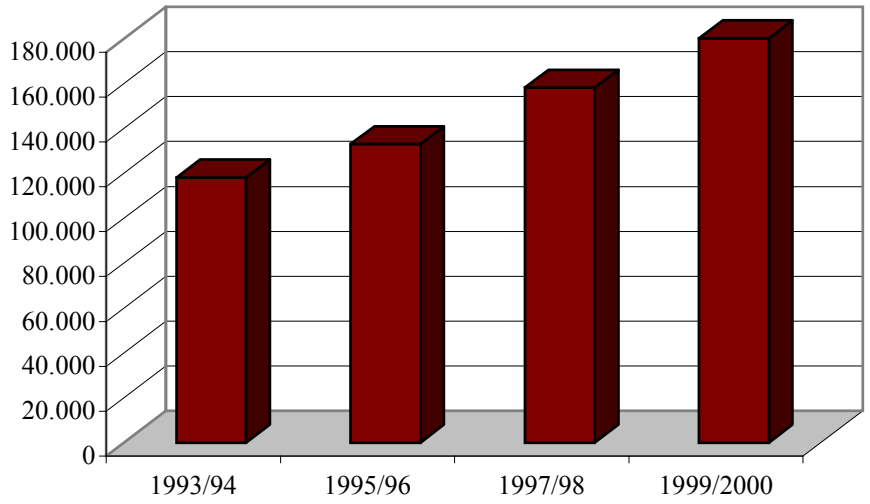
Dai dati riportati nella Tabella 10.11 si possono trarre interessanti considerazioni sul sistema del parco autovetture della regione.

In tutte le province il parco veicolare segue un andamento crescente nel corso degli anni.

La provincia di Catanzaro segnala un maggiore aumento del parco circolante rispetto a quanto si verifica nelle altre province.

Dall'osservazione della Figura 10.10, si può notare che le vetture circolanti nel periodo 1999/2000 sono circa una volta e mezzo di quelle che circolavano nel periodo 1993/1994.

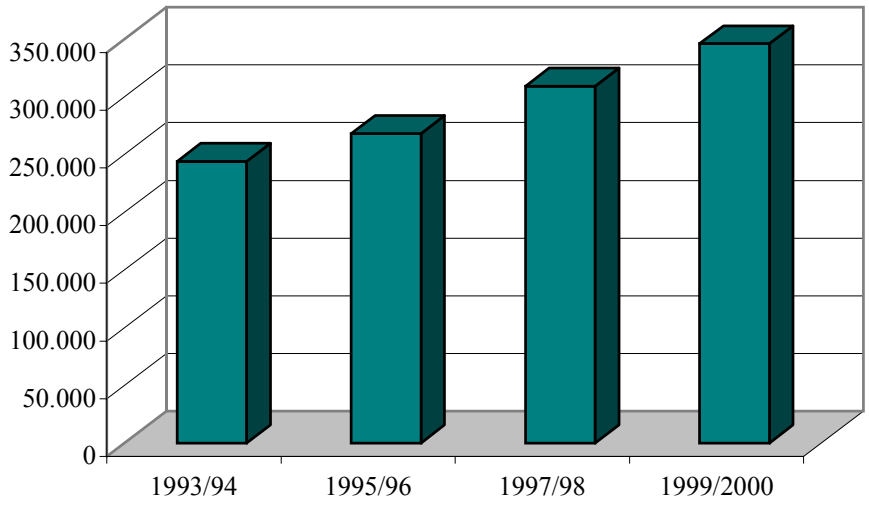
Figura 10.11 –Autovetture circolanti nella provincia di Catanzaro – (1993 - 2000)



Fonte: Elaborazione su dati ACI

La provincia di Cosenza, avendo un'estensione chilometrica superiore rispetto alle altre, è quella che concentra un numero superiore di autovetture, come si vede dalla Figura 10.11.

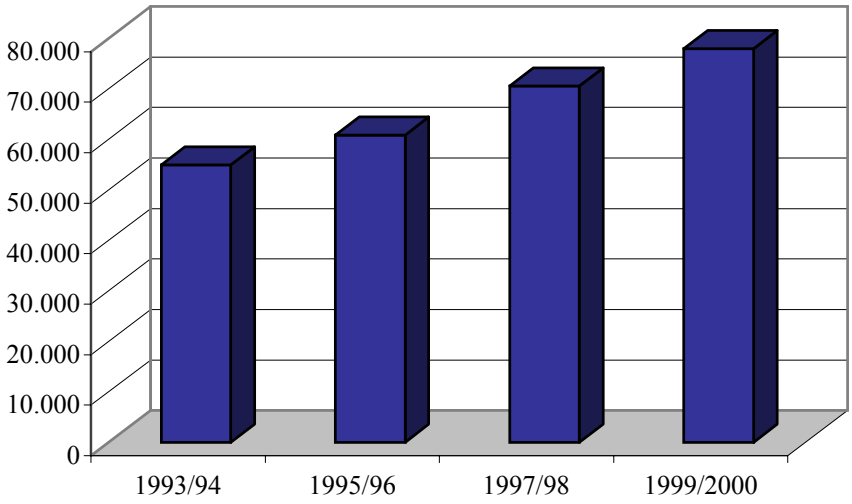
Figura 10.11 - Autovetture circolanti nella provincia di Cosenza – (1993 – 2000)



Fonte: Elaborazione su dati ACI

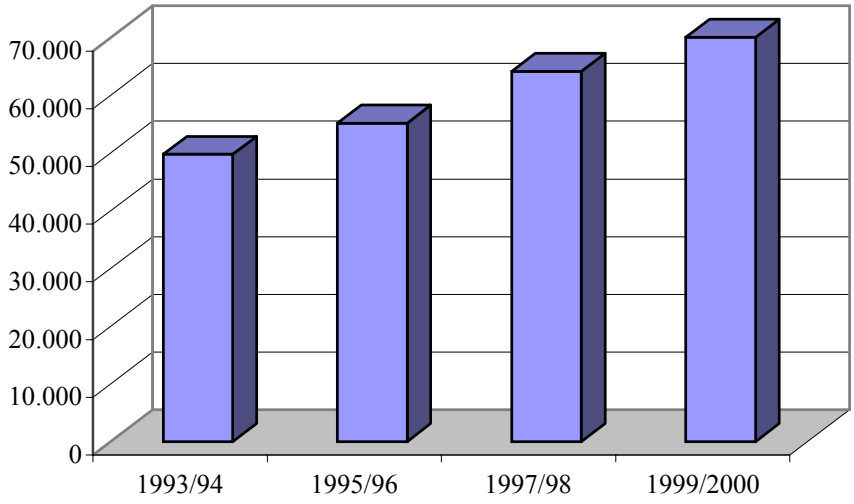
Nelle province di Crotone e Vibo Valentia si concentrano, invece, il minor numero di autovetture, come si vede dalle figure 10.12, 10.13 e 10.14 che seguono.

Figura 10.12 – Autovetture circolanti nella provincia di Crotone – (1993 – 2000)



Fonte: Fonte elaborazione su dati ACI

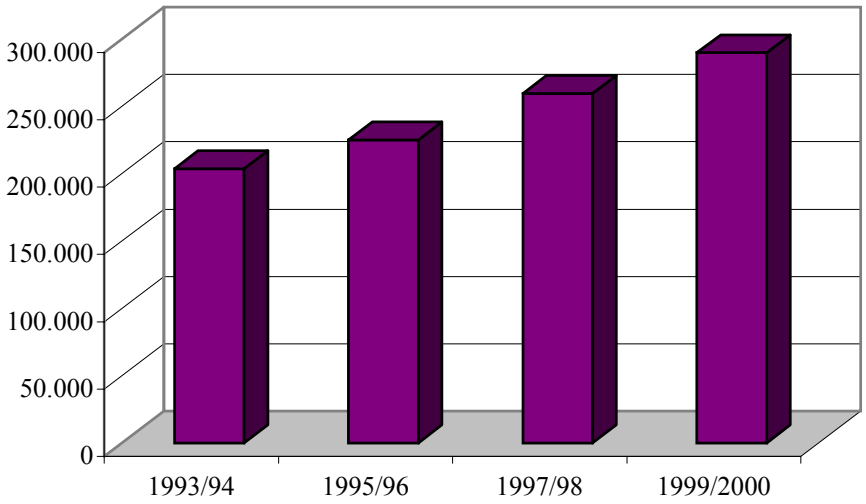
Figura 10.13 – Autovetture circolanti nella provincia di Vibo Valentia – (1993 – 2000)



Fonte: Elaborazione su dati ACI

Anche nella provincia di Reggio Calabria si concentra un numero elevato di autovetture, come si vede dalla figura 3.10. Ciò è dovuto alla più alta densità di popolazione che si registra in questa provincia.

Figura 10.14 – Autovetture circolanti nella provincia di Reggio Calabria – (1993 – 2000)



Fonte: Elaborazione su dati ACI

La Tabella 10.12, che riporta un'elaborazione dei dati forniti dall'ACI relativi all'anno 2000, permette di effettuare un'analisi del tipo di alimentazione delle autovetture circolanti in Calabria.

La maggior parte degli autoveicoli sono alimentati a benzina, circa il 77% del parco veicolare, seguono quelli alimentati a gasolio, che costituiscono circa il 20% del totale; gli autoveicoli alimentati in altro modo rappresentano, invece, una percentuale molto ridotta, circa il 3% del totale, come risulta dalla Figura 10.15.

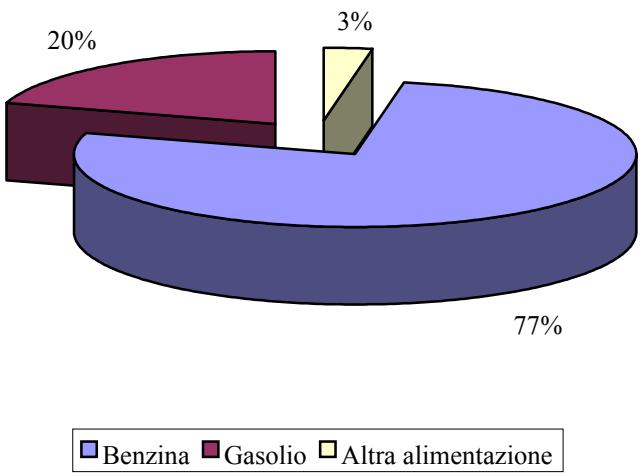
Nella provincia di Crotone si concentra la percentuale più elevata di veicoli alimentati a gasolio (circa il 25%) mentre nella provincia di Catanzaro si concentra la percentuale più elevata di veicoli alimentati in altro modo (circa l'8%).

Tabella 10.12 – Autovetture per tipo di alimentazione della Calabria - anno 2000

	Catanzaro	**Cosenza**	**Crotone**	**Reggio Calabria**	**Vibo Valentia**	**Totale Calabria**
Benzina	140.484	261.728	55.310	229.788	63.235	750.545
Gasolio	34.909	73.791	19.625	53.094	16.108	197.527
Altre alimentazioni	5.619	10.488	3.011	6.842	2.515	28.475

Fonte: Elaborazione su dati ACI

Figura 10.15 – Autovetture per tipo di alimentazione



Fonte: Elaborazione su dati ACI

10.2.2.2 - AUTOBUS

Analizzando ancora il trasporto su gomma, è importante evidenziare l'attuale sistema di trasporto su autobus, che costituisce uno dei mezzi di trasporto pubblico più utilizzato nella regione.

Con riferimento ai dati ACI aggiornati al 2000 possiamo analizzare la distribuzione per anno degli autobus della regione Calabria.

Dalla Tabella 10.13 possiamo vedere come nel corso degli anni si registra un aumento del numero di autobus utilizzati. La provincia che concentra il maggior numero di autobus è quella di Cosenza, avendo una maggiore estensione chilometrica, seguono quella di Reggio Calabria e Catanzaro.

Tabella 10.13 – Distribuzione autobus per province della Calabria – (1993 – 2000)

Anno	**1993/1994**	**1995/1996**	**1997/1998**	**1999/2000**
Catanzaro	570	621	715	846
Cosenza	1.175	1.254	1.364	1.451
Crotone	270	282	308	339
Reggio Calabria	654	743	792	867
Vibo Valentia	166	184	208	227
Calabria	**2.835**	**3.084**	**3.387**	**3.730**

Fonte: Elaborazione su dati ACI

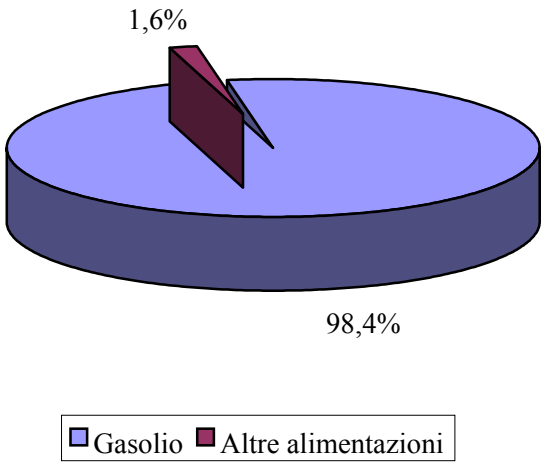
Con riferimento al tipo di alimentazione, dai dati della tabella 10.14 si nota che il combustibile di gran lunga più usato è il gasolio, che alimenta più del 98% degli autobus (vedi Figura 10.16).

Tabella 10.14 – Autobus per tipo di alimentazione in Calabria

	Gasolio	Altre alimentazioni
Catanzaro	839	7
Cosenza	1432	19
Crotone	333	6
Reggio Calabria	849	18
Vibo Valentia	218	9
Calabria	**3.671**	**59**

Fonte: elaborazione su dati ACI, 2000

Figura 10.16 – Autobus per tipo di alimentazione



Fonte: Elaborazione su dati ACI

Tabella 10.15 – Persone di 14 anni e più che utilizzano autobus, filobus e tram per frequenza nell'uso e grado di soddisfazione relativo alle diverse caratteristiche del servizio – anno 1999 *(per 100 persone della stessa zona)*

	Utilizzano autobus, filobus e tram (a)	Tutti i Giorni o Qualche Volta a settimana (a)	Frequenza corse	Puntualità	Possibilità di trovare posto a sedere	Velocità delle corse	Pulizia delle vetture	Comodità attesa delle fermate	Possibilità collegamento altri Comuni	Costo del biglietto
Calabria	13,6	6,0	54,0	50,0	58,8	67,4	53,2	30,7	48,8	50,1
Italia	**24,9**	**11,7**	**53,5**	**51,2**	**48,9**	**59,8**	**49,3**	**34,3**	**54,5**	**43,2**

Fonte: elaborazione su dati ISTAT
(a) per 100 persone – (b) per 100 utenti

Dalla tabella 10.15 emerge che in Calabria, rispetto alla media italiana, non è molto elevato il numero di persone che abitualmente utilizzano i mezzi pubblici per i propri spostamenti. Tali persone, però, si ritengono abbastanza soddisfatte dai vari servizi ad esse offerte.

10.2.2.3 - AUTOCARRI TRASPORTO MERCI

Per quanto riguarda il trasporto delle merci su gomma, si può fare riferimento ai dati forniti dall'ACI sugli autocarri trasporto merci.

Tabella 10.16 – Distribuzione autocarri trasporto merci in Calabria – (1993 – 2000)

	1993/1994	1995/1996	1997/1998	1999/2000
Catanzaro	14.524	15.403	16.459	17.837
Cosenza	27.414	28.723	30.195	32.133
Crotone	7.215	7.538	8.037	8.666
Reggio Calabria	23.639	24.588	25.672	27.0740
Vibo Valentia	6.939	7.303	7.725	8.215
Calabria	79.731	83.555	88.088	93.891

Fonte: Elaborazione su dati ACI

Nella Tabella 10.17 viene riportata la suddivisione del parco circolante per tipo di alimentazione.

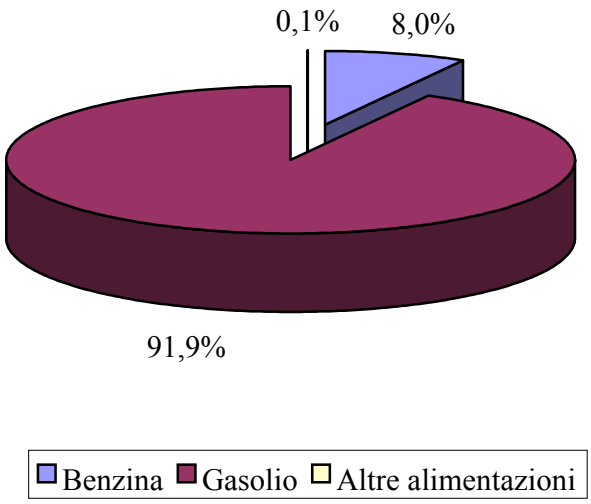
Tabella 10.17 – Autocarri trasporto merci per tipo di alimentazione in Calabria

	Benzina	Gasolio	Altre alimentazioni
Catanzaro	1.802	16.012	23
Cosenza	2.349	29.743	41
Crotone	534	8.125	7
Reggio Calabria	2.143	24.881	16
Vibo Valentia	669	7.533	13
Calabria	7.497	86.294	100

Fonte: Elaborazione su dati ACI

Il parco circolante raggiunge complessivamente le 93.891 unità; relativamente al tipo di alimentazione la Figura 10.17 mostra come quasi il 92% dei mezzi sia alimentato a gasolio, mentre la percentuale delle alimentazioni diverse da benzina e gasolio è del tutto irrisoria.

Figura 10.17 – Autocarri trasporto merci per tipo di alimentazione



Fonte: Elaborazione su dati ACI

La Tabella 10.18, che riporta i dati ACI 2000, mostra il numero degli autocarri merci che circolano nelle province della Calabria.

In relazione al movimento delle merci su gomma, infine, la Tabella 10.19 mostra le quantità espresse in migliaia di tonnellate delle merci uscite dalla regione Calabria verso altre regioni e delle merci arrivata nella Calabria da scambi a livello nazionale.

Tabella 10.18– Veicoli immatricolati: dati provinciali e regionali – anno 2000

Province	Autocarri			Totale autoveicoli speciali (a)	Totale
	Trasporto merci	Trasporto merci pericolose	Trasporto carburanti		
Catanzaro	17.858	10	35	1.783	19.686
Cosenza	32.186	14	57	3.597	35.854
Crotone	8.679	7	28	774	9.488
Reggio C.	27.108	30	48	2.773	29.959
Vibo V.	8.228	9	54	756	9.047
Calabria	**94.059**	**70**	**222**	**9.683**	**103.994**

Fonte: ACI: 2000

(a): in questa voce sono comprese le seguenti tipologie di veicoli: ambulanze, betoniere, campeggio, gru, isotermico, soccorso stradale, trasporto carburante, trasporto funebre, trasporto liquidi, merci pericolose, trasporto veicoli, trattamento rifiuti, altro.

Tabella 10.19 - Trasporti interni per regione di origine e di destinazione – 1997

	Tonnellate	**Ton. km (migliaia)**	**km medi**
Calabria come origine	14.292.714	2.412.913	168.8
Calabria come destinazione	16.351.689	3.590.801	219.6

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

10.2.3 - LA MOBILITÀ SU FERROVIA

I dati ISTAT della tabella 10.20 permettono di analizzare la frequenza d'uso e il grado di soddisfazione del servizio, permettendo anche un confronto tra la regione Calabria e il resto d'Italia.

Tabella 10.20 – Persone di 14 anni e più che utilizzano il treno per frequenza nell'uso e grado di soddisfazione relativo alle diverse caratteristiche del servizio

– anno 1999 *(per 100 persone della stessa zona)*

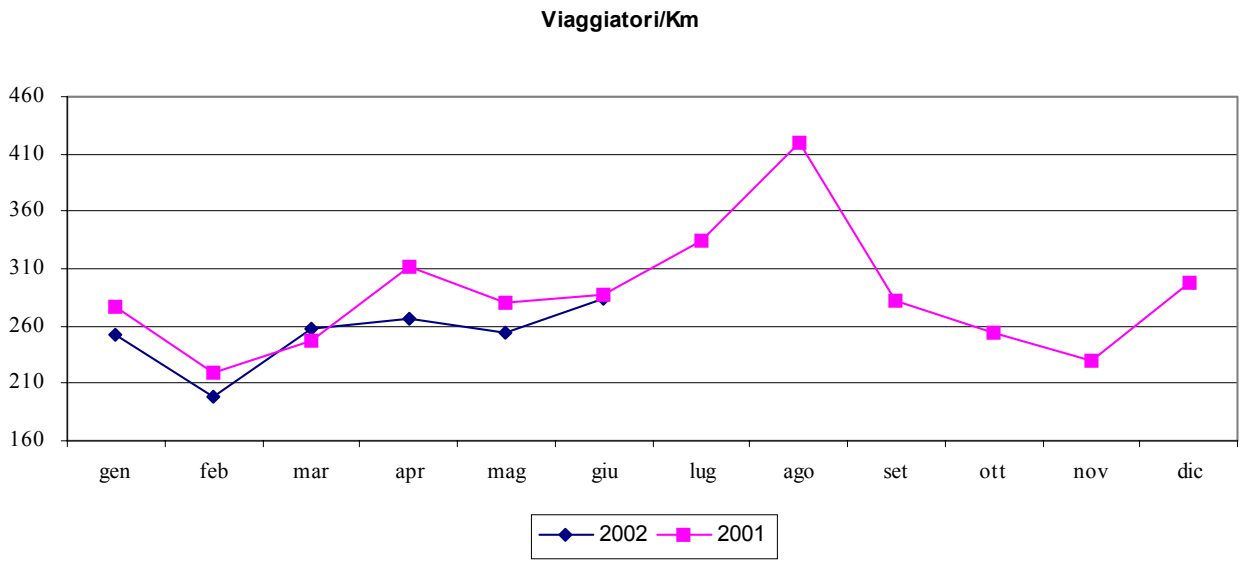
			Utenti molto e abbastanza soddisfatti per (b)						
	Utilizzano il treno (a)	Tutti i giorni o qualche volta a settimana (a)	Freq. corse	Puntualità	Possibilità di trovare posto a sedere	Pulizia delle vetture	Comodità degli orari	Costo del biglietto	Informazioni sul servizio
Calabria	31,4	1,7	40,4	29,3	45,4	16,4	33,9	21,0	33,3
Italia	**29,7**	**3,2**	**64,4**	**49,7**	**64,0**	**30,6**	**57,9**	**36,9**	**51,8**

Fonte: elaborazione su dati ISTAT
(a) per 100 persone – (b) per 100 utenti

Dalla tabella 10.20 precedente risulta che il treno è un mezzo molto utilizzato in Calabria, rispetto alla media italiana, anche se con una frequenza più bassa. Gli utenti, però, non si possono ritenere soddisfatti dei vari servizi ad essi offerti.

Negli istogrammi successivi è messo in luce la recente analisi marketing per la zona Tirrenica Sud.

Tabella 10.21 – Passeggeri/km e posti offerti – anno 2001/2002



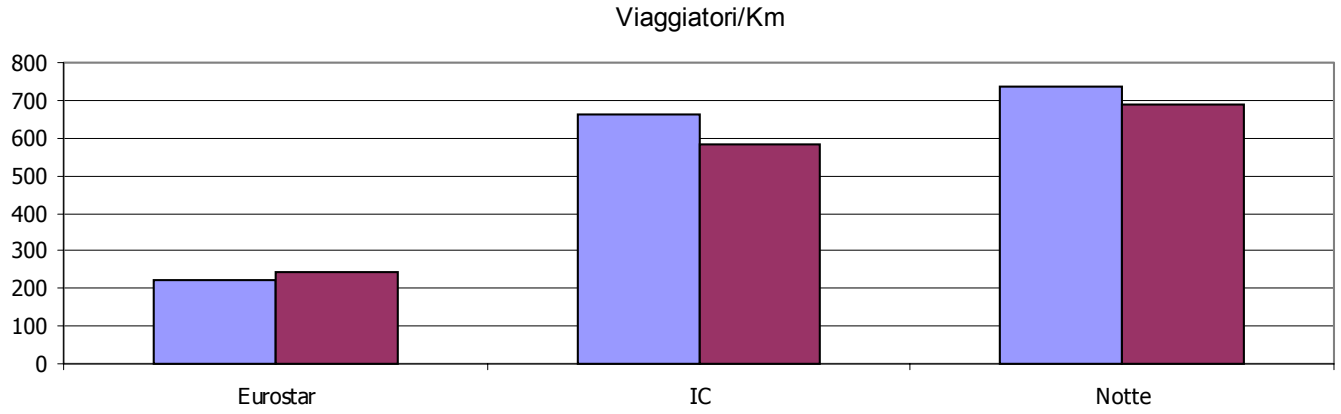
Fonte: dati TRENITALIA, Divisione Passeggeri

Tabella 10.22 – Consuntivo – anno 2001/2002

Consuntivo		Gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic
Viaggiatori Km	2002	253	198	257	267	255	283						
	2001	276	219	248	312	281	287	335	420	282	254	229	297
Load Factor	2002	52%	45%	62%	58%	56%	60%						
	2001	55%	52%	52%	65%	60%	62%	64%	66%	61%	56%	53%	59%
Posti Offerti	2002	493	440	417	461	461	473						
	2001	504	420	475	485	471	462	530	638	468	461	438	512
Carico Medio	2002	306	268	320	340	322	337						
	2001	318	304	306	382	349	354	356	384	344	324	307	338

Fonte: dati TRENITALIA, Divisione Passeggeri

Figura 10.28 – Suddivisione viaggiatori/km (milioni) per tipologia di rotabile adoperato – anno 2001/2002



Fonte: dati TRENITALIA, Divisione Passeggeri

Figura 10.19 – Suddivisione posti offerti (milioni) per tipologia di rotabile adoperato – anno 2001/2002

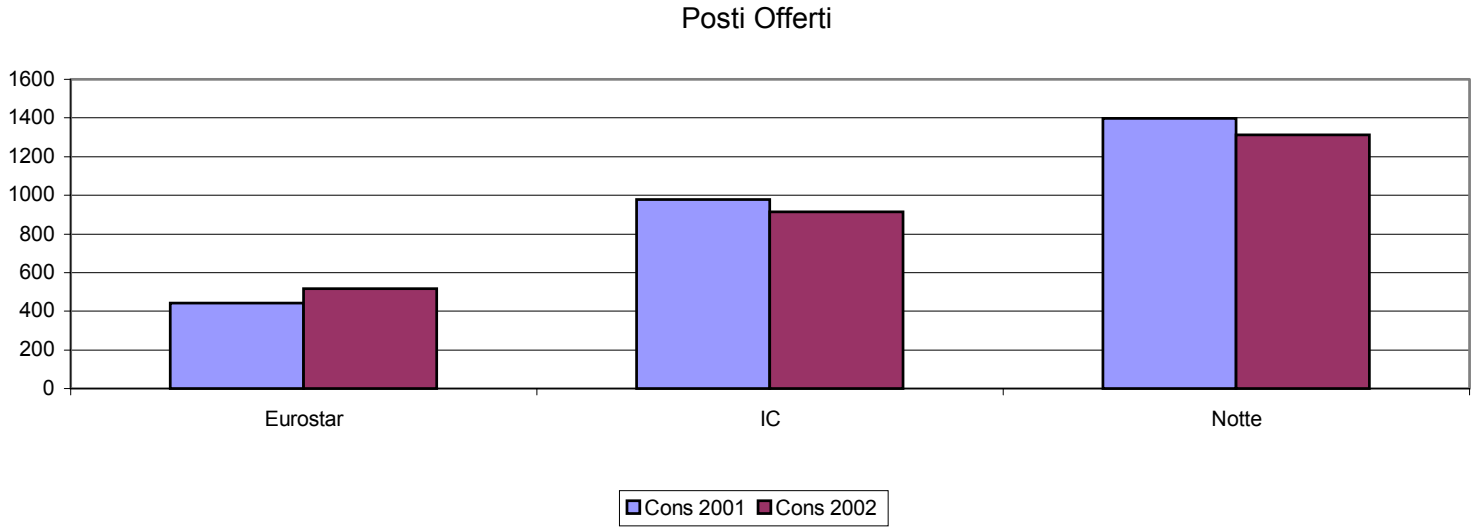
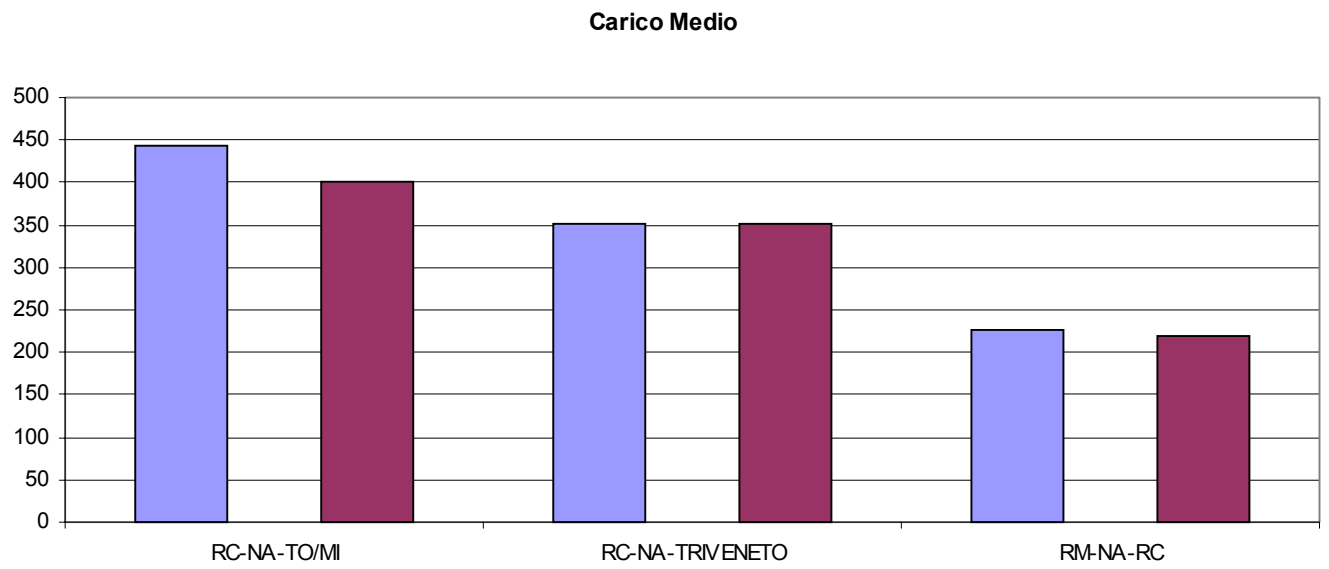
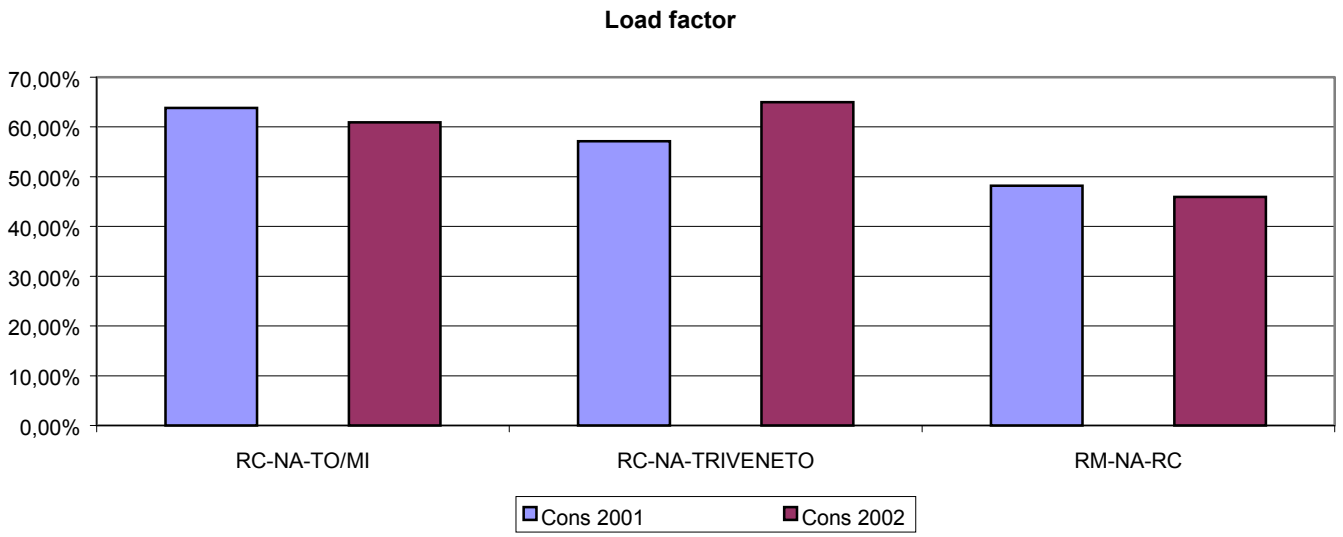


Figura 10.20 – Analisi carico medio e load factor (=viaggiatori km : posti offerti) per le principali direttrici (collegamenti Sud con Nord e Centro) – anno 2001/2002





Fonte: dati TRENITALIA, Divisione Passeggeri

10.2.4 - LA MOBILITÀ AEREA

Con riferimento ai più recenti dati pubblicati dall'ISTAT (1998), negli aeroporti di Lametia Terme e di Reggio Calabria sono atterrati, rispettivamente, 3.493 e 2.724 aerei, dati che rappresentano appena lo 0,70% e lo 0,55% dei movimenti nazionali.

Nell'aeroporto di Crotone sono invece atterrati 502 aerei che rappresentano appena lo 0,10% dei movimenti nazionali (vedi Tabella 10.8).

10.2.5 - LA MOBILITÀ MARITTIMA

Per delineare i caratteri principali della mobilità nei porti calabresi, si riporta un confronto fra i dati del 1998 e quelli del 1999, relativi al movimenti di navi, merci e passeggeri.

Tabella 10.23 – Navi arrivate, tonnellate di stazza netta, merci sbarcate ed imbarcate passeggeri sbarcati e imbarcati in Calabria e in Italia - anno 1998-99 (in migliaia)

	NAVI		MERCI (tonnellate)		PASSEGGERI	
	Arrivate	TSN	Sbarchi	Imbarchi	Sbarchi	Imbarchi
ANNO 1998						
Calabria	85.560	108.394,3	8.851,8	6.982,3	5.553,9	5.553,5
Italia	**564.989**	**724.484,5**	**335.222,0**	**140.448,1**	**40.398,0**	**40.222,7**
ANNO 1999						
Calabria	91.596	99.013,9	11.949,5	8.641,1	5.217,0	5.216,9
Italia	**549.194**	**748.819,1**	**327.783,0**	**135.285,6**	**42.745,1**	**42.695,6**

Fonte: ISTAT- Statistiche del trasporto marittimo 1999

Nel 1999 le navi transitate nei porti calabresi sono circa il 16,7% di quelle transitate in tutta Italia, mentre il numero di passeggeri è il 12,2% sul totale.

Dalla tabella 10.23 risulta, inoltre, che il numero di navi in transito nella regione Calabria ha subito un aumento, nonostante nel resto d'Italia si sia registrata una diminuzione. La stessa situazione si presenta per le tonnellate di merci sbarcate; le tonnellate di merci imbarcate sono, invece, in netta diminuzione.

Il numero di passeggeri sbarcati e imbarcati presenta una flessione negativa.

Nelle tabelle 10.24 e 10.25 che seguono viene descritto il movimento merci e passeggeri nei tre principali porti calabresi.

Tabella 10.24 – Traffico di merci in migliaia di tonnellate – anni 1998-1999

PORTI	MERCI		
	Sbarchi	Imbarchi	Totale
ANNO 1998			
Gioia Tauro	7.092,1	6.037,2	13.129,4
Vibo Valentia	980,2	38,6	1.018,7
Italia	**335.222,0**	**140.448,1**	**475.670,1**
ANNO 1999			
Gioia Tauro	10.638,7	8.097,4	18.736,1
Vibo Valentia	839,1	47,4	886,5
Italia	**327.783,0**	**135.285,6**	**463.068,6**

Fonte: ISTAT- Statistiche del trasporto marittimo 1999

Tabella 10.25 – Traffico di passeggeri, in migliaia – anni 1998-1999

PORTI	PASSEGGERI		
	Sbarchi	Imbarchi	Totale
ANNO 1998			
Reggio Calabria	5.537,8	5.537,5	11.075,3
Italia	**40.398,0**	**40.222,7**	**80.620,7**
ANNO 1999			
Reggio Calabria	5.217,0	5.216,9	10.433,9
Italia	**42.745,1**	**42.695,6**	**85.440,7**

Fonte: ISTAT- Statistiche del trasporto marittimo 1999

Come si può notare dalla tabella 10.26, il porto di Gioia Tauro è in forte crescita, anche se assorbe solo il 4% circa del traffico di merci totale italiano.

Dalla tabella 10.25 emerge, invece, che il porto di Reggio Calabria assorbe circa il 12,2% del traffico passeggeri. Nel 1999 il numero degli sbarchi e degli imbarchi ha, però, subito una flessione negativa rispetto all'anno precedente.

Tabella 10.26 – Numero di navi, merci e passeggeri trasportati in navigazione internazionale e di scalo, per porto di sbarco e imbarco – anno 1999

Sistemi portuali e porti	**Navi arrivate**	**Merci trasportate (Ton)**		**Passeggeri trasportati**	
		Sbarco	Imbarco	Sbarco	Imbarco
Gioia Tauro	3.097	27.683,1	8.813,8	7.783,2	16.597,0
Italia	42.257	282.369.333		4.295.342	

Fonte: ISTAT- Statistiche del trasporto marittimo 1999

10.2.6 - RIEPILOGO DEL QUADRO DELLA MOBILITÀ NELLA REGIONE CALABRIA

Sulla base dei dati raccolti ed illustrati in questo capitolo, si può delineare un quadro d'insieme che riguarda la mobilità nella Calabria.

Su strada si muovono complessivamente 242.524 automobili, 141.386 autobus, movimentando circa 794.981 persone al giorno.

Il traffico aereo interessa, invece, circa 894.445 viaggiatori l'anno tra arrivi, partenze e transiti, con un movimento di mezzi corrispondente a 66.719 aerei.

Infine, il sistema di trasporto marittimo ha visto un movimento di 10.433 migliaia di passeggeri annui tra imbarchi e sbarchi, con una flotta di 91.556 navi, comprese le navi adibite al trasporto merci.

Per quanto riguarda il trasporto merci, su strada si muovono 93.891 autocarri merci, e 9.683 autocarri speciali con un movimento merci pari a 14.292.714 tonnellate in uscita e 16.351.689 tonnellate in entrata.

Gli aerei trasportano complessivamente circa 562 Mt di merci l'anno, tra merci imbarcate, sbarcate oltre a 664 Mt di posta.

Le merci trasportate su nave invece raggiungono il totale complessivo di 20.590 Mt.

10.3 - I PROBLEMI EMERSI DALL' ANALISI DEL SISTEMA DEI TRASPORTI NELLA REGIONE CALABRIA

Il quadro della mobilità nella Calabria ricalca per alcuni aspetti i caratteri generali del sistema dei trasporti a livello nazionale, anche se ha evidenziato alcune peculiarità proprie della regione.

Come è noto la situazione dei trasporti in Italia vive uno squilibrio di modalità del tutto peculiare, dove il traffico dei passeggeri e merci trasportate è fortemente sbilanciato verso la modalità stradale, evidenziato dal forte incremento del parco autoveicoli, dalle infrastrutture stradali e dai consumi energetici.

Si evidenzia una progressivo incremento di esigenze di tipo relazionale, nel quale il movimento relativo a scambi di persone, merci, informazioni, condizionano sempre più il sistema territoriale ed insediativo attuale.

Queste esigenze si accentuano con particolare evidenza nella Calabria, regione caratterizzata da una forte potenzialità turistica che soffre della insufficienza e inadeguatezza delle strutture. Una delle principali cause di questa situazione è dovuta alla stessa morfologia della regione.

La Calabria si presenta infatti come un lungo e stretto lembo di terra, esteso per circa 15.000 mila kmq, e costituito per circa il 40% da montagna, per il 50% da colline, mentre solo il 10% è pianura. I comuni che sono ubicati in montagna o in collina sono 350 sui 409 complessivi.

Negli ultimi anni, le province stanno assumendo le caratteristiche tipiche delle aree urbane di grandi dimensioni, con una progressiva diffusione della popolazione verso aree esterne al capoluogo, spesso nate secondo processi poco pianificati. Questo fenomeno ha portato quindi a determinare localizzazioni insediative spesso prive o inadeguate in termini di strutture di collegamento diverse dal sistema viario stradale.

Ciò ha determinato un'ampia congestione dell'area urbana, causata soprattutto dalla mobilità di tipo stradale, che ha assorbito gran parte della domanda di mobilità, coperta soprattutto dai mezzi privati più che dai pubblici, dove si segnala una evidente crisi.

La situazione è aggravata inoltre dal fatto che, uscendo dall'area urbana, il sistema infrastrutturale viario è impostato su collegamenti insufficienti e di qualità scadente che risultano chiaramente inadeguate.

Si segnala inoltre una saturazione delle direttrici di accesso alle principali province, per alcune delle quali non esiste neppure una alternativa ferroviaria.

10.4 - I CONSUMI ENERGETICI E LE EMISSIONI INQUINANTI DEL SETTORE TRASPORTI

I trasporti nella regione Calabria coprono il 2,5% dei consumi energetici dell'intera penisola.

Nonostante una infrastruttura in linea di massima omogenea, vi sono zone che possono dirsi meglio servite di altre: sono quelle in prossimità di nodi viari e ferroviari importanti.

Nella seguente tabella 10.27, sono riportati i dati relativi al consumo finale di energia nel settore trasporti, considerando, in particolare, la quota parte dei consumi energetici attribuibile alla Regione Calabria.

Tabella 10.27 - Consumi finali di energia nei trasporti (in tep)

	1992	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**
Calabria	950.468	934.473	935.009	924.232	965.502	989.375	995.790
Italia	35.837.135	36.518.926	36.818.745	37.069.700	37.724.609	38.642.911	39.634.196

Fonte: Enea

Di seguito (Tabelle 10.28, 10.29 e 10.30) sono, altresì, indicati, con riferimento all'anno 1998, i consumi finali, tenendo conto dell'utilizzo dei prodotti petroliferi (gasolio, benzine, g.p.l.) e dei combustibili gassosi (gas naturale), nonché i consumi finali, compresi negli anni 1992-1998, di benzina e di gasolio.

Tabella 10.28 - Consumi finali di fonti energetiche nel trasporto su strada -1998 (ktep)

	Benzine con piombo	Benzine senza piombo	Gasolio	G.P.L.	Gas naturale	Totale
Calabria	263	231	400	37	n.d.	932
Italia	7.955	10.566	15.826	1.673	277	36.297

Fonte: Enea

Tabella 10.29 - Consumi finali di benzina per trasporto su strada (tep)

	1992	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**
Calabria	424.463	442.247	461.505	453.790	480.116	486.620	494.591
Italia	16.163.667	16.889.369	17.559.821	17.644.726	17.673.057	18.313.461	18.520.865

Fonte: Enea

Tabella 10.30 - Consumi finali di gasolio per trasporto su strada (tep)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Calabria	466.239	432.015	410.067	369.120	395.921	417.721	400.161
Italia	15.651.973	15.579.884	15.001.795	14.834.153	14.760.679	15.178.670	15.821.249

Fonte: Enea

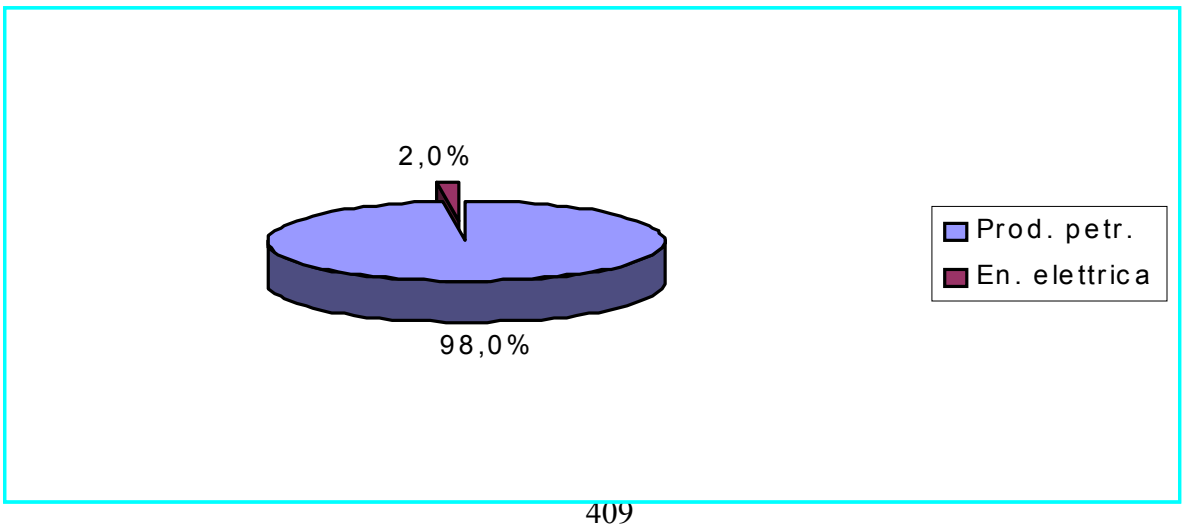
La tabella 10.31 che segue, riporta invece i consumi energetici dei prodotti petroliferi e dell'energia elettrica nell'arco temporale 1992-1998.. E' evidente la predominanza dei derivati del petrolio (benzine e gasolio) rispetto all'energia elettrica quale fonte energetica.

Tabella 10.31 - Consumi finali nel settore trasporti della Calabria per tipo di combustibile.

Tipo di combustibile (consumi in tep)			
Anno	Prodotti Petroliferi	Energia Elettrica	Totale
1992	931.264	19.204	950.468
1993	916.155	18.318	934.473
1994	916.949	18.060	935.009
1995	904.624	19.608	924.232
1996	945.894	19.608	965.502
1997	969.767	19.608	989.375
1998	976.182	19.608	995.047

Fonte: ENEA

Figura 10.21 – Regione Calabria: ripartizione dei consumi nel settore trasporti (%) - 1998



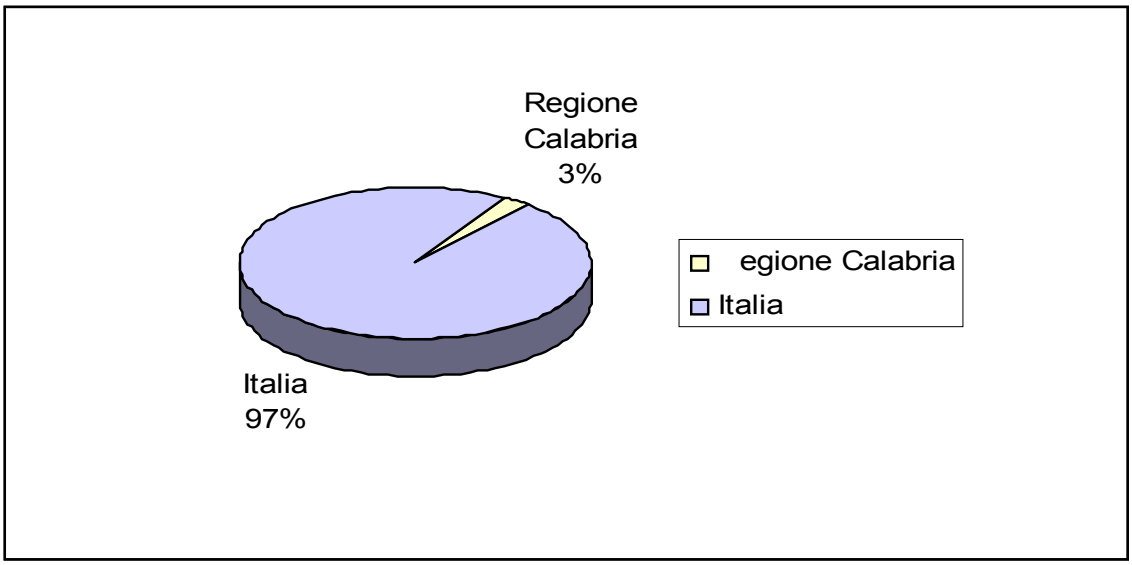
Le due tabelle 10.32 e 10.33 seguenti danno un quadro del parco veicoli calabrese:

Tabella 10.32 – Numero totale di autovetture (Calabria, Italia)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Calabria	844.745	917.791	886.280	900.422	944.935	976.547
Italia	**30.301.423**	**30.638.862**	**30.740.733**	**31.056.004**	**32.038.291**	**32.583.815**

Fonte: ENEA

Figura 10.22 – Confronto Calabria – Italia del parco veicoli, in percentuale



Fonte ENEA

Tabella 10.33- Numero totale degli altri mezzi circolanti nella Regione Calabria.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
AUTOBUS	2.944	3.132	3.341	3.437	3.548	3.737
Autocarri	78.403	101.094	96.304	95.434	98.911	103.733
Motocicli	42.954	47.630	49.676	52.216	59.904	68.247
Motocarri	34.102	33.544	32.830	33.051	32.890	23.387

Fonte: ENEA

per un totale di 1.175.651 di veicoli.

Tabella 10.34 - Popolazione, autovetture e veicoli (anno 2000)

REGIONI	Popolazione	Autovetture	Veicoli	Veicoli/Pop.	Autovetture/pop.
Calabria	2.046.291	976.547	1.175.651	0,574	0,477
Italia	57.689.054	32.583.815	40.743.777	0,706	0,565

Le autovetture risultano prevalentemente alimentate a benzina, seguite da quelle alimentate a gasolio.

10.5 - GLI OBIETTIVI PER LA RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI E DELLE EMISSIONI INQUINANTI NEL SETTORE DEI TRASPORTI

Il Protocollo di Kyoto quantifica l'impegno della Comunità Europea per la riduzione delle emissioni di gas serra: prendendo a riferimento i valori dell'anno 1990, nel 2010 si dovrà arrivare ad una riduzione dell'8% dei gas inquinanti.

L'Italia, in particolare, dovrà abbattere le emissioni del 6,5 %.

Tale obiettivo (la riduzione dei gas inquinanti), può essere realizzato anche attraverso provvedimenti presi nel settore dei trasporti.

L'obiettivo è arrivare ad una stabilizzazione delle emissioni di CO_2 sui livelli del 1990 (-35 M t CO_2 rispetto all'andamento tendenziale al 2010).

In particolare la 2^ comunicazione CIPE (dicembre 1997) ha stabilito:

a) la sostituzione di 12 milioni (4 milioni entro il 2005) di auto circolanti, con auto a ridotte emissioni (145 g CO_2/km);
b) la sostituzione di 7 milioni di auto circolanti con auto a bassissime emissioni (120 g CO_2/km);
c) la promozione di auto e furgoni a metano;
d) la promozione di biocarburanti e biocombustibili;
e) il controllo del traffico urbano;
f) la realizzazione e l'ammodernamento delle linee metropolitane, tranviarie e ferroviarie locali per 1.100 km;
g) il trasferimento di 40 miliardi di tonnellate per km di merci dal trasporto stradale a quello ferroviario e navale.

La delibera CIPE n° 137/1998 prevede i seguenti obiettivi di riduzione delle emissioni, che includono anche quelli conseguibili con i meccanismi di flessibilità istituiti dal Protocollo di Kyoto e le relative azioni nazionali contenute nelle "Linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra" .

Tabella 10.5- Obiettivi di riduzione

AZIONI NAZIONALI PER LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DEI GAS SERRA	Mt CO_2 2002	Mt CO_2 2006	MtCO_2 2008-2012
Aumento di efficienza nel parco termoelettrico	-4/5	-10/12	-20/23
Riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti	**-4/6**	**-9/11**	**-18/21**
Produzione di energia da fonti rinnovabili	-4/5	-7/9	-18/20
Riduzione dei consumi energetici nei settori industriale / abitativo / terziario	-6/7	-12/14	-24/29
Riduzione delle emissioni nei settori non energetici	-2	-7/9	-15/19
Assorbimento delle emissioni di co2 dalle foreste			(-0,7)
Totale	-20/25	-45/55	-95/112

Fonte : Delibera CIPE 137/1998

Come si può vedere, la delibera ha limitato il contributo ottenibile dal settore trasporti.

Al fine di soddisfare tali obiettivi, la Delibera CIPE, impone al Governo di adottare provvedimenti riguardanti:

a) l'impiego obbligatorio del biodiesel, negli autoveicoli destinati al trasporto, a cominciare dai Comuni con oltre 100.000 abitanti;
b) l'impiego obbligatorio del biodiesel, in miscela con il gasolio distribuito nella rete;
c) l'impiego del bioetanolo, ai fini della produzione di ETBE da miscelare nelle benzine distribuite nella rete;
d) l'impiego obbligatorio del biodiesel, in miscela con gasolio destinato alla nautica.

Questo documento rappresenta il punto di riferimento per impostare la politica regionale rivolta ad un uso sostenibile dei trasporti.

10.6 - GLI INTERVENTI POSSIBILI

I Piani Regionali dei trasporti ed i Piani Urbani del traffico (PUT) di competenza comunale, la cui predisposizione è obbligatoria per i comuni al di sopra dei 30.000 abitanti, sono competenti in ordine alla pianificazione dei trasporti e più in generale, della mobilità. Essi non contengono, però, indicazioni di tipo energetico - ambientale.

Si tratta, infatti, di obiettivi che richiedono un'iniziativa a livello nazionale per quanto riguarda il movimento passeggeri ed a livello europeo per il settore del trasporto merci.

Sono stati fissati, in ogni caso, i seguenti capisaldi:

- pianificare la politica dei trasporti nel rispetto dell'ambiente;
- pianificare il territorio mirando a razionalizzare le esigenze di mobilità;
- razionalizzare e limitare l'uso dell'autovettura privata;
- potenziare il trasporto collettivo in tutte le sue forme (trasporto ferroviario provinciale e regionale, trasporto pubblico urbano e metropolitano, trasporto collettivo privato, ecc.), operando una forte integrazione all'interno delle modalità stesse e con il trasporto privato;
- realizzare nuove infrastrutture solo dopo aver valutato la possibilità di un recupero di efficienza delle strutture esistenti;
- puntare sulla regolazione normativa, economica e fiscale, utilizzando dei criteri di tariffazione delle infrastrutture e dei sistemi di trasporto.

Il Libro Verde ENEA sugli usi sostenibili dell'energia nei trasporti, individua gli obiettivi e le iniziative da attivare per la riduzione dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti.

L'attenzione è rivolta principalmente ai veicoli stradali, sia perché questi, se rapportati alla capacità di trasporto, consumano più energia di altri, sia perché il trasporto stradale, ed in particolare quello dovuto alle autovetture private, incide in maniera determinante sul totale delle emissioni e dei consumi nel settore trasporti.

Gli obiettivi principali da raggiungere sono i seguenti:

- Limitare gli impatti sulla salute e sulla sicurezza;
- Ridurre i consumi energetici e l'impatto dei trasporti sull'ambiente locale e sulle variazioni globali del clima;
- Limitare l'impatto sul territorio.

Tra questi, il secondo punto è quello più legato agli aspetti energetici.

Per raggiungere lo specifico obiettivo della riduzione dei consumi energetici, il Libro Verde indica tre punti essenziali da seguire:

- Contrastare l'aumento del traffico urbano e suburbano;
- Contenere i consumi e le emissioni specifiche del parco circolante;
- Razionalizzare il trasporto delle merci.

Gli sforzi, come si è detto, sono concentrati soprattutto sul trasporto terrestre di passeggeri e di merci in aree urbane ed extraurbane, essendo il trasporto navale ed aereo complessivamente responsabile di meno dell'8 % dei consumi totali nei trasporti.

10.6.1 - INTERVENTI IN AREE URBANE

Il Libro verde contempla una serie di azioni volte ad evitare intasamenti e a limitare le percorrenze, oltre ad una serie d'interventi a livello nazionale per la sostituzione dei vecchi veicoli con altri più nuovi e, quindi, meno inquinanti.

In particolare nelle aree urbane si dovrà:

- razionalizzare la mobilità attraverso i PUT (Piani Urbani del traffico, di livello comunale, art. 36 Codice della Strada), i quali dovranno contenere azioni volte alla riduzione dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti, oltre al problema del miglioramento delle condizioni di sicurezza. Si tratta di problemi, oggi trascurati dai piani esistenti. Essi dovranno, altresì, divenire piani di mobilità, correlati con il Piano regionale dei Trasporti e con lo stesso Piano energetico regionale;
- introdurre strumenti di gestione e di controllo della mobilità, quali ad esempio, i mobility managers oppure i sistemi telematici di controllo e

supervisione del traffico, i quali, però, richiedono competenze specifiche nell'amministrazione o nelle società di servizi ad esse collegate;

- insistere sulla massima efficienza del servizio pubblico superando gli assetti monopolistici nella gestione dei servizi di trasporto urbano, puntando sulla coordinazione tra i vari sistemi e sul miglioramento dei rapporti con gli utenti;
- puntare sulla costruzione di strutture per il trasporto pubblico di massa in sede propria, in particolare sulla rete ferroviaria urbana e tranviaria e la rete metropolitana, prevedendo, altresì, nodi di scambio attrezzati (parcheggi e piazzali attrezzati);
- migliorare la qualità dei mezzi di trasporto, con particolare attenzione al comfort dei passeggeri;
- lasciare spazio alle iniziative dei privati, con l'obiettivo di aumentare il novero dei servizi di trasporto collettivo, ad esempio attraverso il taxi collettivo, il car pooling, il car sharing, purché nell'ottica della regolamentazione legislativa degli stessi;
- aumentare le piste pedonali e ciclabili riservando loro apposite corsie e garantendogli priorità semaforiche nei centri, ma soprattutto nelle periferie cittadine;
- incentivare le modalità alternative alle vetture private, limitando la sosta nelle zone in cui i servizi di trasporto pubblico risultino adeguati;
- razionalizzare la distribuzione delle merci e della raccolta e trasporto dei rifiuti, favorendo il trasporto "conto terzi" e la regolamentazione temporale;
- progettare e modificare la rete stradale urbana e suburbana in modo da eliminare i restringimenti della stessa in corrispondenza degli snodi d'ingresso all'area urbana, sostituendo le rotatorie agli incroci e progettando aree ciclabili e pedonali;
- razionalizzare le cosiddette ore di punta, sfalsando gli orari delle scuole, dei pubblici esercizi e degli uffici;
- incentivare il lavoro virtuale (telelavoro, teleservizi);
-governare la destinazione d'uso degli immobili, mediante l'esplicita considerazione delle conseguenze sulla mobilità.

10.6.2 - INTERVENTI IN AREE EXTRAURBANE

Il Libro Verde identifica anche per le aree extraurbane una serie di azioni chiave per il raggiungimento degli obiettivi prefissi.

Qui si dovrà:

- puntare sull'integrazione auto privata e trasporti collettivi, prevedendo nodi di interscambio, quali parcheggi ed aree attrezzate;
- controllare e ridurre i limiti di velocità, tenendo conto che riducendo la velocità oraria da 130 a 120 Km/h, i consumi si riducono del 10%;
- migliorare l'offerta ferroviaria, muovendosi verso la regionalizzazione delle ferrovie locali.

10.6.3 - INTERVENTI PER LA RAZIONALIZZAZIONE DEL TRASPORTO MERCI

Il primo e principale obiettivo è incentivare le industrie produttrici a progettare veicoli a sempre maggiore rendimento. A ciò potrà associarsi una politica d'incentivazione verso la sostituzione di mezzi di trasporto merci costituendo un parco veicoli più efficiente ma meno inquinante, considerando che il nostro parco veicolare è tra i più vecchi d'Europa.

Il rinnovo del parco veicoli, però, se certamente contribuisce all'efficienza energetica complessiva dell'autotrasporto, non ha sulla riduzione di consumi ed emissioni, effetti confrontabili con quelli di altri provvedimenti.

L'efficienza dei motori dei veicoli merci, infatti, a differenza di quelli per le autovetture, è sempre stata attentamente valutata dai costruttori, essendo un rilevante parametro per la loro diffusione. Il contributo maggiore al contenimento di emissioni e consumi consegue allo spostamento di quote di domanda dal trasporto stradale a quello ferroviario, ciò, però, richiede efficienza tecnico-economica delle linee ferroviarie esistenti e realizzazione di una rete con ampi modelli operativi.

Interventi decisivi devono avere come scopo la razionalizzazione della domanda e dell'offerta di autotrasporto. Mittenti e destinatari dovranno essere spinti ad una maggiore attenzione per le funzioni logistiche.

Nella pianificazione logistica devono essere valutate le operazioni di carico e scarico per ridurne i tempi di esecuzione e di attesa. La contrazione dei tempi di carico e scarico delle merci è fondamentale per la competitività del trasporto combinato.

Per quanto attiene la consegna delle merci, le azioni a breve e medio termine sono finalizzate all'abbattimento dei consumi, attraverso, innanzitutto, il rinnovo del parco veicolare con veicoli a maggiore rendimento nonché con la riduzione della congestione della circolazione. E', perciò, necessaria la scelta della tariffazione delle soste e dell'uso delle strade in ambito urbano. Nelle principali città dovrebbe disporsi che la consegna delle merci avvenga non oltre la soglia del destinatario.

Va, altresì, sostenuta attraverso interventi pubblici, la realizzazione di spazi privati per il ritiro - recapito di merci, in ambito urbano.

Qualunque altra azione, produce effetti sul lungo periodo.

L'obiettivo è modificare la richiesta, puntando all'uso di veicoli più grandi, limitando i chilometraggi, introducendo la distribuzione notturna.

Altre iniziative auspicabili possono essere:

- la collaborazione tra aziende di trasporto, volta alla "collettivizzazione" della distribuzione, così da spostare la domanda di trasporto di merci in conto proprio verso quello in conto terzi, compiendo servizi di distribuzione gestiti da aziende sottoposte al controllo dell'Amministrazione comunale, con l'uso di veicoli di dimensioni adeguate ed a basso impatto ambientale ;
- la previsione di depositi notturni di quartiere o, addirittura, di strada;
- la scelta verso modalità alternative a quella stradale.

La sicurezza, sulle lunghe distanze, dovrà altresì garantirsi attraverso severi controlli della velocità su strade statali ed autostrade, con una sempre più frequente utilizzazione di tecnologie elettroniche ed informatiche a terra e a bordo dei veicoli nonché con una riduzione del limite di velocità.

10.7 - LE TECNOLOGIE

La riduzione dei consumi è direttamente proporzionale all'innovazione tecnologica.

Di seguito sono riportate brevemente le tecnologie più significative nel settore veicolare che potrebbero portare ad una riduzione dell'impatto energetico-ambientale.

Sono presentate, innanzitutto, le tecnologie già consolidate, quali i motori a ciclo diesel e ad accelerazione comandata, che possono determinare condizioni di basso e di bassissimo consumo.

Si passa, quindi, all'illustrazione delle tecnologie più innovative il cui ingresso sul mercato incontra ancora difficoltà.

Da ultimo, si presenta una rassegna relativa ai nuovi combustibili e al loro attuale grado di sviluppo.

10.7.1 - INNOVAZIONE NEL PARCO VEICOLARE

10.7.1.1 - VEICOLI DIESEL E A BENZINA

Sono veicoli che usufruiscono di tecnologie di trazione ormai consolidate e che puntano, attraverso uno sviluppo dell'efficienza, a fissare condizioni di bassissimo consumo, in misura pari a circa 3 litri/100 km, che corrispondono a circa 80 g /km di CO_2.

Un'ulteriore evoluzione tecnologica, nel caso dei motori diesel e a metano, punta a nuovi sistemi di catalizzazione e a miglioramenti di processo per la diminuzione del contenuto di zolfo e di benzene e degli aromatici in genere.

In particolare, nei motori a ciclo diesel, l'introduzione dell'iniezione elettronica e l'ottimizzazione dei turbocompressori hanno portato ad un incremento dell'efficienza che supera il 40%.

Successivi interventi migliorativi, ancor oggi allo studio, (rateo di iniezione variabile, miglioramenti della geometria della camera di combustione, compressione intefrigerata) potranno accrescere di alcuni punti percentuali l'attuale rendimento.

L'ultima rivoluzione tecnologica, per quanto riguarda i motori a benzina e a GPL, è stata l'iniezione diretta in camera di combustione, che ha consentito la stratificazione della carica e quindi di operare con miscele molto magre.

Per i motori a metano, che rappresentano oggi la soluzione più conveniente per diminuire il carico inquinante nell'aria delle aree urbane, è necessaria, però, l'introduzione di nuovi catalizzatori per l'abbattimento del metano incombusto.

Rimane il problema dell'ingombro della bombola di combustibile, che ha dimensioni e peso maggiori di un serbatoio. Alcune soluzioni sono già disponibili sul mercato.

10.7.1.2 - VEICOLI ELETTRICI

La propulsione elettrica potrebbe essere l'alternativa a basso impatto ambientale per il sostegno alla mobilità urbana.

Tanto nel trasporto pubblico, quanto in quello privato nazionale e internazionale, si utilizzano già veicoli elettrici.

Il minore impatto della propulsione elettrica (silenziosità, emissioni zero) ne rende adatto l'uso soprattutto nelle aree urbane. Tuttavia, non si è ancora raggiunta una stabilità tecnologica e questo giustifica l'incertezza e i dubbi sullo sviluppo di tale tecnologia, particolarmente a livello privato.

I limiti si possono così riassumere:

- elevati costi di acquisto
- ridotte prestazioni in termini di autonomia
- ridotte prestazioni cinematiche.

Per quanto riguarda il primo punto, oggi i costi dei veicoli sono due o tre volte superiori rispetto a quelli di analoghi veicoli a combustione interna. Tale limite può essere superato solo in caso di produzione su larga scala e quindi di diffusa utilizzazione di tale tecnologia. In questo caso il costo potrebbe scendere, arrivando fino a 1,5 volte quello dei veicoli tradizionali.

Per quanto riguarda i limiti cinematici, che possono essere indicati nel valore di 100 km/h, essi sono certamente trascurabili se il veicolo si sposta in ambito urbano, dove la velocità massima consentita è pari a 50 km/h.

Il fattore autonomia può essere considerato, invece, un elemento negativo più significativo, tenendo conto che attualmente i veicoli non superano i 50-100 km di percorrenza a seconda del mezzo. Si ritiene che la condizione basilare per la diffusione dei veicoli elettrici sul mercato sia una autonomia di circa 100 km per i veicoli pubblici e di circa 200 km per i mezzi privati. Ciò potrebbe verificarsi con la sostituzione delle attuali batterie al piombo con batterie zinco-aria in modo da assicurare una prestazione migliore e un più facile sistema di ricarica.

Per superare l'inconveniente della dispersione energetica in fase di decelerazione, si è studiato per i veicoli elettrici un processo ibrido, applicando la propulsione termico-elettrica. Si tratta di affiancare al motore tradizionale una o più macchine elettriche, impiegate sia come motore che come sistema di accumulo di energia elettrica, consentendo, così, un recupero di energia nelle frenate e durante le soste.

10.7.1.3 - VEICOLI IBRIDI

I veicoli "ibridi" sono quei veicoli nei quali il movimento è assicurato da un motore elettrico, alimentato, però, da un motore endotermico installato a bordo.

Questa soluzione consente di comparare le prestazioni dei veicoli ibridi a quelle di analoghi veicoli a trazione endotermica, in particolare per quanto riguarda l'autonomia di viaggio; mentre per quanto riguarda le emissioni sonore ed atmosferiche, la presenza di un motore di limitata potenza, che opera costantemente ad un regime di rotazione ottimizzato, garantisce un livello di impatto ambientale limitato.

La tecnologia ibrida è già stata applicata alle autovetture. Di ciò sono esempi prototipi di modelli di piccola e media dimensione, così come microvetture espressamente progettate per una trazione non convenzionale. Tale innovazione tecnologica si estende anche agli autobus: diversi modelli sono stati proposti dalle case nazionali ed estere.

10.7.1.4 - VEICOLI A CELLE A COMBUSTIBILE

Una soluzione ancora più avanzata è costituita da un veicolo ibrido-elettrico con sistema di generazione a celle a combustibile, alimentato da idrogeno o da metanolo.

Le celle a combustibile sfruttano un'ossidoriduzione controllata per la produzione d'energia e sono caratterizzate da un rendimento molto elevato (50-60%) al variare del carico. Si prevede che il loro utilizzo sarà considerevole a partire dal 2005.

Attualmente questo sistema è ancora in fase di studio sia per quanto riguarda la tecnologia delle celle, sia per le tecnologie per la produzione e la purificazione dell'idrogeno a bordo e per l'ingegneria complessiva del sistema.

Uno degli ostacoli tecnologici, ad esempio, è costituito dalla difficoltà di realizzare un reformer (dispositivo di conversione degli idrocarburi in idrogeno) che sia facilmente installabile a bordo e che consenta l'uso dei carburanti per i quali esiste già una rete di distribuzione, metano o benzina.

10.7.2 - INNOVAZIONE NELLE FONTI ENERGETICHE PER TRAZIONE

10.7.2.1 - METANOLO – ETANOLO

Sono due alcoli con proprietà fisiche ed emissioni specifiche simili.

Il Metanolo (CH_3OH) è un alcol semplice, che non contiene né zolfo né molecole organiche complesse. Può essere prodotto a partire da gas vegetali carbone, substrati (es. legna) o da residui organici.

L'uso del metanolo come alternativa alla benzina, consentirebbe di ottenere due significativi vantaggi dal punto di vista della qualità dell'aria: un minore rischio di formazione di ozono e, se usato allo stato puro (non in miscela), una notevole riduzione delle emissioni di benzene e altri idrocarburi policiclici aromatici.

Utilizzando metanolo puro, le emissioni di ossido di zolfo si riducono a modeste quantità derivanti sostanzialmente dalla combustione dello zolfo contenuto nell'olio motore.

La riduzione dell'ozono e delle emissioni di altri inquinanti dipende dal livello di ottimizzazione della combustione (come, ad esempio, i catalizzatori riscaldati). In particolare, ciò vale per le emissioni di formaldeide (HCHO), principale prodotto di ossidazione del metanolo.

La formaldeide è un prodotto tossico e verosimilmente cancerogeno, che in luoghi non areati (garage, tunnel stradali), può raggiungere concentrazioni pericolose per la salute umana.

Tanto le immissioni dirette, quanto la formazione indiretta, originata dalle reazioni d'ossidazione d'idrocarburi, contribuiscono ad aumentare le concentrazioni di formaldeide. L'utilizzo del metanolo puro dovrebbe ridurre le concentrazioni ambientali di formaldeide, per effetto della scarsa reattività dei relativi prodotti di combustione.

La produzione di metanolo tramite il processo di conversione del gas naturale dà luogo a meno emissioni di ossidi di zolfo, particolato e composti organici volatili per unità di energia prodotta, rispetto a quelle che si ottengono con la conversione di olio grezzo in benzina nelle raffinerie di petrolio. In effetti, il gas naturale contiene meno zolfo ed è più omogeneo del petrolio grezzo.

L'etanolo (CH_3CH_2OH), è un alcol primario e può essere prodotto a partire dalla canna da zucchero e dal mais mediante fermentazione. Ha il vantaggio, rispetto al metanolo, d'essere più pulito, meno tossico e meno corrosivo.

Presenta, tuttavia, costi di produzione più elevati e richiedendo ampie aree per la coltivazione delle materie prime e notevoli quantità di energia, determina l'insorgere di ulteriori costi ambientali.

Caratterizzato da un elevato numero di ottani, l'etanolo era stato inizialmente unito alla benzina, in particolare negli Stati Uniti e in Brasile; in ogni modo, da quando si accertò che l'etanolo miscelato con la benzina, incrementava le emissioni dovute all'evaporazione del carburante, si ridimensionò la potenzialità dell'etanolo in termini di riduzione delle emissioni. E' da notare, comunque, che le emissioni di NOx dovute all'etanolo, anche se più elevate rispetto al metanolo, sono notevolmente più basse di quelle di un motore diesel convenzionale e inoltre le emissioni di particolato sono minime.

10.7.2.2 - OLII VEGETALI ED ESTERI DI OLII VEGETALI

Gli olii vegetali possono essere prodotti da colza, girasole, noce di cocco o soia. Per le loro buone qualità di combustione, sono utilizzati come carburanti per motori diesel.

In ogni caso, la loro elevata viscosità determina una atomizzazione difficoltosa, causando, talvolta, il blocco dell'iniettore e la contaminazione dell'olio lubrificante. Per ridurre questi inconvenienti, è consigliabile il loro impiego miscelandoli con almeno il 50% di gasolio. In questo modo, tuttavia, le emissioni di CO, idrocarburi incombusti e particolato sono superiori a quelle derivanti dall'impiego del gasolio puro.

Da questo punto di vista, appare sempre più interessante l'impiego d'esteri d'oli vegetali, ottenuti dalla reazione degli oli con alcool. Questi esteri sono, infatti, caratterizzati da una minore viscosità e da un più elevato numero di cetano rispetto agli oli vegetali di partenza.

Le opinioni, riguardo i vantaggi ottenibili dall'utilizzo di biocombustibili (biodisel in miscela con gasolio e bioetanolo in miscela con benzina), sono contrastanti. Le previsioni iniziali che ipotizzavano una riduzione di 6 milioni di tonnellate di CO_2 nell'intero contesto nazionale, tramite il loro impiego, sono state parzialmente disattese, a causa, soprattutto, dei limiti di produzione agricola nazionale, dei ridotti rendimenti energetici e degli elevati costi per la loro produzione.

La riduzione delle emissioni di gas climalteranti (0,5-0,7% delle attuali emissioni dovute al settore trasporti), risulta, dunque, minima a fronte dell'incremento delle emissioni di NOx e VOC dovute alle diverse fasi del ciclo produttivo del biodiesel.

Per quanto riguarda il metano, il suo apporto alla riduzione delle emissioni di CO_2 è notevole in termini unitari, ma ininfluente in termini relativi, a causa degli attuali volumi di vendita piuttosto modesti.

Secondo l'OCSE, in ogni modo, il bilancio energetico è più favorevole rispetto a quello della produzione d'etanolo a partire da cereali, richiedendo un minore impiego d'energia nel processo produttivo.

10.7.2.3 - GAS NATURALE COMPRESSO

Le emissioni in atmosfera dei veicoli alimentati con gas naturale contengono meno CO rispetto a quelle dei veicoli alimentati con benzina e con metanolo, per effetto di una migliore miscelazione combustibile/comburente e del minore arricchimento della miscela necessaria per l'avvio del motore.

Per contro, le emissioni dei veicoli a gas naturale presentano quantità di ossidi di azoto equivalenti e forse superiori rispetto a quelle dei veicoli a benzina e a metanolo; più basse, invece, le quantità d'idrocarburi pesanti non combusti, in quanto il gas naturale è costituito principalmente da metano.

La presenza nelle emissioni di benzene, ossidi di zolfo e fumi dovrebbe ritenersi praticamente nulla, mentre la quantità di formaldeide appare leggermente inferiore rispetto alle emissioni tipiche dei veicoli a benzina.

10.7.2.4 - IDROGENO

Il principale prodotto di combustione dell'idrogeno è l'acqua; si può, pertanto, ritenere la combustione dell'idrogeno sostanzialmente non inquinante (anche se, in realtà, sono comunque presenti emissioni di NOx).

I veicoli alimentati con idrogeno non emettono né CO, né idrocarburi incombusti (salvo le minime emissioni dovute alla combustione dell'olio lubrificante), né particolati, ossidi di zolfo, aldeidi, benzene, CO_2 e altri gas serra.

I motori avanzati a combustione povera riducono, per di più, al minimo anche le emissioni di NOx; comunque, utilizzando l'idrogeno in celle a combustione, anche le emissioni di NOx si annullano.

10.7.2.5 - LA MICROEMULSIONE

Gli idrocarburi liquidi presentano gravi inconvenienti sotto il profilo ambientale e sanitario, soprattutto per l'emissione di anidride carbonica (effetto serra) e delle polveri-particolato (effetti cancerogeni).

Una delle soluzioni trovate è l'abbinamento dell'acqua ai prodotti petroliferi per ottimizzare i processi di combustione.

Il combustibile prodotto tramite la miscelazione dei prodotti petroliferi con acqua prende il nome di microemulsione.

Sono state testate negli anni passati due tipi di microemulsioni: acqua-olio combustibile e acqua-gasolio. La microemulsione acqua-olio combustibile è stata impiegata nei settori civili ed industriali.

La microemulsione acqua-gasolio, definita "Gecame", è utilizzata per gli autobus. Si tratta di un nuovo combustibile, già disponibile sul mercato e attualmente impiegato dall'intero parco autobus delle Linee Lecco S.p.A..

I vantaggi derivanti dall'uso delle microemulsioni sono i seguenti:

- drastica riduzione delle emissioni inquinanti, tra cui quelle di particolato-polveri (fino a - 65%), di ossidi di azoto (fino a - 40%) e di ossido di carbonio (fino a -50%);
- drastica riduzione (-50%) della assorbibilità da parte dell'uomo del particolato-polveri, con la conseguente riduzione del loro effetto nocivo e cancerogeno ed un duplice effetto migliorativo sul particolato-polveri (riduzione delle quantità prodotte fino al 65% e minor assorbibilità delle sostanze prodotte);
- riduzione media del 5% di CO_2, come conseguenza del miglioramento dei rendimenti energetici;
- mantenimento delle emissioni di sostanze non regolamentate (policiclici aromatici);
- aumento dei rendimenti energetici (media +5%), con equivalente risparmio di idrocarburo liquido.

Il prezzo della microemulsione è superiore di circa il 15% rispetto al prodotto integro.

Sulla base delle esperienze effettuate, l'impiego delle microemulsioni può estendersi al settore civile e industriale e al settore dell'autotrazione.

Nel settore civile e industriale, la microemulsione consente di ridurre sensibilmente le emissioni inquinanti, mentre nel settore dell'autotrazione, la

microemulsione acqua-gasolio può rappresentare una rapida soluzione al problema ecologico, soprattutto per quanto riguarda l'abbattimento del particolato.

10.8 - POTENZIALITA' DI RISPARMIO ENERGETICO NEL SETTORE DEI TRASPORTI

Di seguito saranno riportate in maniera sintetica una serie di valutazioni di massima sulle potenzialità che offrono certe iniziative da attivare nel settore trasporti in modo da garantire il contenimento dei gas serra ed il risparmio energetico.

Va precisato che tale studio non può essere sviluppato esaurientemente nell'ambito di questo Piano. Tali obiettivi vengono infatti definiti nel Piano del Traffico e del Trasporto che costituisce il documento di base in cui sono contenuti gli indirizzi e le scelte strategiche da adottare per il miglioramento del servizio.

In questa sede pertanto ci si limita ad avanzare solo alcune ipotesi, relativamente a tre aspetti del comparto "trasporto stradale":

- trasporto privato di persone in ambito urbano;
- trasporto pubblico di persone in ambito urbano;
- trasporto merci.

10.8.1 - TRASPORTO PRIVATO DI PERSONE IN AMBITO URBANO

Attualmente la regione Calabria rappresenta solo il 3,3% circa del traffico nazionale in ambito urbano, in quanto vi circolano circa 976.000 autovetture e circa 13.000 motoveicoli.

La maggior parte degli autoveicoli sono alimentati a benzina, circa il 77% del parco veicolare totale, seguono quelli alimentati a gasolio, che costituiscono circa il 20% del totale, mentre gli autoveicoli alimentati in altro modo rappresentano solo il 3% del totale. Sono cifre allineate a quelle delle altre regioni italiane di pari dimensione demografica. Dopo un'analisi sulla distribuzione della rete del traffico stradale, si possono assumere le seguenti ipotesi di distribuzione delle percorrenze:

- 70% di tipo urbano
- 20% di tipo extraurbano

- 10% di tipo autostradale

Il conseguimento del risparmio energetico nel settore trasporto privato di persone vede due linee prioritarie di intervento:

- l'efficacia logistica dell'uso dei mezzi di trasporto e delle sedi stradali, finalizzata ad ottenere la fluidificazione del traffico;
- il controllo periodico dei livelli di efficienza dei motori a combustione dei veicoli pubblici e privati.

Di seguito saranno avanzate due ipotesi migliorative del comparto e verrà effettuata l'analisi dei relativi scenari.

Scenario A.1- Nuove tecnologie

Scenario A.2 - Controllo della velocità di circolazione in ambito urbano

Nelle elaborazioni è stata assunta l'ipotesi che la lunghezza dei percorsi giornalieri su auto privata in Italia sia mediamente (tra ambito urbano ed extraurbano) di 12 km, pari a 4.380 (km/vett)/anno.

L'analisi energetico-ambientale è stata svolta utilizzando i seguenti parametri di conversione:

Benzina:	Gasolio
0,888x 10^{-3} tep/l	0,907 x 10^{-3} tep/l
2,63 t CO_2 /tep	2,88 t CO_2 /tep

Scenario A-1- nuove tecnologie

Con il successivo scenario si è simulato le ricadute energetico-ambientali derivanti dalle misure previste dall'accordo stipulato tra Ministero dell'Ambiente e Fiat. In base agli impegni dell'accordo, Fiat persegue l'obiettivo di riduzione dei consumi specifici della gamma di vetture vendute, mentre il governo e le amministrazioni regionali intraprendono una politica che favorisce il rinnovo del parco auto.

Per il conseguimento di tali obiettivi appare evidente da parte dell'industria automobilistica la necessità di una forte crescita della dieselizzazione nonché la necessità di applicare tecnologie innovative, che costituiscono oggi vere e proprie frontiere di

fattibilità. Tra queste indichiamo quelle più promettenti, quali: l'iniezione diretta nei motori diesel e benzina, e gli avanzati sistemi di controllo dell'alimentazione del motore, come descritto nel capitolo 8 del presente documento sulle tecnologie.

Seguendo quindi gli indirizzi presi a livello nazionale, anche nella Calabria si dovrebbero sostituire entro il 2010:

a) circa il 40% delle attuali macchine a benzina (7,4 l/100km) con "auto a ridotte emissioni" (5,9 l/100km);
b) circa il 23% delle attuali macchine a benzina con "auto a bassissime emissioni" (3,6 l/100km).

Nella tabella 10.36 sono riportati i risultati delle elaborazioni ed in particolare: le vetture sostituibili (v), il risparmio di combustibile annuo a vettura (D), il risparmio energetico annuo (R) e le emissioni evitate annue (I).

Tabella 10.36 - Scenario A-1: Benefici energetico-ambientali valutati su base annua

	v	***D*** ***(l/v)/a***	***R*** ***tep***	***I*** ***tCO_2***
Vetture sostituibili a)	390.373	21,34	22.502	59.855
Vetture sostituibili b)	224.464	54,06	32.778	87.188
Totale	***614.837***		***55.280***	***147.043***

Scenario A-2- Controllo della velocità di circolazione

La circolare ministeriale n.1196/91 "Indirizzi attuativi per la fluidificazione del traffico urbano, anche ai fini del risparmio energetico" riporta le seguenti considerazioni:

Il risparmio energetico di carburante per la trazione veicolare si ottiene mantenendo le velocità di marcia dei veicoli il più possibile prossime alla cosiddetta velocità di minimo consumo. La velocità di minimo consumo oscilla per le autovetture a 60-80 km/h ed i consumi di carburante aumentano considerevolmente sia al di sotto che al di sopra di detta velocità. Per le autovetture di media cilindrata si valuta in particolare più che un dimezzamento del consumo di carburante nel passaggio da situazioni con velocità media di marcia di 8 km/h (corrispondente a quella media italiana nelle ore di punta per le aree urbane) a situazioni con velocità media di marcia di 25 km/h (corrispondente a quella delle

più progredite città europee). Qualora quindi si riuscisse a fluidificare le situazioni di traffico urbano italiano, migliorandole tra i limiti prima indicati e tenuto conto che oltre il 60% delle percorrenze degli autoveicoli vengono effettuate all'interno delle aree urbane, si potrebbe conseguire un risparmio di carburante pari a circa 1/3 del totale dei consumi attuali per la trazione veicolare.

L'incremento di velocità media consente di ipotizzare anche un incremento di velocità dei trasporti collettivi, che a sua volta dovrebbe concorrere a richiamare più utenza su tali servizi.

In base alla composizione del parco auto circolante si è costruita una tabella di consumo in funzione della velocità di marcia riferita ad un parco circolante medio per cilindrata e combustibile.

velocità km/h	*consumo specifico l/100km*
5	12
10	11
15	10
20	8
25	6

Data la bassa incidenza del traffico in Calabria, si preferisce prendere come riferimento l'intero parco vetture, senza focalizzare la nostra attenzione su una singola provincia. Naturalmente la situazione è facilmente riconducibile alla circolazione urbana delle città di maggior traffico con semplici proporzioni matematiche.

Iniziamo con il considerare il caso in cui si abbia un alto livello di congestione urbana uniformemente localizzata e per cui si assume una velocità media di 8 km/h.

Sono stati presi in considerazione 683.153 autoveicoli, pari al 70% del parco auto circolante nella relativa provincia.

Si sono ipotizzati due sottoscenari: uno massimo e uno minimo:

- sottoscenario massimo (A-2-1): aumento della velocità fino a 20 km/h e riduzione dei consumi da 10 a 8 l/100km;
- sottoscenario minimo (A-2-2) aumento della velocità fino a 12 km/h e riduzione dei consumi da 10 a 9 l/100km.

Nella tabella 10.37 sono riportati i risultati delle elaborazioni ed in particolare: le vetture (v), il risparmio di carburante annuo a vettura (D), il risparmio energetico annuo (R) e le emissioni evitate annue (I).

Tabella 10.37 - Scenari A-2: Benefici energetico-ambientali valutati su base annua

	v	*D* *(l/v)/a*	*R* *tep*	*I* *tCO_2*
Sottoscenario A-2-1	683.153	37,50	52.504	139.661
Sottoscenario A-2-2	683.153	18,75	26.252	69.830

I due sottoscenari sono alternativi tra loro e pertanto i relativi benefici non vanno sommati.

Anche in ambito autostradale il consumo unitario è elevato, ma per la ragione opposta. L'elevata velocità media (130 km/h) impone infatti consumi dell'ordine dei 10 l/100 km. Tuttavia si è preferito astenersi dall'effettuare valutazioni quantitative relative agli ambiti extraurbano e autostradale sia perché in questi ambiti risulta difficile per l'organo regionale intraprendere azioni di controllo delle velocità di circolazione sia considerando la situazione di disagio a livello di manutenzione in cui si trovano attualmente le stesse reti autostradali.

Per la stessa ragione non è stata effettuata la stima del risparmio energetico derivante dalla maggiore occupazione del veicolo privato. Attualmente il coefficiente di occupazione dell'auto privata è generalmente molto basso e pari a 32,5% del totale. Significa che su 4 posti disponibili ciascuna vettura trasporta non più di 1,3 persone. Questo fenomeno non sembra facilmente governabile da parte della regione dal momento che è fortemente legato alla sfera comportamentale del cittadino.

10.8.2 - TRASPORTO PUBBLICO DI PERSONE IN AMBITO URBANO

Nella Calabria si contano circa 3.730 autobus (al 98,4% alimentati a gasolio) mentre sul territorio nazionale se ne contano 76.076. Dei 3.730 autobus circolanti, i dati relativi al servizio pubblico urbano e di linea fanno riferimento rispettivamente a 2.485 e 1.245 unità.

Si è limitato lo studio al trasporto urbano.

Considerando che ogni vettura può contenere 112 utenti e considerando un coefficiente di occupazione del 20%, il parco autobus attuale assorbe circa 83.550 utenti a viaggio. D'altra parte, tenendo conto che le autolinee urbane calabresi servono all'anno mediamente 296.000.000 viaggiatori, si arriva a stimare un numero medio di utenti serviti al giorno di circa 811.000 unità.

Sono state avanzate tre ipotesi migliorative del settore ed è stata effettuata l'analisi dei relativi scenari.

Scenario B.1- Maggiore occupazione del mezzo pubblico

Scenario B.2- Sostituzione di una quota del parco con vetture elettriche

Scenario B.3 – Espansione del parco mezzi

Scenario B.1- Maggiore occupazione del mezzo pubblico

Le prestazioni offerte dal mezzo privato in termini di velocità e comodità degli spostamenti sono sicuramente più promettenti di quelle offerte dai sistemi di trasporto pubblico.

In una recente indagine svolta dal CENSIS fra le motivazioni a favore dell'uso dell'autovettura per gli spostamenti urbani la risposta più frequente indicava la "rapidità degli spostamenti", seguita dalla "flessibilità d'uso", dal "maltempo" e dal "comfort".

Stante questa situazione, un semplice incremento dell'offerta di trasporto pubblico non riesce a spostare significative quote di mobilità, in quanto i vantaggi associati all'uso del mezzo privato (velocità, flessibilità, comfort) difficilmente possono essere eguagliati dal mezzo pubblico[1].

Nondimeno, la disponibilità di reti di trasporto pubblico caratterizzate da soddisfacenti livelli di frequenza e diffusione rappresenta con evidenza la condizione essenziale per l'acquisizione di significative quote di domanda di trasporto privato.

In questo senso gli interventi di carattere infrastrutturale sono parte essenziale della politica della mobilità.

Per quanto riguarda le infrastrutture di trasporto pubblico, le strategie di intervento sono riconducibili a:

- estensione della rete e miglioramento dei servizi eserciti (frequenza, cadenzamento ecc.);
- miglioramento delle strutture fisse (attrezzature delle fermate in linea, accesso alle stazioni, ecc.);
- incremento del comfort di viaggio sui sistemi di trasporto pubblico (priorità agli incroci, corsie protette);
- interventi sulle tariffe (integrazione fra diversi modi);

[1] "La mobilità urbana: ipotesi per un progetto di monitoraggio"
Rapporto finale, Sintesi dei risultati, Roma giugno 1994.

- introduzione di sistemi di informazione e comunicazione (centri di informazione, display alle fermate e sui mezzi, ecc.).

Una concreta politica di promozione del mezzo pubblico potrebbe in futuro comportare un aumento del coefficiente di occupazione degli autobus associato ad un decremento dei veicoli privati.

Si è ipotizzato uno scenario di miglioramento futuro considerando un margine di aumento del coefficiente di occupazione degli autobus del +10% (vedi tabella 9.3).

I "nuovi utenti" sono stati tradotti in "viaggi non fatti con vetture private", ipotizzando un coefficiente di occupazione dell'auto privata pari al 32,5%. Un coefficiente correttivo pari a 0,7 infine permette di convertire quest'ultimo dato in "vetture private reali non circolanti".

Tabella 10.38 - Scenario B-1: Benefici energetico-ambientali valutati su base annua

Utenti trasportati al giorno		810.959
Aumento del 10%		81.096
Viaggi non fatti con vetture private		62.382
Vetture private non circolanti		43.667
Consumo di carburante evitato	***tep***	***28.384***
Emissioni evitate	***t CO_2***	***74.649***

A scopo semplificativo si è ipotizzato che le vetture private non circolanti siano tutte a benzina. Il consumo annuo di benzina per auto equivalente è stato assunto pari a 0,65 tep/au.eq. (dato relativo al 1995). Per le emissioni evitate si è assunto una produzione specifica di CO_2 pari a 2,63 tCO_2 per tep di benzina.

La diminuzione di macchine circolanti nelle strade porterà alla decongestione delle città e libererà spazi in cui potranno muoversi un maggior numero di autobus. Si innescherebbe così un circolo virtuoso a favore del risparmio energetico.

Scenario B.2- Sostituzione di una quota del parco con vetture elettriche

I 76.000 autobus italiani hanno un'età media di 11 anni, contro una media europea di 7 anni. Entro una decina d'anni andranno in gran parte sostituiti. E' lecito allora prevedere l'introduzione nelle reti pubbliche di sistemi di trazione innovativi, a basse

emissioni. Fra quelli maturi si ricordano le motorizzazioni elettriche o le motorizzazioni ibride. Le motorizzazioni elettriche sono adatte per piccoli mezzi (fino a 30 passeggeri), ma sono penalizzate dal sistema di accumulo, oggi inadeguato per ciclo di vita e autonomia del mezzo (<75 km). Sono pertanto opportune azioni di sviluppo per sistemi innovativi di accumulo elettrico adatti all'autotrazione. Le motorizzazioni ibride rappresentano un compromesso strategico di grande valenza per autobus urbani di normali dimensioni (12 m).

Nella tabella 10.39 sono riportate le stime relative al risparmio energetico e alle emissioni evitate ipotizzando di convertire una quota parte del settore trasporto pubblico dalla motorizzazione a combustione alla motorizzazione elettrica. In particolare si è ipotizzato che il 10% delle attuali vetture a gasolio vengano trasformate in veicoli elettrici.

Tabella 10.39 - Scenario B-2: Benefici energetico-ambientali valutati su base annua

Sostituzione del 10% dei mezzi	autobus	248
Autoequivalenti a gasolio	au.eq	1.984
Risparmio energetico	***tep***	***3.273***
Emissioni evitate	***tCO2***	***8.171***

La stima è stata fatta avanzando l'ipotesi semplificatrice che tutti i veicoli da sostituire consumano gasolio. Gli autobus inoltre sono stati trasformati in "auto equivalenti" (au.eq.) utilizzando un coefficiente di conversione, che ENEA ha stimato pari a 8 au.eq/autobus (per il 1992).

Il risparmio energetico è stato calcolato utilizzando l'indicatore relativo al consumo di gasolio per auto equivalente che per la regione Calabria è pari a 1,32 tep/au.eq.

Le emissioni evitate di CO_2 sono state calcolate in funzione di un parametro di conversione valutato in 2,88 t CO2/tep di gasolio.

Scenario B.3 – Espansione del parco mezzi

L'obiettivo di rompere il circolo vizioso dell'auto privata a favore del mezzo pubblico richiede lo spostamento di quote di passeggeri dal trasporto privato al pubblico. E' necessario uno sforzo sia culturale (una presa di coscienza dei cittadini) che politico (nuove agevolazioni). Una condizione necessaria (anche se non sufficiente) per

conseguire questo traguardo è l'immissione nel sistema di nuovi mezzi per potenziare l'offerta.

Nella tabella 10.40 sono riportate le stime relative al risparmio energetico e alle emissioni evitate derivanti dall'ipotesi del potenziamento del parco autobus. In particolare si è ipotizzato che il numero di vetture a gasolio aumenti del 10%.

Tabella 10.40 - Scenario B-3: Benefici energetico-ambientali valutati su base annua

		tep	***tCO_2***
vetture private evitate	43.667	***28.384***	***74.649***
mezzi pubblici aggiunti	248	***3.273***	***8.171***
Bilanci		***25.112***	***66.478***

All'aumento del numero di mezzi pubblici potrebbe seguire una riduzione di vetture private in circolazione.

I criteri seguiti per il calcolo dei veicoli aggiunti e sottratti ed i parametri utilizzati per svolgere l'analisi energetico-ambientale sono illustrati nella descrizione degli scenari precedenti (tabella 10.38 e tabella 10.39).

Diverse fra le opzioni delineate sono attualmente perseguite dalla città di Catanzaro. D'altra parte la difficoltà di reperimento delle ingenti risorse finanziarie necessarie alla realizzazione di infrastrutture pesanti rende nell'immediato praticabile soprattutto una generalizzata politica di miglioramento della rete esistente, che si basi prioritariamente sulla protezione delle linee di trasporto pubblico, attuata per esempio mediante l'istituzione di corsie protette e di sistemi di asservimento della rete semaforica al mezzo pubblico.

Anche la recente adozione di strumenti economici e fiscali (forme di tariffazione della mobilità urbana e della sosta, integrazioni tariffarie) e l'introduzione di nuovi collegamenti tra i capoluoghi meno accessibili, ha comportato una significativa diminuzione della domanda di utilizzo dell'autovettura privata.

Una significativa utilizzazione di questi servizi è evidente nell'unione tra le Ferrovie della Calabria e gli autobus della provincia di Cosenza che, mediante un solo biglietto integrato, hanno consentito l'integrazione del capoluogo con la costa tirrenica e con Catanzaro. In questo modo è stato possibile offrire servizi competitivi sia a livello locale che sulla lunga percorrenza.

10.8.3 - TRASPORTO MERCI

Sulla base di dati desunti dal Conto Nazionale dei Trasporti del 1997 (Ministero dei trasporti e della Navigazione) risulta che in Italia nel 1995 sono stati trasportati circa 1.221.000.000 tonnellate di merci.

Il parco mezzi pesanti fotografato in quell'anno risultava costituito da 2.370.760 unità. Gli spostamenti sono stati responsabili di un consumo di circa 7.467 ktep (all'80% di gasolio) e dell'immissione nell'atmosfera di circa 31.100.000 tonnellate di CO_2.

Sulla base di questi dati è stato introdotto un indicatore (I.M.) per associare una quantità media di merce a ciascun mezzo pesante di trasporto. Tale indicatore si può ritenere attestato su un valore medio di 500 t. di merce per mezzo di trasporto.

La situazione calabrese relativa allo scorso anno si può così sintetizzare:

N	Mezzi pesanti	n	94.311
P	Merci	tonn	47.155.500
C	Carburante consumato	tep	472.026
I	Emissioni di CO2	tonn	1.359.436

In questa sede si è svolta l'analisi energetica ed ambientale di due ipotesi di intervento.

La prima ipotesi (*Scenario C.1*) è associata ai provvedimenti presi dall'Italia nel settore merci ed in particolare al programma di trasferimento di 40.000.000.000 tonn x km (su un totale di 174.431.567.000 tonn x km) dal trasporto stradale a quello ferroviario e navale.

Applicando questa quota (circa il 15%) alla Calabria risulta che la regione deve contribuire per circa 13.926.236 tonn. Ciò implicherebbe una sottrazione dal parco mezzi di circa 27.852 unità.

Il secondo scenario (*Scenario C.2*) parte dall'ipotesi di un aumento dell'indicatore I.M. (tonn/mezzo) indotto da un piano di razionalizzazione dei viaggi e dei carichi, in particolare in città.

E' noto che il settore del trasporto merci è molto disaggregato. Mediante supporti telematici (GPS), centri di smistamento e miglioramento della gestione logistica è possibile ridurre il numero dei viaggi a vuoto, aumentare il fattore di riempimento e ridurre la lunghezza dei viaggi. Nelle città i regolamenti comunali prevedono precise regole per la

consegna delle merci (orari, accessi, dimensioni dei mezzi), ma talvolta non vengono rispettati. La distribuzione capillare lungo le strade dovrebbe, quindi, essere svolta da mezzi ecologici di piccole dimensioni, gestiti da apposite organizzazioni.

Un ipotetico aumento del 10% del suddetto indicatore (IM'=550 t/mezzo) implicherebbe la scomparsa di 8.574 autocarri.

Nella tabella 10.41 sono riportati i risultati delle elaborazioni relative alle ricadute energetiche ed ambientali delle due ipotesi effettuate. La stima è stata fatta avanzando l'ipotesi semplificativa che tutti i veicoli pesanti consumano gasolio. Gli autocarri inoltre sono stati trasformati in "auto equivalenti" utilizzando un coefficiente di conversione, che ENEA ha stimato pari a 3,5 au.eq/autocarro (per il 1992). Il risparmio energetico è stato calcolato utilizzando l'indicatore relativo al consumo di gasolio per auto equivalente che per la regione Calabria è pari a 1,32 tep/au.eq.

Le emissioni evitate di CO_2 sono state calcolate in funzione del parametro di conversione valutato in 2,88 t CO_2/tep di gasolio.

Tabella 10.41 - Scenari C-1 e C-2: Benefici energetico-ambientali valutati su base annua

	tep	***tCO_2***
Scenario C-1	139.362	401.365
Scenario C-2	42.912	123.586

Dall'analisi di questi due scenari emerge la possibilità di risparmiare circa 180 ktep di carburanti e di evitare l'immissione in atmosfera di circa 520.000 tonnellate di CO_2.

10.8.4 - CONCLUSIONI

Attualmente nella Calabria il trasporto di merci e persone su gomma è responsabile di un consumo energetico lordo annuo di 996 ktep (il consumo a livello nazionale è attestato su 39.634 ktep) e dell'immissione in atmosfera di circa 1.869 kton annue di CO_2.

Nella tabella 10.42 si riportano i consumi energetici totali relativi al comparto stradale del settore trasporti di alcune regioni italiane, e la classificazione degli stessi per la regione Calabria.

Tabella 10.42 -Consumi energetici finali in ktep di alcune regioni italiane (dati del 1998) relativi al comparto stradale del settore trasporti

	Calabria	*Lombardia*	*Campania*	*Lazio*	*Italia*
Prodotti petroliferi	976				
Gas naturali	----				
Energia elettrica	20				
Totale	***996***	***6.665***	***2.801***	***4.562***	***39.634***

E' evidente che la regione Calabria non incide drasticamente a livello energetico nel settore trasporti. Il totale della regione Calabria può essere ulteriormente suddiviso in 400 ktep consumato in gasolio, e 496 ktep di benzina (265 ktep in benzina con piombo e 231 ktep in benzina senza piombo).

Sulla base degli impegni che l'Italia ha preso per abbattere le emissioni di gas serra del 6,5%, inoltre, si sono fatte alcune valutazioni per quantificare di quanto possono incidere sotto quel punto di vista alcune iniziative da attuare nel settore trasporti della Calabria. Nella tabella 10.43 è riportato un riepilogo dei vantaggi energetici ed ambientali relativi ai vari scenari presi in esame.

Tabella 10.43 - Riepilogo delle ricadute energetico-ambientali dei vari scenari

		tep	*t CO2*
Trasporto privato di persone	Scenario A1	55.280	147.043
	Scenario A2-2	26.252	69.830
Trasporto pubblico di persone	Scenario B1	28.384	74.649
	Scenario B2	3.273	8.171
	Scenario B3	25.112	66.478
Trasporto merci	Scenario C1	139.362	401.365
	Scenario C2	42.912	123.586
	Totale	***320.575***	***891.122***

A scopo cautelativo dello scenario A2 è stata considerata la variante di minimo risparmio energetico (A2-2).

In queste elaborazioni sono state prese in considerazione solo alcune iniziative che possono tradursi in vantaggi energetici ed ambientali. Inoltre, le valutazioni sono del tutto estimative.

Da un lato il modello è assai esemplificativo e non intende fornire la reale rappresentazione di fenomeni complessi quali quelli alla base della mobilità regionale, dall'altro alcune considerazioni derivabili da semplici ipotesi di intervento possono assumere una valenza di notevole significato qualitativo e, per sommi capi, quantitativo.

Le Amministrazioni successivamente possono redigere Piani di Azione Provinciali, sulla base di direttive quadro della Regione, che indicheranno:

- le tipologie di intervento da incentivare finanziariamente (taglia e caratteristiche);
- il beneficio atteso in termini di minore impiego delle fonti primarie e di riduzione di emissioni;
- la priorità ed i costi per ogni tipologia di intervento.

Lo "sviluppo sostenibile" costituisce il principale obiettivo della politica energetica di molte province calabresi. Sulla base di questo obiettivo, i Piani provinciali perseguono, come finalità specifiche, il contenimento dei consumi di energia, lo sviluppo delle fonti rinnovabili locali di energia e la tutela dell'ambiente.

E' comunque possibile adoperare questa analisi e ricognizione della domanda di energia, rivolta sia agli operatori pubblici che privati, per alcuni dei vari progetti di sviluppo razionale del livello tecnologico e di benessere.

Da tutte le valutazioni effettuate emerge, quindi, che nel settore trasporti calabrese è possibile conseguire un risparmio energetico che, rispetto all'attuale consumo calabrese, è quantificabile nel 32%.

Anche la Regione Calabria pertanto può prendere in considerazione l'ipotesi di adottare una politica dei trasporti orientata alla riduzione dei consumi energetici. Tali misure potrebbero indurre un contenimento delle emissioni dei gas serra stimabile nel 15,9% della quantità immessa in atmosfera dall'intero settore trasporti calabrese.

Capitolo 11 – Risorse idroelettriche

11.1- Generalità.

L'ENEL fin dall'inizio degli anni '80 - in sinergia con le istituzioni comunitarie, nazionali e regionali ed in relazione alla sua natura di Ente economico pubblico operante in regime di monopolio per l'implementazione delle politiche governative in campo energetico - al fine di promuovere lo sviluppo dell'uso delle fonti energetiche rinnovabili ha attivamente concorso alla indagine sistematica del territorio calabrese per valutare il potenziale energetico delle risorse idrauliche minori in vista della realizzazione di nuovi impianti idroelettrici.
Inoltre l'ENEL ha seguito con grande attenzione lo sviluppo degli studi relativi agli schemi irrigui ed acquedottistici effettuati dagli Enti istituzionalmente competenti nel settore per addivenire all'utilizzazione plurima delle acque regolate dai serbatoi programmati nella regione per l'approvvigionamento idrico civile ed agricolo.

11.2 - Risorse idrauliche minori.

Nell'ambito dell'apposito Programma Speciale adottato dalla Comunità Europea (Regolamento CEE 2618/80) per promuovere l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili nelle zone montane del Mezzogiorno d'Italia, l'ENEL in collaborazione con la ex-Cassa per il Mezzogiorno e lo IASM ed utilizzando le competenze delle Università Calabresi all'inizio degli anni '80 ha svolto ricerche mirate all'individuazione dei siti idonei alla installazione di impianti idroelettrici di piccola potenza ed allo sviluppo di schemi d'utilizzazione e di studi di fattibilità tecnico - economica.
I risultati di tale attività sono stati tempestivamente portati a conoscenza dell'istituzione regionale e diffusi presso gli operatori del settore al fine di promuovere la realizzazione degli impianti idroelettrici individuati; tuttavia la promozione attuata ha dimostrato una modesta efficacia anche perché non adeguatamente supportata da politiche di incentivazione finanziaria che garantissero la redditività degli investimenti necessari.
La metodologia d'indagine prescelta ha comportato l'esame a tappeto del territorio interessato con analisi geomorfologiche ed idrologiche di carattere generale, ricerche sull'intera rete idrografica regionale con screening successivi ed, infine, sopralluoghi e rilievi per l'individuazione dei siti idonei per eventuali utilizzazioni idroelettriche; per i siti di maggiore interesse sono stati sviluppati possibili schemi di utilizzazione ed, infine, per gli schemi maggiormente promettenti si è completato lo studio con i dati relativi alla fattibilità tecnico-economica.
Questa maniera di procedere con sistematicità ha assicurato da un lato la consapevolezza di aver sondato a diversi livelli tutte le effettive disponibilità residue e dall'altro consente di riprendere in esame - a fronte di mutate condizioni di mercato - le soluzioni momentaneamente accantonate.
In particolare - individuate su carta 1:250000 le aree d'indagine sulla base della Direttiva comunitaria, pari a 9314 km^2 e cioè il 61,8% dell'intero territorio regionale, da cui ai fini dell'indagine sono state praticamente escluse soltanto le aree pianeggianti - si è proceduto per bacini idrografici ed attraverso l'incrocio con le carte tematiche relative ai rilievi (pendenze), gradi di permeabilità - desunti in base ai litotipi - afflussi meteorici e si sono valutati i deflussi per ciascun sottobacino, validando infine il dato così ricavato mediante il confronto con le serie storiche delle portate misurate presso le Stazioni Idrometriche del Servizio Idrografico in funzione da almeno 15 anni.
Il successivo studio di dettaglio - eseguito su cartografia 1:25000 - ha consentito la determinazione della potenza teorica convenzionale per oltre 10000 sezioni dei corsi d'acqua; la potenza teorica convenzionale è stata calcolata attraverso l'espressione:

$$P_c = 5\ Q \times h$$

dove Q è la portata media annua in m^3/sec nella sezione considerata ed h è il dislivello in m tra la sezione in esame e la successiva alla distanza di 1 km .
Come era logico attendersi, è stato confermato che le aste in cui risulta una potenza idroelettrica già utilizzata sono prevalentemente quelle lungo i corsi d'acqua principali dei fiumi , mentre gli affluenti risultano spesso ancora allo stato naturale e, pertanto, suscettibili di utilizzazione mediante impianti idroelettrici di piccola potenza.

Il successivo screening condotto sui 2121 km di aste fluviali - individuate come sopra descritto - ha consentito di focalizzare l'esame su 277 km (13,1 % del totale individuato) tenendo conto dei seguenti elementi:

- Impianti idroelettrici dell'ENEL già in servizio, in costruzione o di prossima realizzazione;
- Impianti idroelettrici cogniti di autoproduttori o di piccoli produttori;
- Grandi utilizzazioni per scopo irriguo, industriale o potabile della ex-Cassa per il Mezzogiorno esistenti, in costruzione o di prossima realizzazione;
- Altre utilizzazioni cognite di Enti pubblici o di privati;

Tutti i tratti di corsi d'acqua già interessati dalle utilizzazioni di cui sopra sono stati esclusi da ogni successiva indagine.
Inoltre non sono stati presi in considerazione i tratti di corsi d'acqua con potenza idroelettrica convenzionale (definita come sopra descritto) inferiore ai 100 kw per km; tale valore è stato assunto quale minimo significativo per una possibile utilizzazione energetica.
Infine sono stati esclusi i tratti di corsi d'acqua con palesi vincoli idrogeologici, ambientali o di altro genere, non idonei quindi per una utilizzazione idroelettrica.
In definitiva le indagini preliminari hanno condotto all'individuazione dei tratti di corsi d'acqua ricadenti nelle zone montane della Calabria aventi una potenza idroelettrica convenzionale superiore ai 100 kw per km di lunghezza di asta fluviale, liberi da qualsiasi utilizzazione in atto o programmata, di tipo irriguo, acquedottistico, industriale o idroelettrico.
Per i circa 280 km dei tratti di corsi d'acqua così selezionati l'Università della Calabria (Cosenza) - Dipartimento di difesa del suolo ha successivamente svolto studi di dettaglio ed effettuato indagini "in loco" fino a giungere alla localizzazione dei siti idonei, sotto il profilo tecnico, all'installazione di impianti, che in definitiva interessano 95 km di aste fluviali.
La metodologia di approfondimento adottata ha comportato, in successione:

- Ricognizioni "in loco";
- Identificazione di tutti i siti tecnicamente idonei ad installazioni idroelettriche (2^ fase) ;
- Sviluppo di progetti preliminari (3^ fase).

La seconda fase ha consentito di censire 35 siti teoricamente disponibili per nuovi impianti idroelettrici, fornendo altresì l'indicazione schematica delle relative possibili utilizzazioni (Tab. 11.1); la terza fase ha comportato un ulteriore passo di approfondimento degli studi fino a giungere allo sviluppo di schemi d'utilizzazione degli impianti rappresentanti un'idea progettuale preliminare ed ha compreso lo sviluppo di 14 dei 35 schemi individuati in 2^ fase (Tab, 11.2) relativi ad impianti idroelettrici per una potenza efficiente totale di circa 13,5 MW ed una producibilità totale di oltre 60 Gwh/anno.
Le risorse finanziarie rese successivamente disponibili dal Programma VALOREN hanno consentito - agli inizi degli anni '90 - l'estensione degli studi di fattibilità alle potenzialità delle risorse residuali.
In Tab. 11.3 sono riassunte le principali caratteristiche degli ulteriori 20 progetti preliminari elaborati nel quadro del Programma VALOREN - relativi ad impianti con potenza efficiente unitaria generalmente inferiore ai 1000 kW - per una

potenza complessiva di oltre 13 MW ed una producibilità totale di oltre 52 GWh/anno.
Oltre ai progetti di cui alle tabelle 11.2 e 11.3, appaiono meritevoli di approfondimento perché particolarmente promettenti i seguenti interventi:

- Il rifacimento della Centrale Ferdinandea, in Comune di Bivongi (RC), disattivato nel 1973 a causa dello stato precario delle opere; un nuovo schema di utilizzazione comporterebbe la realizzazione di una centrale idroelettrica con potenza efficiente di circa 3000 kw ed una producibilità di 12 GWh/anno;
- Il rifacimento, con potenziamento, dell'impianto di Morano Calabro (CS) sul fiume Coscile, per cui è stato emesso decreto di concessione all'ENEL (titolo trasferito a seguito dello spin-off delle attività riguardanti le energie rinnovabili ad Erga SpA) da parte della Regione Calabria il 19.3.1986; il nuovo impianto avrà una potenza efficiente di circa 1500 kW ed una producibilità di 5,3 GWh/anno;
- La realizzazione di nuovi impianti idroelettrici a :
  - Cerva (CZ) con una potenza di 750 kW ed una producibilità di 2,8 GWh/anno;
  - Vecchiarello (CZ) con una potenza di 1800 kW ed una producibilità di circa 7 GWh/anno;
  - S.Giovanni in Fiore (CS) con una potenza di 5000 kW ed una producibilità di 20 GWh/anno.

N	Corso d'acqua	Bacino idrografico	PRESA E RESTITUZIONE					Bacino imbrifero km^2	Portata Media annua m^3/s	Potenza kW	Producibilità Media annua GWh/anno	lunghezza derivazione m	N O T E
			COMUNE	PR	In località presa restituzione	Quote m s.m.	Salto m s.m.						
1	Abatemarco	Abatemarco	Verbicaro	CS	Spartosa	300,00	80,00	31,60	0,53	297,00	1,19	1600,00	sottende centralina dismessa
					La schiena	220,00							
2	Amato	Amato	Tiriolo	CZ	Pietracupa	450,00	55,00	85,00	3,22	1240,00	4,96	1960,00	
					Vignati	405,00							
3	Amato	Amato	Miglierina	CZ	Vallecito	300,00	30,00	102,00	3,50	735,00	2,94	1090,00	
					M.no Finocchio	270,00							
4	Amato	Amato	Marcellinara	CZ	Onria	200	17,00	106,00	3,60	428,00	1,71	420,00	sottende centralina dismessa
					Fellà	183							
5	Ancinale	Ancinale	Simbario	VV	Sbarramento	681	30,00	55,30	2,30	483,00	1,93	900,00	sottende centralina dismessa
					Off.Elettrica	651							
6	Ancinale	Ancinale	Simbario	VV	Off. Elettrica	650	40,00	56,30	2,36	661,00	2,64	1430,00	
					P.na dell'Ombro	610							
7	Calopinace	Calopinace	Reggio Cal.	RC	S.Domenico	535	273,00	23,20	0,57	1089,00	4,36	3800,00	sottende centralina dismessa
					S.ra Castiglia	262							
8	Centoacque	Centoacque	Fiumefreddo B.	CS	Badia	141	93,00	19,60	1,00	650,00	2,60	1470,00	sottende centralina dismessa
					C.le elettrica	48							
9	Arene	Crati	Rose	CS	T.pa delle Cerva	353	33,00	59,00	0,81	187,00	0,75	630,00	sottende centralina dismessa
					T.pa delle Cerva	320							

10	Busento	Crati	Lurignano	CS	C. Gavio	305	25,00	32,40	0,90	158,00	0,63	1000,00	
					P.te dei Granci	280							
11	Coscile	Crati	Morano Calabro	CS	Cinque Portelle	524	9,00	27,12	1,32	83,00	0,33	360,00	sottende centralina dismessa
					Cinque Portelle	515							
12	Coscile	Crati	Morano Calabro	CS	S. Rocco	515	40,00	55,82	2,28	633,00	2,53	1250,00	
					Vigne di nola	475							
13	Crati	Crati	Aprigliano	CS	Cannamasca	691	60,00	26,50	0,41	172,00	0,69	650,00	
					Cannamasca	631							
14	Garga	Crati	Saracena	CS	Zoccalia	245	38,00	52,00	0,76	202,00	0,81	1700,00	sottende centralina dismessa
					V.ne dei Preti	207							
15	Grondo	Crati	S. Donato di Ninea	CS	M.no Angieri	600	125,00	30,00	1,21	1059,00	4,24	1200,00	
					I Gironi	475							
16	Grondo	Crati	S. Donato di Ninea	CS	V.ne del Cervo	320	24,00	38,50	1,31	220,00	0,88	700,00	sottende centralina dismessa
					T.ne Arcomanno	296							
17	Crocchio	Crocchio	Sersale	CZ	Versante opposto di Cavallopoli	1100	100,00	21,90	1,26	882,00	3,53	1090,00	
						1000							
18	Favazzina	Favazzina	Scilla	RC	Bagasciola	218	200,00	19,00	0,49	686,00	2,74	1100,00	sottende centralina dismessa
					Bianco	18							
19	Noce	Noce	Lagonegro	PZ	Calda	595	22,00	35,90	1,81	279,00	1,12	1100,00	
					Calda	573							
20	Fiumicello	Noce	Aieta	CS	Carità	207	45,00	13,98	0,31	98,00	0,39	370,00	sottende centralina dismessa
					Carità	162							
21	Tortora	Noce	Tortora	CS	Fiumarella	68	20,00	49,10	0,97	136,00	0,54	1000,00	
					S. Leonardo	48							
22	Vasì	Petrace	Sinopoli	RC	P.so due Fiumare	1240	290,00	10,00	0,60	1218,00	4,87	3770,00	sottende centralina dismessa
					P.te Vasì	950							
23	Vasì	Petrace	Sinopoli	RC	P.te Vasì	928	240,00	15,80	0,87	1462,00	5,85	4400,00	
					Pertusa	688							
24	Vasì	Petrace	Cosoleto	RC	F.toio Capoferro	302	80,00	32,10	1,33	745,00	2,98	1600,00	sottende centralina dismessa
					F.toio Sevina	222							
25	Petrace	Petrace	Scido	RC	S. Giorgia	352	23,00	35,90	0,74	119,00	0,48	1040,00	
					Gobbo	329							
26	Petrace	Petrace	Oppido Mamertina	RC	Boschetto	270	36,00	38,30	0,76	192,00	0,77	1660,00	
					F.toio Iennarà	234							
27	Cannavina	Savuto	Parenti	CS	T.pa della Serra	550	100,00	18,26	0,86	602,00	2,41	850,00	

					P.te della Tavoleria	450							
28	Loreto	Savuto	Motta S. Lucia	CZ	Destro	405	100,00	16,20	0,72	504,00	2,02	1140,00	
					S. Clemente	305							
29	Bisirico	Savuto	Pedivigliano	CS	Mulino Astorino	348	105,00	22,80	0,90	661,00	2,64	1980,00	
					Conf. V.ne di Mandre	243							
30	Savuto	Savuto	Rogliano	CS	Timpone Savuto	375	17,50	82,00	2,86	350,00	1,40	900,00	il bacino è ridotto da intercettazione a monte sottende centralina dismessa
					Timpone Savuto	357,5							
31	Savuto	Savuto	Altilia	CS	C. Terranova	242,5	12,00	121,90	3,35	281,00	1,12	300,00	il bacino è ridotto da intercettazione a monte sottende centralina dismessa
					C. Calatore	230,5							
32	Soleo	Tacina	Petilia Policastro	KR	Porticella	1032	225,00	29,80	1,18	1859,00	7,44	1500,00	
					Ferro	807							
33	Mesoraca	Tacina	Mesoraca	KR	Mancarella	530	60,00	25,20	0,91	382,00	1,53	805,00	
					Iurella	470							
34	Mesoraca	Tacina	Mesoraca	KR	Pittarella	350	80,00	29,00	0,94	526,00	2,10	715,00	
					Pittarella	270							
35	Trionto	Trionto	Longobucco	CS	Pietragnizzita	640	50,00	69,50	1,60	560,00	2,24	675,00	sottende centralina dismessa
					Chianette	590							

Tab. 11.2 - Ricerca Regolamento CEE 2618/80
Dati caratteristici degli schemi di utilizzazione
(3^FASE)

N	Corso d'acqua	Bacino idrografico	PRESA E RESTITUZIONE					Bacino imbrifero km²	Portata Media annua m³/s	Portata massima derivata m³/s	Salto netto (per Q=Qmm)	Potenza efficiente kW	Producibilità Media annua GWh/anno	Opere di adduzione	
			COMUNE	PR	In località presa restituzione	Quote m s.m.	Salto geodetico m							Derivazione	Condotta forzata m
1	Abatemarco	Abatemarco	Verbicaro	CS	Spartosa	300,00	87,00	31,60	0,42	0,47	78,05	299	1,50	1600,00	168,00
					La schiena	213,00									
2	Amato	Amato	Miglierina	CZ	Vallecito	300,00	45,00	102,00	3,09	3,14	40,23	1021	4,70	1230,00	81,00
					M.no Finocchio	255,00									
3	Ancinale	Ancinale	Simbario	VV	Off. Elettrica	650	50,00	56,30	2,09	2,27	45,26	831	4,00	1200,00	64,00
					P.na dell'Ombro	600									
4	Calopinace	Calopinace	Reggio Cal.	RC	S.Domenico	535	277,00	23,28	0,57	0,58	259,00	1223	5,92	3800,00	615,00
					S.ra Castiglia	258									
5	Centoacque	Centoacque	Fiumefreddo B.	CS	La Platea	150	74,00	19,60	0,91	0,97	66,85	522	2,47	1040,00	165,00
					C.le elettrica	76									
6	Grondo	Crati	S. Donato di Ninea	CS	M.no Angieri	600	135,00	30,00	1,11	1,17	129,05	1219	5,75	1200,00	337,00
					I Gironi	465									
7a	Favazzina	Favazzina	Scilla	RC	Brancato	143	129,00	19,50	0,54	0,55	119,72	535	2,56	1050,00	235,00
					Bianco	14									
7b	Favazzina	Favazzina	Scilla	RC	Bagasciola	218	204,00	19,00	0,46	0,50	194,07	786	3,73	1200,00	460,00
					Bianco	14									
8	Noce	Noce	Lagonegro	PZ	Calda	595	25,00	35,90	1,45	1,62	19,30	253	1,29	1000,00	361,00
					Calda	570									
9	Vasì	Petrace	Sinopoli	RC	P.so due Fiumare	1238	315,00	10,00	0,60	0,61	282,00	1400	6,79	3770,00	896,00
					P.te Vasì	923									
10	Vasì	Petrace	Cosoleto	RC	F.toio Capoferro	302	82,00	25,00	1,33	1,80	73,44	1069	4,18	1360,00	215,00
					F.toio Sevina	220									
11	Cannavina	Savuto	Parenti	CS	T.pa della Serra	550	105,00	18,30	0,79	0,83	97,19	652	3,08	960,00	163,00
					P.te della Tavoleria	445									
12	Loreto	Savuto	Motta S. Lucia	CZ	Destro	400	109,00	16,20	0,64	0,65	101,21	529	2,38	1200,00	235,00
					S. Clemente	291									
13	Soleo	Tacina	Petilia Policastro	KR	Porticella	1032	271,00	29,80	0,95	1,53	261,52	3232	13,50	1300,00	683,00
					Ferro	761									
14	Trionto	Trionto	Longobucco	CS	Pietragnizzita	660	55,00	65,60	1,48	1,55	50,84	633	2,99	800,00	178,00
					Chianette	605									

fig. 11.1

Impianti Studio
Regolamento CEE 2618/80

(Tab. 11.2)

N	Corso	Bacino	Comune	PR	Presa Restit.	Quote m	Salto m	Bacino Km^2	Qmed m^3 /s	Qder m^3 /s	Hnet m	Peff kw	Prod. Gwh/a	Der m	Cond m	Macch.
1	S.Francesco	CRATI	Paola	CS	Chianetto	240										
					S.Franc.	145	95	8,45	0,147	0,254	93	207	0,85	500	250	1 pelton
2	Laponte	CRATI	S. Fili	CS	La Piana	400										
					Laponte	236	164	5,68	0,128	0,165	160	225	0,9	1160	480	1 pelton
3	Crati	CRATI	Aprigliano	CS	MnoDepas	456										
					Crati	419	37	35,9	0,839	1,166	36	338	1,29	865	190	1 francis
4	Cannavina	SAVUTO	Rogliano	CS	Orsa	652										
					Savuto	461	191	17,7	0,355	0,54	186	889	3,44	1882	433	1 pelton
5	Jassa	CRATI	Dipignano	CS	TreAndrian	430										
					Fiego	385	45	37,56	0,787	1,075	42	392	1,7	1103	166	1 francis
6	Savuto	SAVUTO	S.Mango A.	CZ	Visciglietto	92										
					PnaMadon	74	18	354	8,7	8,5	17	1222	5,99	1563	2x60	2 francis
7	Grande	SAVUTO	S.Mango A	CZ	S.Mango	449										
					Visciglietto	90	359	11,45	0,203	0,333	340	997	3,5	555	1447	1pelton
8	Arente	CRATI	Rose	CS	La Cerza	466										
					PietraFarulla	284	182	46,4	1,236	1,33	173	2012	8,52	3776	375	2 pelton
9	Grondo	CRATI	Acquaform	CS	Arcomanno	358										
					PietraRossano	309	49	38,5	1,055	1,624	47,5	619	2,34	1290	165	1 francis
10	Loreto	SAVUTO	Motta S.L.	CZ	Destro	408										
					TimpeRosse	233	175	15,06	0,319	0,5	167	690	2,81	1970	794	1 banchy
11	Tacina	TACINA	Petilia P.	KR	Rivioto	309										
					Pontess179	258	51	10,2	0,18	0,27	48	107	0,3	====	315	1 flus.rad.
12	Busento	SAVUTO	Domanico	CS	TorrePorco	610										
					Quintieri	514	96	14,48	0,352	0,6	94	488	1,81	1638	335	1 francis

N	Corso	Bacino	Comune	PR	Presa Restit.	Quote m	Salto m	Bacino Km^2	Qmed m^3 /s	Qder m^3 /s	Hnet m	Peff kw	Prod. Gwh/a	Der m	Cond m	Macch.
13	Cerasia	MESIMA	Pizzoni	VV	LaSignora	626										
					Pizzoni	330	296	10,4	0,292	0,42	287	1021	3,4	325	980	1 pelton
14	Crati	CRATI	Aprigliano	CS	VnePellero	553										
					Malopasso	507	46	33,15	0,673	0,935	44	346	1,31	995	114	1flus.rad.
15	Stilaro	STILARO	Bivongi	RC	Bivongi	380										
					Bivongi	359	21	29	0,66	0,83	20	141	0,59	===	60	1 francis
16	Amato	AMATO	Miglerina	CZ	Acquadeifaini	300										
					Alveo Fiume	259	41	103,33	1,977	3	40	978	3,46	1230	70	2 francis
17	Busento	SAVUTO	Carolei	CS	TorreQuinto	498										
					Fontanelle	413	85	23,03	0,56	0,95	83	680	2,28	2099	269	1 francis
18	Abatemarco	ABATEM.CO	S.MariadelC.	CS	Vaccarelle	176										
					S.Maria	96	80	45,8	1,196	1,209	77,5	802	3,9	3305	125	1 francis
19	Corvino	CORVINO	Buonvicino	CS	Buonvicino	400										
					Buonvicino	214	186	11,2	0,357	0,55	182	857	2,8	1900	220	1 pelton
20	Mesima	MESIMA	Candidoni	RC	Barbassano	35,7										
					FnaLaMagara	28	7,7	416	5,18	7,6	7,1	444	1,23	50	200	1flus.rad.

Fig.. 11.2

Impianti Studio
Programma Valoren
(Tab. 11.3)

Capitolo 12 - Eolico

12.1 - Generalità.

Il vento è una risorsa energetica presente in natura , localmente disponibile e , soprattutto , gratuita.
I sistemi che utilizzano questa risorsa sono detti sistemi eolici.
Questi sono sostanzialmente dei dispositivi costituiti da un insieme di elementi che utilizzano l'energia cinetica del vento e la convertono in altre forme di energia direttamente utilizzabili (elettrica , meccanica , idraulica) .
L'utilizzazione dell'energia eolica in forma meccanica rappresenta l'applicazione più diffusa nel mondo (oltre 2 milioni di unità) ; infatti questa tecnologia risulta particolarmente interessante in quelle aree rurali a bassa densità di antropizzazione , dove l'approvvigionamento energetico comporta difficoltà e costi eccessivi . Vengono prodotte pompe per il sollevamento dell'acqua azionate mediante la conversione dell'energia eolica direttamente in energia meccanica.
Nei paesi a maggiore sviluppo l'applicazione economicamente più rilevante della tecnologia eolica risulta la conversione elettrica , in quanto offre la possibilità di produrre a costi competitivi con le tecnologie convenzionali - basate sulla produzione da fonte fossile e il supporto della rete per il trasporto e la distribuzione - l'energia elettrica utilizzabile presso lo stesso aerogeneratore o attraverso l'immissione in rete.
Lo sviluppo del settore è fortemente auspicabile in quanto , oltre ad aver raggiunto la competitività commerciale , la fonte eolica può integrare le tecnologie convenzionali di generazione elettrica ad impatto ambientale significativo attraverso una fonte rinnovabile a modestissimo impatto.
La fonte eolica è infatti sicuramente l'unica tra le fonti energetiche in grado di essere convertita in grandi quantità di energia elettrica a zero emissioni e senza significativi effetti sul sistema idrogeologico , essendo l'impatto visivo l'unica problematica significativa.
Per questi motivi risulta , insieme a quella idraulica residua , la fonte energetica che può fornire nel breve temine il maggiore contributo in termini di riduzione delle emissioni e miglioramento della qualità ambientale , riducendo la quantità di fonti fossili utilizzate per la produzione energetica.
L'utilizzo della fonte eolica - pur caratterizzata dai benefici tipici delle fonti rinnovabili - presenta qualche svantaggio legato sia alla forte variabilità ed aleatorietà della risorsa , sia alla bassa concentrazione energetica .
Le due caratteristiche di cui sopra rendono più complesso lo sfruttamento delle potenzialità energetiche della risorsa eolica rispetto alle fonti tradizionali .
L'irregolarità della fonte eolica impone nei sistemi stand-alone l'utilizzo di dispositivi di accumulo o di compensazione dell'energia , in grado di sopperire alla fornitura nei momenti in cui la macchina eolica non è in grado di operare. Questo rappresenta un costo aggiuntivo che bisogna sostenere al momento dell'investimento iniziale e che influisce negativamente sulla diffusione della tecnologia .
La bassa concentrazione energetica comporta la necessità di impegnare un consistente numero di generatori di elevate dimensioni - con un notevole impegno di territorio - se si desidera realizzare centrali di produzione elettrica con potenza significativa , da collegare alla rete elettrica .

Infatti basta pensare che per macchine di media taglia (30 metri di diametro e potenza unitaria di 200-300 kw di potenza nominale) si occupano 16 ettari/Mw installato contro i 0,16 ettari/Mw di una centrale termoelettrica .
Peraltro , se si possono installare da 5 a 8 Mw per chilometro quadrato , dato che gli aerogeneratori per evitare interferenze aerodinamiche devono essere posizionati e spaziati opportunamente , l'effettiva occupazione del territorio è intorno all'1% ed il restante può essere utilizzato per attività agricole e , comunque rimane un habitat naturale.
Diversi studi evidenziano che l'interferenza con la vita selvatica è minima e solamente nel caso di impianti dislocati in particolari aree dove si concentrano i flussi migratori stagionali dell'avifauna vi possono essere significativi problemi.
Nel territorio calabrese non risulterebbero aree particolarmente frequentate dai dai flussi migratori stagionali dell'avifauna .
Relativamente alla fauna domestica sono diffusissimi gli impianti , particolarmente nel nord-Europa , inseriti in aree a prato e pascolo con bovini ed altri animali che non risultano minimamente infastiditi dagli aerogeneratori.
La realizzazione di wind-farm in zone boscose ha impatti minimi anche sulla flora, che sostanzialmente consistono nel taglio di un numero limitato di piante che non sempre si possono aggirare oppure evitare nella realizzazione delle infrastrutture di centrale .
I moderni aerogeneratori , peraltro non sono minimamente disturbati dalla presenza di alberi , sia pure di alto fusto.
Le problematiche del rumore consentono di installare impianti a poche centinaia di metri dai centri abitati , rientrando nelle normative che in diversi paesi regolano le emissioni sonore con distanze di rispetto che oscillano fra i 300 e i 500 metri.
Tra l'altro le moderne turbine eoliche aumentano sempre più i rendimenti anche con l'aumento dell'efficienza aerodinamica ; per tale motivo la riduzione del rumore è continua e rilevante rispetto alle turbine di prima generazione.
Le infrastrutture annesse necessarie consistono , in genere , in viabilità secondaria ed elettrodotti per il collegamento degli aerogeneratori fra loro ed alla rete .
Normalmente la viabilità secondaria annessa alle wind-farm viene tenuta in condizioni naturali , cioè non asfaltata quando possibile , per contenere i costi e minimizzare l'impatto visivo nelle aree non antropizzate ; le linee elettriche ,dal canto loro , possono essere realizzate in cavo aereo od interrato in modo da garantirne il migliore inserimento nel territorio.
Negli ultimi anni l'impiego della fonte eolica per la produzione di energia elettrica ha segnato una rapida crescita a livello mondiale - con andamento quasi esponenziale (vedi Tab. 12.1) e al 2010 si prevede un incremento della potenza installata fino a 40.000 Mw (oltre il 50% della intera potenza installata nel parco di generazione nazionale italiano.

Tab. 12.1

Anno	Mw installati
1980	10
1985	1020
1990	1930
1995	4820
1998	9600

Sicuramente l'incremento della diffusione della tecnologia eolica è dovuto alla riduzione dei costi delle turbine , reso possibile grazie alle innovazioni di prodotto nel campo dei relativi componenti ed alla standardizzazione delle macchine.
I costi d'investimento di una centrale di produzione di energia elettrica da fonte eolica sono dell'ordine di grandezza dei 1000-1500 Euro per kw di potenza nominale installato; tuttavia , a fronte dell'investimento iniziale , in fase di produzione la fonte energetica risulta gratuita ed il costo del kwh abbastanza competitivo (0,06-0,1 Euro/kwh in funzione della curva di durata della velocità del vento) . La competitività emerge sia in relazione alla produzione da fonti tradizionali (in particolare da idrocarburi) , sia alla produzione da altre fonti rinnovabili (idroelettrico , biomasse , RDF , fotovoltaico…….) oggetto di negoziazione sul futuro mercato nazionale dei certificati verdi o sui mercati internazionali dei diritti di emissione nell'atmosfera .
Infine , dal punto di vista autorizzativo , gli impianti eolici realizzati in conformità agli standard di buona tecnica ed alle prescrizioni regionali in materia di uso del territorio debbono essere considerati come indifferibili e di pubblica utilità , a norma della legge 10/91 , in quanto vi è un forte interesse e beneficio collettivo.

12.2 - La risorsa eolica in Calabria .

Presupposto per l'effettiva utilizzazione del vento al fine della produzione di energia elettrica è la disponibilità di siti che abbiano caratteristiche di ventosità e geomorfologiche tali da rendere tecnicamente ed economicamente possibile la realizzazione delle centrali e che non siano soggetti a vincoli incongruenti con tali insediamenti .
Per individuare l'idoneità o meno di un sito alla localizzazione di una centrale eolica è necessario condurre indagini anemologiche di lungo periodo che forniscano la caratterizzazione energetica del livello di ventosità con sufficiente affidabilità ; ciò principalmente al fine di evitare localizzazioni inopportune , disastrose in termini di economicità dell'investimento e controproducenti al fine della auspicata diffusione della tecnologia .
In Italia , dopo una prima indagine conoscitiva , svolta dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) nell'ambito del Progetto Finalizzato Energetica , sono state svolte campagne anemologiche curate rispettivamente da ENEA ed ENEL .
In particolare , a partire dal 1980 , l'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (ENEL) ha condotto indagini ricognitive di tipo anemologico su oltre 130 stazioni di misura sull'intero territorio nazionale ; di queste 14 sono state installate nella regione Calabria .
I dati sperimentali rilevati in campo sul microsito sono stati analizzati ed estrapolati con l'ausilio di modelli matematici al fine di valutare il potenziale eolico del sito medesimo e trarre indicazioni di massima sulla disponibilità della risorsa eolica in ampie aree del territorio regionale .
Le attività sono state condotte nell'ambito del progetto comunitario VALOREN dal primo semestre 1986 al primo semestre 1992 , utilizzando le apparecchiature installate nelle quattordici stazioni , ed hanno consentito di rilevare e registrare - durante un arco temporale adeguato a garantire la rappresentatività statistica dei dati - la velocità e la direzione del vento , parametri essenziali per la valutazione delle caratteristiche energetiche della vena fluida ; ciò al fine di individuare aree suscettibili per l'installazione di macchine eoliche .
Nelle tabelle 12.2 e 12.3 è riportato l'elenco delle stazioni di cui sopra , insieme con i dati utili ad una loro caratterizzazione di massima ed informazioni di dettaglio riguardanti il sito ; sono indicati , in particolare , il tipo di orografia , la quota sul livello del mare , le caratteristiche del terreno ed i dati identificativi della cartografia di riferimento dell'IGMI .
Nella figura 12.1 è , invece , indicata la posizione delle stazioni nell'area della regione ; le località di rilevamento sono state scelte sulla base di indicazioni qualitative fornite dalle Unità Territoriali dell'ENEL o da altri soggetti con comprovate competenze ed esperienze in materia di meteorologia (Aeronautica Militare , Reparti di volo di Carabinieri e Polizia di Stato , Protezione Civile ecc.) e supportate da registrazioni con indicazioni di massima già disponibili .
Ogni stazione anemometrica è stata realizzata ponendo alla sommità di un palo - normalmente di altezza pari a 15 metri - un sensore anemometrico ed alla sua base - ad altezza d'uomo - una centralina di rilevazione .
L'altezza del palo prescelta ha consentito valutazioni dirette predittive della producibilità limitatamente a macchine eoliche di taglia minore in quanto l'altezza del sensore risulta confrontabile con quella del mozzo del rotore dell'aerogeneratore .

Numero	Località	Provincia	Orografia	H slm	Caratteristiche del terreno
1	BARRITTERI	REGGIO C.	altopiano	530	prato a pascolo
2	CAMIGLIATELLO	COSENZA	altopiano	1195	pascolo
3	S.DEMETRIO C.	COSENZA	collina	630	coltura cereali
4	ORTI'	REGGIO C.	altopiano	600	cespuglioso
5	FALCONARA	COSENZA	collina	597	pascolo
6	TIRIOLO	CATANZARO	collina	500	pascolo cespugliato
7	ORIOLO	COSENZA	altopiano	685	coltura cereali
8	NOCARA	COSENZA	crinale	700	pascolo con piante
9	LAMEZIA	CATANZARO	crinale	850	prato a pascolo
10	CARAFFA	CATANZARO	altopiano	340	coltura cereali
11	SALICA	CROTONE	pianura	160	coltura cereali
12	PUNTA STILO	REGGIO C.	collina	130	coltura cereali
13	MOTTA S.G.	REGGIO C.	collina	216	pascolo e vigneti
14	BOVA MARINA	REGGIO C.	collina	160	pascolo

Numero	Località	TAVOLETTA I.G.M.I.	FOGLIO	LONGITUDINE	LATITUDINE
1	BARRITTERI	S.EUFEMIA D'ASPROMONTE	254 I NE	3.23 E	38.20 N
2	CAMIGLIATELLO	CAMIGLIATELLO SILANO	229 II SE	3.59 E	39.23 N
3	S.DEMETRIO C.	SAN DEMETRIO CORONE	229 I SE	3.54 E	39.34 N
4	ORTI'	CARDETO	254 II NO	3.15 E	38.08 N
5	FALCONARA	MARANO MARCHESATO	236 IV NE	3.38 E	39.16 N
6	TIRIOLO	TIRIOLO	242 IV NO	4.03 E	38.56 N
7	ORIOLO	MONTEGIORDANO	212 III SO	4.00 E	40.04 N
8	NOCARA	NOVA SIRI	212 III NO	4.02 E	40.06 N
9	LAMEZIA	NICASTRO	241 I NO	3.47 E	38.59 N
10	CARAFFA	CARAFFA DI CATANZARO	242 IV SO	4.01 E	38.52 N
11	SALICA	ISOLA DI CAPO RIZZUTO	243 IV NE	4.39 E	38.59 N
12	PUNTA STILO	STILO	247 III NO	4.03 E	38.25 N
13	MOTTA S.G.	CAPO DELL'ARMI	263 IV NE	3.12 E	38.00 N
14	BOVA MARINA	BOVA MARINA	263 I NE	3.29 E	37.55 N

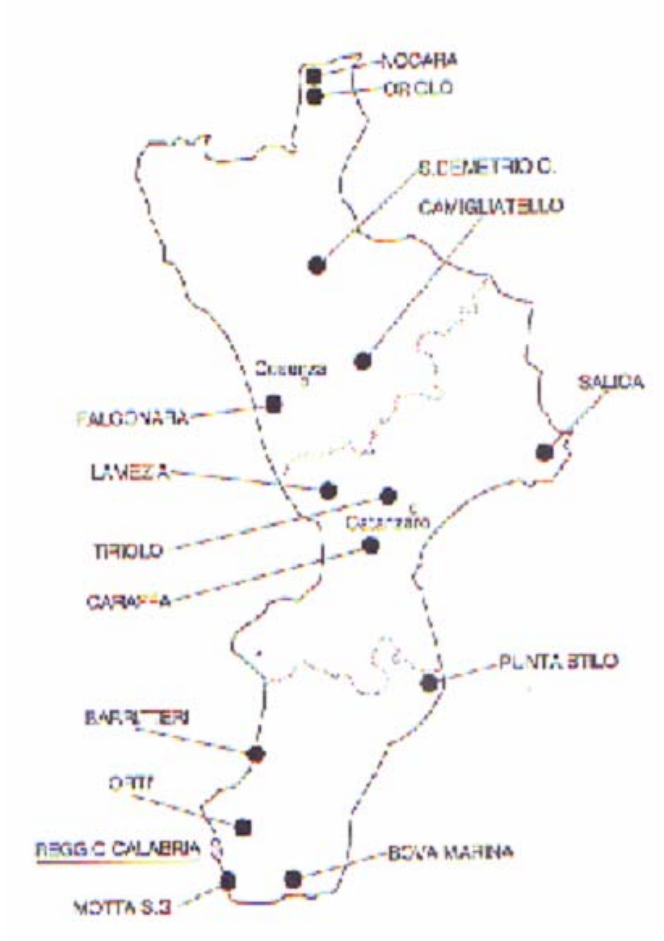


Fig. 12.1 – Stazioni anemometriche installata dall'Enel nella Regione Calabria

L'altezza del mozzo è collocata ad una quota di circa 30 metri nel caso di macchine di media taglia e di circa 60 metri ne4l caso di macchine di grande taglia .
In tali casi , per la stima della producibilità delle macchine , si rende necessaria l'estrapolazione fino a tali altezze del campo di velocità del vento sulla base di modelli matematici d'uso comune.
Per la misura della velocità del vento presso le stazioni di rilevamebto è stato utilizzato un sensore anemometrico del tipo a coppe di Robinson , con un valore di soglia di circa 0,3 m/s e fondo scala a 50 m/s , che forniva - per il tramite di una dinamo - un segnale analogico proporzionale alla velocità del vento misurata .
Il sensore conteneva anche un dispositivo optoelettronico costituito da un fotodiodo e un disco munito di lamelle per la generazione di impulsi a frequenza proporzionale alla velocità di rotazione dell'anemometro per la validazione del dato fornito dalla dinamo.
La misura della direzione del vento è stata , inoltre , effettuata mediante una banderuola solidale con un potenziometro circolare con resistenza elettrica proporzionale alla posizione della banderuola nei 360° .
Per l'acquisizione dei dati anemometrici nelle stazioni considerate sono state adottate centraline in grado di effettuare il campionamento delle grandezze misurate , la preelaborazione dei dati rilevati e la loro registrazione su memorie statiche , ad intervalli di registrazione di 10 minuti con tempi di campionamento di 8 secondi .
I dati registrati sono costituiti dall'output del processo di preelaborazione ed , in particolare :

- Velocità media del vento in ogni intervallo di 10 minuti ;
- Velocità massima del vento nei 10 minuti (il massimo dei valori campionati durante l'intervallo di registrazione) ;
- Scarto quadratico medio della velocità del vento durante ogni intervallo di registrazione ;
- Settore di direzione più frequente nell'arco dei 10 minuti di campionamento , prescelto fra i 16 settori in cui può essere diviso l'angolo giro di 360° .

I dati provenienti dalle preelaborazioni sono stati periodicamente letti, transcodificati , validati sulla base dei profili delle grandezze nel tempo e presso le altre stazioni di rilevamento e , quindi , archiviati per le elaborazioni finali mirate alla valutazione della potenzialità energetica della vena fluida .
Le elaborazioni , al termine della campagna di rilevamento , hanno consentito di determinare per ogni sito :

- La curva di durata sperimentale - che esprime statisticamente in percentuale il tempo durante il quale un determinato valore della velocità del vento è superato - tracciata con riferimento ad una distribuzione di probabilità di Weibull ;
- L'intensità di turbolenza - definita per ogni intervallo di registrazione come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la relativa velocità media - che da informazioni sulla variabilità relativa della velocità entro gli intervalli di misura ;

- Il rapporto fra la velocità massima e la velocità media in ogni intervallo di rilevazione di 10 minuti , che da informazioni sull'entità della raffica più intensa registrata.

Per quanto riguarda gli aspetti più propriamente energetici sono state , infine , determinate per ogni sito:

- La potenza specifica media - intesa come media delle potenze associate alla vena fluida che fluisce attraverso l'unità di superficie esposta perpendicolarmente al vento di velocità v :

$$P=0,5 \quad v^3$$

Ove è convenzionalmente la densità standard dell'aria (nelle condizioni di pressione e temperatura standard =1,22 kg/m^3) .

- L'energia specifica del sito , calcolata come integrazione nel tempo del valore della potenza specifica ; tale parametro , moltiplicato per la superficie S del rotore di una macchina eolica , fornisce il valore dell'energia cinetica associata alla vena fluida che transita in un predeterminato periodo di tempo (ad esempio un anno) attraverso il disco rotorico della macchina stessa .

Appare ovvio che , in analogia a qualsiasi altro processo di trasformazione energetica , anche nella trasformazione dell'energia eolica in meccanica la quantità di energia effettivamente convertibile risulta inferiore a quella in input al processo .

Per tale motivo l'energia effettivamente producibile da una macchina eolica è solo una frazione di quella transitante attraverso il disco rotorico (teoricamente non superiore al limite di Betz pari a 16/27 , ma praticamente inferiore a tale limite) .

In pratica l'energia producibile da un generatore eolico è essenzialmente correlata alla sua curva di potenza (vedi fig.2 in cui sono rappresentate le curve di potenza per macchine con velocità nominale di 10 , 11 , 12 e 13 m/s) in funzione del coefficiente di potenza alle diverse velocità del vento , della relativa velocità di cut-in (al di sotto della quale non si ha generazione) e della sua velocità nominale (al di sopra della quale la potenza si mantiene costante e pari al valore massimo) .

In Tab.4 sono riportati i dati riassuntivi relativi alle caratteristiche anemologiche dei siti oggetto d'indagine in Calabria.

In particolare sono indicati : il numero dei mesi durante i quali è stata condotta la rilevazione , la percentuale dei dati effettivamente disponibili in archivio rispetto ai dati totali teoricamente attesi nel periodo di rilevamento , il valore medio complessivo della velocità del vento (media delle velocità medie rilevate) , lo scarto quadratico medio complessivo , la media cubica delle velocità , il valore medio della potenza specifica , quello dell'energia specifica (rapportato al periodo di un anno) e l'altezza d'installazione dell'anemometro rispetto al suolo .

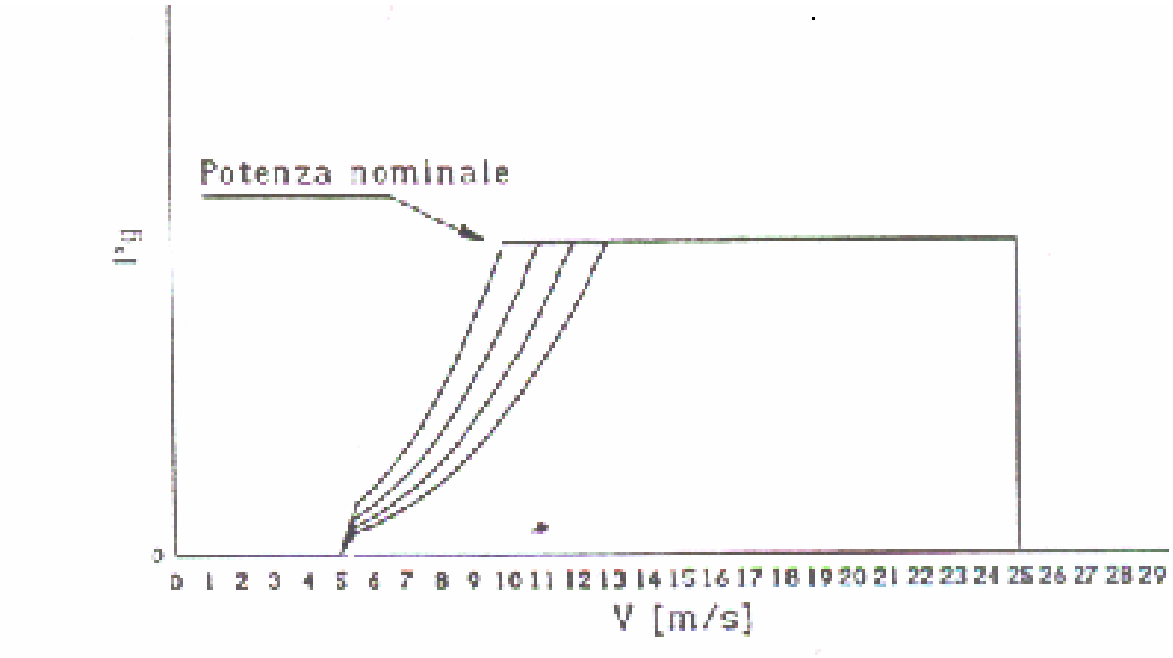


Figura 12.2 -Curva di potenza di una macchina eolica

Numero	Località	MESI n	% dati	Vmed m/s	sigV m/s	Vcub m/s	P(V) w/m^2	E(V) kwh/m^2	Hsens m
1	BARRITTERI	8	100	5.00	4.50	8.30	353	3095	15
2	CAMIGLIATELLO	12	80	4.10	3.40	6.50	165	1447	15
3	S.DEMETRIO C.	36	77	6.30	4.00	8.50	376	3293	15
4	ORTI'	36	83	3.30	2.20	4.70	65	571	15
5	FALCONARA	66	62	4.20	4.40	8.00	317	2774	15
6	TIRIOLO	54	69	4.90	2.50	6.00	135	1183	15
7	ORIOLO	66	65	4.40	2.90	6.10	140	1228	15
8	NOCARA	67	66	5.00	3.40	7.00	208	1821	15
9	LAMEZIA	65	81	4.30	3.40	6.50	171	1497	15
10	CARAFFA	54	78	4.80	2.80	6.20	148	1293	15
11	SALICA	50	78	4.70	2.90	6.30	153	1337	15
12	PUNTA STILO	51	77	3.40	2.40	5.00	75	658	15
13	MOTTA S.G.	36	83	5.90	3.50	7.70	277	2427	15
14	BOVA MARINA	36	87	3.40	3.70	5.40	93	819	15

12.3 - Le potenzialità di insediamento di impianti nella Regione.

Le attuali realizzazioni di impianti eolici per la produzione di energia elettrica nella Regione si limitano alla centrale realizzata per il locale Consorzio per il Nucleo Industriale in agro di Lamezia Terme e gestita dallo stesso Consorzio , collegata alla rete elettrica dell'Enel attraverso la cabina di utente .
Carenze relative ad una adeguata caratterizzazione del sito in termini di valutazione del potenziale eolico hanno fatto sì che l'impianto - in esercizio dal 1996 - rappresenti una applicazione dimostrativa della tecnologia abbastanza deludente : a fronte di una potenza efficiente lorda di 600 kw la produzione di energia elettrica nel 2000 ha raggiunto a malapena i 100.000 kwh ,con un numero di ore di funzionamento equivalenti annue a potenza massima di poco superiore a 165 (1,88%) .
Peraltro le potenzialità di utilizzazione energetica stanno crescendo velocemente con il progressivo miglioramento della efficienza e della producibilità con velocità del vento sempre inferiori nonché con il decremento dei costi unitari di investimento.
Grazie alla continua riduzione delle velocità medie necessarie alla realizzazione di centrali eoliche con costi di produzione competitivi , le velocità medie di interesse sono passate dai valori minimi di 6m/s agli attuali valori anche inferiori ai 5 m/s , determinando la crescita , in forma esponenziale , dei siti idonei alla loro localizzazione disponibili.
Infatti l'interesse di un sito ai fini di un insediamento energetico del tipo eolico è da valutarsi principalmente in base alla curva di durata della velocità del vento nel sito ed alle caratteristiche funzionali (curva di potenza) specifiche delle macchine eoliche prescelte in fase di progetto .
Per macchine di media taglia - pur con le differenze tra modello e modello - si ha tipicamente una velocità di spunto intorno ai 3,5 m/s e la curva di efficienza raggiunge valori accettabili fra i 4 ed i 5 m/s .
Per tale motivo un semplice parametro sufficientemente significativo e di uso comune e generale è la velocità media annua del vento .
In base a questo parametro usualmente viene ritenuto interessante un sito nel quale la velocità media sia superiore a 4,5 - 5 m/s .
In base a questo semplice criterio va tenuto presente che in genere nei siti calabresi monitorati la velocità media del vento è prossima ai valori "critici" di accettabilità e che , pertanto , piccole differenze di velocità o di forma della curva di durata della velocità del vento si traduca in un investimento redditizio o in perdita.
Inoltre la peculiarità dell'orografia calabrese fa sì che siti spazialmente contigui abbiano situazioni anemologiche diverse ; per tale motivo è rischioso estendere i risultati di misurazioni effettuate a zone diverse da quelle di misura , anche se un efficace supporto all'estrapolazione dei dati può venire dall'adozione di adeguati modelli matematici e dai relativi codici di calcolo .
In base al criterio della velocità media annua quattro dei siti esaminati nella campagna di misurazioni presentano con certezza i requisiti minimi di interesse ; tali siti sono : Barrittieri , San Demetrio Corone , Nocara e Motta San Giuovanni.
La ventosità di Barrettieri - pur essendo caratterizzata da una velocità del vento ai limiti dei 5 m/s - presenta un'ottima densità di energia specifica della vena fluida .

Il sito potrebbe essere interessante per installazioni eoliche di media taglia in quanto presenta anche una buona disponibilità di terreno intorno alla stazione di rilevamento.
La stazione di S.Demetrio presenta una buona ventosità ed inoltre nei suoi pressi vi sono aree apparentemente disponibili , ove si può supporre un analogo livello di ventosità .
Eventuali installazioni di impianti di produzione nel sito di Nocara , in prossimità alla stazione di rilevamento , risultano pesantemente condizionate dalla scarsità di terreno disponibile ; è , tuttavia , ragionevole ipotizzare l'esistenza di aree idonee alla realizzazione di impianti eolici nell'ambito del territorio comunale.
Nel sito di rilevamento di Motta San Giovanni la disponibilità di terreno per eventuali impianti eolici risulta limitata , almeno in parte , da diversa destinazione d'uso.
I rilievi anemologici effettuati presso le stazioni di Punta Stilo , Bova Marina e Ortì evidenziano dati che caratterizzano i siti come " di ridotto interesse " per lo sfruttamento dell'energia eolica , in quanto il valore medio della velocità del vento è risultata inferiore ai 4 m/s .
Le rimanenti stazioni presentano una velocità media tra i 4 e i 5 m/s e , per tale motivo , il loro interesse ai fini della eventuale localizzazione di impianti eolici dipende da considerazioni tecnico- economiche di dettaglio che devono coinvolgere anche aspetti di natura diversa da quella anemologica (utilizzazione del territorio circostante , problematiche autorizzative , costo dell'infrastrutturazione , ecc) .
Si può osservare a tale riguardo che Caraffa , Falconara e Tiriolo presentano una limitata disponibilità di terreno , a differenza di Lamezia , Camigliatello ,Oriolo e Salica .
In conclusione - anche se appaiono poco realistiche le previsioni di realizzazione di impianti eolici nella Regione per oltre 2000 Mw in una sessantina di Comuni , come risulta dalle richieste di connessione pervenute al Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN) - in uno scenario prudenziale è lecito definire un indirizzo di realizzazione di almeno una decina di impianti del tipo wind-farm con gruppi di aerogeneratori eolici di media taglia in modo da raggiungere i 5-10 Mw per sito ed una potenza totale installata nella Regione di almeno 70 Mw , con una producibilità di un centinaio di milioni di kwh/anno .
Tale obiettivo risulta coerente anche con le indicazioni del Libro Bianco sull'energia della Comunità Europea , che quantizza il contributo della fonte eolica alla copertura del fabbisogno energetico in 40.000 Mw per l'intera Unione , mentre le indicazioni del Governo nazionale indicano come possibili valori di potenza installata in Italia 2500-3000 Mw al 2008-2012 .
Comparando i valori di cui sopra con l'estensione del territorio calabrese e la potenzialità ipotizzata - nell'ipotesi di escludere sostanzialmente le regioni alpine e padane per la mancanza di significative potenzialità eoliche realmente utilizzabili - si conferma la possibilità per la Calabria di fornire un contributo pari al 2%-3% .
I valori ipotizzati , che possono apparire a prima vista "ottimisti" in assoluto e confrontati con la realtà attuale , sono in effetti prudenziali se si prendono in considerazione i progetti già realizzati e quelli immediatamente cantierabili nell'area del polo Apulo-Campano ; la loro potenza assomma a diverse centinaia di Mw in una zona ampia , ma tutto sommato relativamente limitata .
Nella regione Calabria , infatti , esistono ampi comprensori con potenzialità eoliche estese e diffuse , seppure con caratteristiche di ventosità media alquanto

più modeste dell'area Apulo-Campana ; tuttavia anche nei comprensori calabresi si raggiungono velocità medie del vento di 4,5-5 m/s e valori di energia specifica definibili "interessanti " ai fini dell'utilizzazione energetica della risorsa eolica .
Oltre che per le centrali eoliche connesse alla rete elettrica il territorio calabrese offre significative opportunità d'insediamento per gli impianti di taglia minore (7-15 kw) utilizzati per la generazione stand-alone al servizio di utenze ad elevato costo di allacciamento alla rete oppure ad integrazione della fornitura di rete.
Le macchine di taglia minore , infatti , hanno caratteristiche funzionali che ne consentono il funzionamento con soddisfacente efficacia/efficienza anche con velocità del vento inferiore ai 4,5-5 m/s e possono essere installate in un elevatissimo numero di siti per le modeste esigenze in termini di occupazione del territorio .
Tra i principali vantaggi delle installazioni minori si ricorda che l'energia prodotta può generalmente essere utilizzata in maniera efficace anche senza dispositivi di accumulo specie nelle aziende agricole e che -utilizzando tecnologie con componentistica particolarmente semplice - possono essere integralmente realizzate dall'imprenditoria locale.

.

Capitolo 13 - Solare

13.1 - Generalità

L'energia solare è la fonte di energia più diffusa, gratuita, localmente disponibile, ed in quantità largamente superiore ai fabbisogni energetici mondiali. Infatti, il sole ogni anno sulla terra irradia una quantità di energia equivalente a 19.000 miliardi di tep, di gran lunga superiore alla totale domanda annuale di energia nel mondo (circa 8 miliardi di tep nel 1994).

L'Italia è un paese nel quale il potenziale energetico solare è elevato, infatti si raggiungono notevoli livelli di radiazione solare, basti pensare solo che nell'Italia meridionale il livello medio è di circa 1500 kWh/m²xanno (v.Fig. 13.1 e tab. 13.1, ove sono indicati i valori annui di irraggiamento puntuale in alcune città italiane).

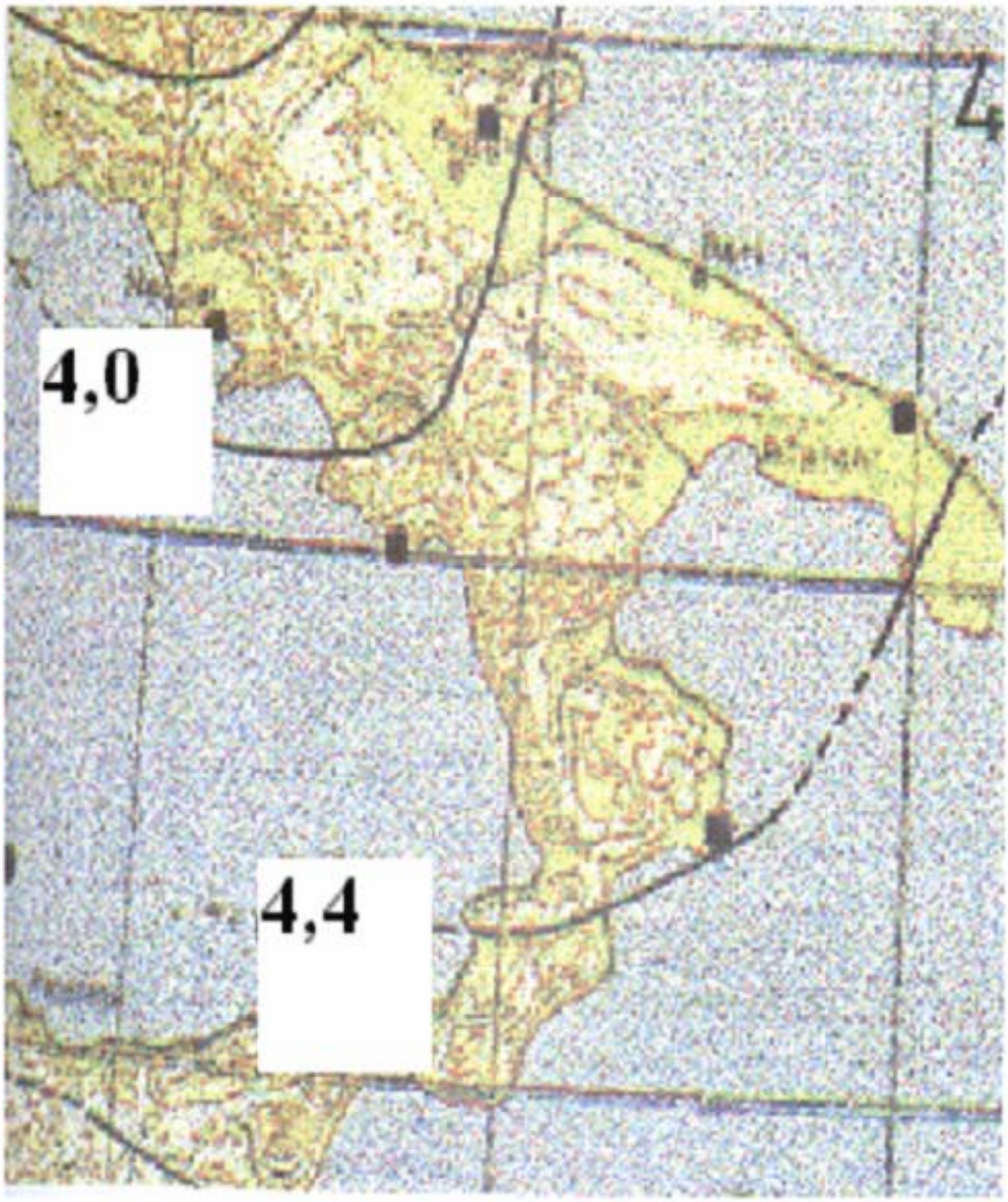
La sua utilizzazione è comunque limitata dalla presenza di problemi di tipo tecnico ed economico legati alla bassa concentrazione energetica, alla variabilità nel tempo della disponibilità della sorgente (variabilità nel corso della giornata, dei mesi) e al modesto valore dei rendimenti di conversione in alcune applicazioni.

I sistemi di utilizzazione dell'energia solare vengono usualmente classificati in attivi e passivi a seconda delle modalità indirette o dirette di attuazione dell'effetto utile.

Nei sistemi solari **passivi** l'energia viene impiegata attraverso opportune soluzioni architettoniche (edilizia bioclimatica) per l'attivazione di flussi convettivi d'aria o ottimizzando la captazione/riflessione della radiazione incidente per contribuire alla climatizzazione degli ambienti; inoltre il calore a bassa temperatura presente nell'ambiente, di origine solare, può venire opportunamente riqualificato ad un livello termico più elevato mediante un apporto energetico marginale - se raffrontato all'effetto utile - mediante sistemi a pompa di calore .

I relativi processi vengono usualmente classificati come applicazioni di tecnologie per il risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia, poiché consentono a parità di effetto utile la riduzione del fabbisogno di energia o il suo soddisfacimento mediante processi energetici a ridotto contenuto

Fig. 13.1 – Mappa isoradiativa (Kwh/mqxdie)



Tab13.1 - Insolazione e potenzialità fotovoltaiche

Località	Insolazione media (kwh/m^{2}xanno)	Efficienza di sistema	Energia annua (kwh/m^{2}xanno)	Energia annua (kwh/kw$_p$xanno)
MILANO	1370	0,1	137	1370
ROMA	1740	0,1	174	1740
TRAPANI	1960	0,1	196	1960

Fonte:Ministero sell'Ambiente

entalpico rispetto alla combustione di combustibili fossili o idrocarburi o alla conversione diretta di energia elettrica in energia termica.

La valutazione del contributo dei sistemi solari passivi al miglioramento degli standard di efficienza energetica, conseguibile prevalentemente nel settore civile, e della potenzialità di penetrazione delle relative applicazioni verrà sviluppata nella sezione del presente Piano relativa al risparmio energetico ed all'uso razionale dell'energia.

Nei sistemi solari **attivi** l'energia viene utilizzata direttamente mediante la sua captazione e trasformazione in energia termica di un fluido vettore o in energia elettrica per mezzo di appositi componenti dei sistemi stessi, inseriti in impianti che assicurano il collegamento alle utenze termiche o elettriche.

In generale, quindi, i sistemi che utilizzano come fonte di energia il sole sono alimentati da elementi attivi che operano una conversione della radiazione in energia termica o in energia elettrica.

Nel primo caso parleremo di Solare termico mentre nel secondo caso parleremo di Fotovoltaico.

Dato il carattere di variabilità nel tempo della fonte energetica, anche i sistemi termici ad energia solare e quelli fotovoltaici non connessi alla rete elettrica, come quelli eolici, devono essere coadiuvati da sistemi di accumulo e/o di integrazione dell'energia che sopperiscano alle esigenze delle utenze servite nel momento in cui le caratteristiche della risorsa energetica rinnovabile non sono adeguate.

Solare Termico

Nel Solare Termico, la radiazione solare viene captata da un collettore e trasferita sotto forma di energia termica ad un fluido termovettore liquido con temperatura operativa fino a 100° C , il quale può essere utilizzato per riscaldamento ambientale, produzione di acqua calda per usi igienici ecc..

La tecnologia dei collettori solari per il riscaldamento dell'acqua, ormai notevolmente consolidata e nota a tutti risulta ancora oggi, soprattutto nel nostro Paese poco utilizzata se si confrontano le potenzialità di altri Paesi e le relative realizzazioni: basta ad esempio pensare ai 2 milioni di metri quadrati di collettori installati in Grecia.

Gli impianti realizzati in Italia risalgono prevalentemente alla prima metà degli anni '80, quando - per favorire la prima diffusione della tecnologia - l'ENEL lanciò una apposita campagna di promozione degli scaldaacqua solari(1983-1986), che cumulando un incentivo pubblico in conto capitale del 30% con un finanziamento a tasso agevolato del rimanente 70% concesso dallo stesso ENEL e qualificando i componenti innovativi (pannelli solari) consentì la installazione di oltre 106.000 m^2 di collettori solari.

Nel settore *residenziale*, in generale negli ultimi anni, risultano preferite soluzioni d'integrazione architettonica degli elementi attivi - attraverso la sostituzione totale o parziale degli elementi di copertura o di facciata – che consentono di disporre di aree piuttosto ampie degli involucri dei fabbricati senza dover occupare spazi altrimenti utilizzabili.

Se si definisce accettabile per la performance energetica una superficie che raccolga almeno il 90% della radiazione teoricamente captabile , si rileva che le potenziali configurazioni del pannello sono, piuttosto ampie , comprendendo superfici inclinate fra i 5° ed i 60° rispetto al piano orizzontale ed orientate secondo angoli variabili fra i –70° ed i +70° rispetto al semiasse sud .

Sulla base di queste considerazioni le coperture piane o quelle a falda con l'orientamento di cui sopra sono le più adatte all'integrazione architettonica dei pannelli solari, con valori ottimali dell'inclinazione – per il territorio regionale calabrese – compresi fra i 15° e i 40° rispetto all'orizzonte e con esposizione preferenziale coincidente con il sud.

Tipicamente un sistema eliotermico per la produzione di acqua calda sanitaria è composto dai seguenti componenti principali: uno o più pannelli solari (per la captazione della radiazione e la sua conversione in energia termica del fluido vettore) , un serbatoio coibentato, collegato ad uno scambiatore di calore (che contribuisce al riscaldamento dell'acqua ed al suo accumulo fino al momento dell'utilizzazione) , un sistema di integrazione alimentato a gas o energia elettrica, una rete idraulica di collegamento fra il serbatoio e le utenze termiche, le apparecchiature di controllo e di regolazione .

La convenienza economica massima di dimensionamento dell'impianto si verifica per una superficie del pannello solare compresa fra 0,5 e 1 m^2 a persona residente ; alle latitudini della regione Calabria 1

m^2 di collettore produce , a seconda delle stagioni e dell'insolazione tra i 50 ed i 200 litri giornalieri di acqua alla temperatura media di 50° C.

Tali sistemi, negli ultimi anni, hanno raggiunto livelli di durata e affidabilità comparabili con quelli degli impianti convenzionali, scaldabagno elettrico e caldaia a gas.

Anche dal punto di vista economico, in relazione ad una diminuzione dei prezzi, il sistema si propone come valida e competitiva alternativa agli impianti tradizionali ed in particolare al boiler elettrico.

Infatti, con un impianto ben dimensionato, si riesce a risparmiare fino al 50 -70 % dei consumi dell'energia elettrica o di gas utilizzati per la produzione di acqua calda.

Il costo di produzione del kwh eliotermico, determinato essenzialmente dagli oneri finanziari connessi all'investimento iniziale, è mediamente indicabile fra 0,1 e 0,18 centesimi di Euro a fronte di costi di produzione del kwh termico da metano di 0,08 centesimi e da energia elettrica di 0,18 centesimi.

L'investimento iniziale medio per un impianto solare è in lenta diminuzione già da alcuni anni, tuttavia si mantiene sul mercato italiano relativamente elevato se confrontato con quello di altri Paesi .

Il costo in opera di un impianto eliotermico ex- novo si aggira indicativamente intorno ai 750-1000 Euro/m² installato per gli impianti unifamiliari, con una riduzione del 10%-15% per quelli centralizzati condominiali; invece il costo è indicabile in 350-500 Euro/m² installato, nel caso trasformazione di impianti esistenti.

Relativamente ai consumi di acqua calda sanitaria e alle potenzialità di penetrazione della tecnologia eliotemica , *il settore terziario* si presenta complesso ed articolato (v. Tab.12.2) , essendo caratterizzato da funzioni ed attività molto eterogenee , non assimilabili fra loro ,tali da impedire la definizione di progetti-tipo.

Possono comunque essere individuati alcuni settori in cui l'applicazione della tecnologia eliotermica per la produzione di acqua calda sanitaria risulta competitiva con le tecnologie elettriche o del gas .

In primo luogo sono da indicare le utenze in cui la domanda presenta un picco estivo quali:alberghi, piscine, centri residenziali, ecc.; sono inoltre di interesse anche le utenze caratterizzate da consumi significativi e costanti nell'arco dell'anno come: ospedali, cliniche, collegi,caserme, carceri , palestre.

Per altre utenze - tipicamente quelle commerciali – la domanda termica e la sua modulazione giornaliera o stagionale è essenzialmente correlata alle specifiche attività svolte e condiziona in maniera determinante le possibilità di penetrazione della tecnologia solare.

Infine le strutture del terziario dedicate a uffici o scuole sono generalmente caratterizzati da valori della domanda termica in genere limitati , che comportano per le eventuali realizzazioni eliotermiche schemi e dimensionamento degli impianti assai simili a quelli del settore residenziale.

Una maggior diffusione del solare termico, oltre ad un risparmio energetico, può favorire lo sviluppo di imprenditoria locale per l'installazione e per qualche produttore.

Tab.13.2-Fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria per utenze del settore terziario

Tipologia di utenza	Fabbisogno medio giornaliero di ACS per utente (litri al giorno)
Alberghi di prima categoria	70
Alberghi di seconda categoria	50
Alberghi di terza categoria	40
Alberghi con servizi comuni,collegi, caserme,carceri	30
Ospedali	75
Cliniche con servizi in ogni stanza	140
Docce in genere	30

Fonte:elaborazioni Ambiente Italia- Piano Energetico Ambientale Comunale di Palermo

Fotovoltaico

Il processo fotovoltaico è sostanzialmente basato sulla proprietà che hanno alcuni materiali semiconduttori, opportunamente trattati (fra cui il silicio, elemento molto diffuso in natura), di generare direttamente energia elettrica quando vengono colpiti dalla luce solare, senza l'uso di alcun combustibile.

La conversione della radiazione solare avviene in un elemento - detto cella fotovoltaica - in grado di produrre circa 1,5 w_p di potenza elettrica se esposto al valore massimo della radiazione incidente, con un rendimento di conversione che si aggira per celle commerciali sul 12,5 %-15%.

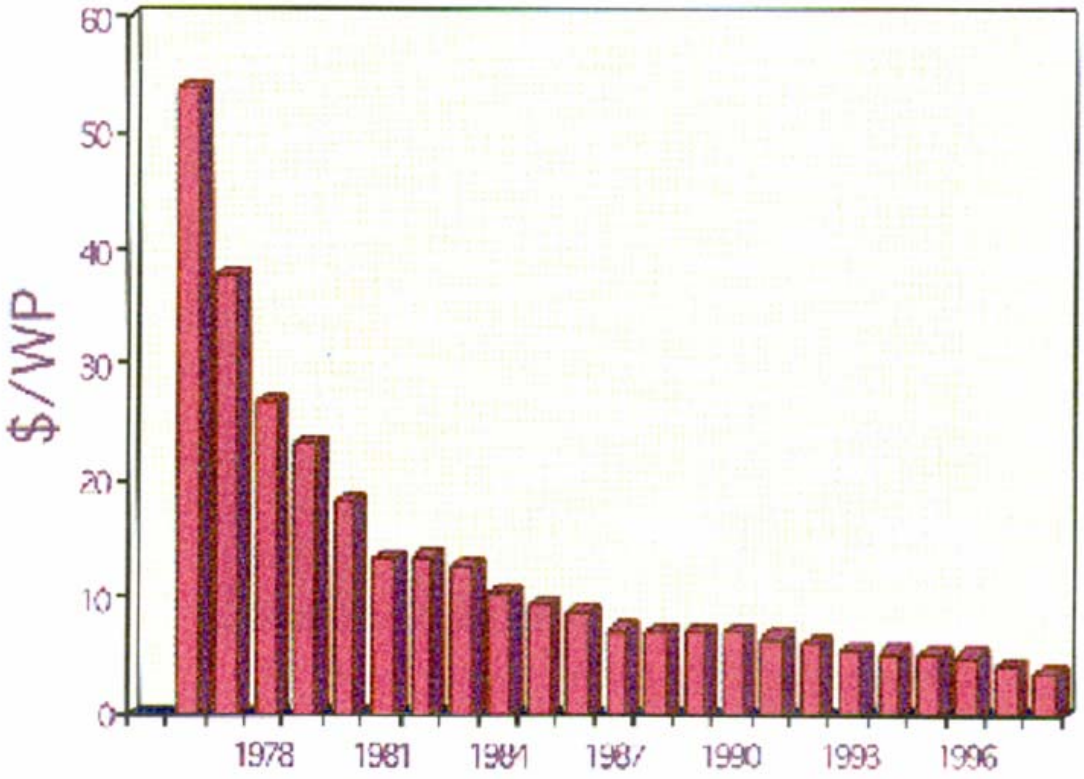
Più celle collegate fra di loro costituiscono un modulo fotovoltaico che è in grado di garantire oltre una decina di anni di funzionamento anche nelle condizioni ambientali più gravose; ciascun modulo standard della superficie di 0,4 m^2 produce fra i 40 e i 50 w_p alla tensione di circa 17 v e viene utilizzato - connesso in serie e/o parallelo ad altri moduli - per fornire la potenza desiderata. Nonostante la riduzione dei costi di produzione (di circa -20 % 1993-1995 -v.fig 13.2), e del costo del chilowattora prodotto ad opera del miglioramento dei rendimenti e delle tecnologie dei processi produttivi dei moduli fotovoltaici, il loro impiego incontra difficoltà ad affermarsi poiché i costi risultano ancora troppo elevati per consentirne la competitività commerciale.

Infatti come si nota dalla Tabella 13.3 il costo dell'energia prodotta risulta compreso tra 0,4-0,8 Euro/kWh di gran lunga superiore al costo di produzione del kWh con altri sistemi.

Tipo di impianto	***Euro/kWh***
Fotovoltaico	0,4-0,8
Eolico	0,08
Mini-idro	0,07
Geotermico	0,07
Ciclo combinato a gas	0,04

- Tabella 13.3-

Fig. 13.2 – Riduzione dei costi del solare fotovoltaico



Nonostante i costi tutti i paesi industrializzati, Italia compresa, ritengono strategico lo sviluppo del fotovoltaico e per incoraggiarne la diffusione finanziano fino all'80% dei costi di installazione (v. fig. 13.3).

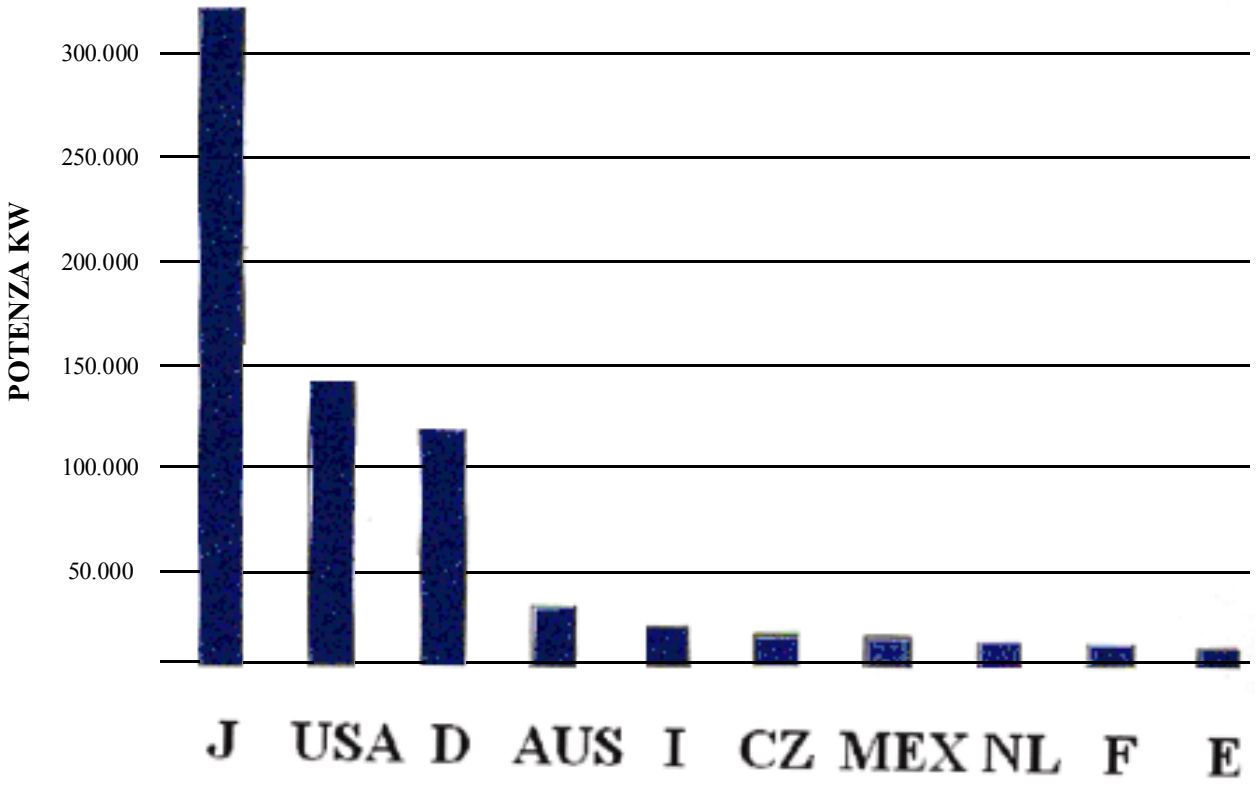
Grandi multinazionali hanno fatto enormi investimenti nella produzione di celle fotovoltaiche: a titolo di esempio si possono ricordare l'acquisto della Siemens Solar da parte della Shell e la crescita di fatturato della BP Solar (54 Mw nel 1999) , che è divenuta il secondo produttore mondiale subito dietro la giapponese Sharp e ha acquisito la Green Mountain Power , principale azienda che pratica il "green pricing" negli USA.

Escludendo gli impianti dimostrativi connessi alla rete a media tensione, del tipo di quello realizzato dall'ENEL a Serre (Salerno) , le applicazioni commercialmente più rilevanti dell'energia fotovoltaica si ritrovano per l'alimentazione in stand-alone di utenze in zone non servite dalla rete elettrica o di elevato pregio ambientale - che sconsiglia la realizzazione di linee elettriche aeree - e per i sistemi connessi alla rete di distribuzione in bassa tensione.

Gli impianti per la alimentazione di utenze isolate dalla rete *(stand-alone)* sono dotati di batterie di accumulo e sono dedicati a soddisfare le esigenze primarie di insediamenti abitativi o produttivi (quali l'illuminazione, la conservazione di prodotti alimentari deperibili, l'informazione, l'approvvigionamento idrico, ecc) o di funzionamento di impianti di servizio (ponti radio , impianti di segnalazione , ecc.).

I costi di produzione del kwh mediante sistemi stand-alone , con potenze comprese fra alcune decine di watt e qualche kw , sono essenzialmente attribuibili agli oneri finanziari connessi con l'elevato investimento (circa 10.000 Euro/kw_p) e si posizionano su un ordine di grandezza superiore (circa 0,8 Euro/kwh) rispetto all'energia elettrica prodotta con metodi tradizionali; tuttavia tali impianti, in talune circostanze, rappresentano la soluzione più conveniente per

Fig. 13.3 - FOTOVOLTAICO
potenza installata nel mondo per Paese (anno 2000)



elettrificare aree sprovviste del servizio elettrico, in alternativa alla costruzione di lunghi tronchi di rete elettrica o alla installazione e gestione di gruppi elettrogeni.

Infatti la manutenzione richiesta dagli impianti fotovoltaici dell'ultima generazione è praticamente nulla ed inoltre soddisfano l'esigenza di salvaguardia del contesto ambientale e di benessere acustico , a differenza dei gruppi elettrogeni.

I costi del kWh fotovoltaico si riducono notevolmente se si eliminano tutti i dispositivi di accumulo e di immissione in rete dell'energia prodotta.

Ciò è possibile quando l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico è consumata dallo stesso produttore, il quale può prelevare dalla rete l'energia d'integrazione per il soddisfacimento dei propri fabbisogni , quando necessario, o cedere alla rete stessa i surplus .

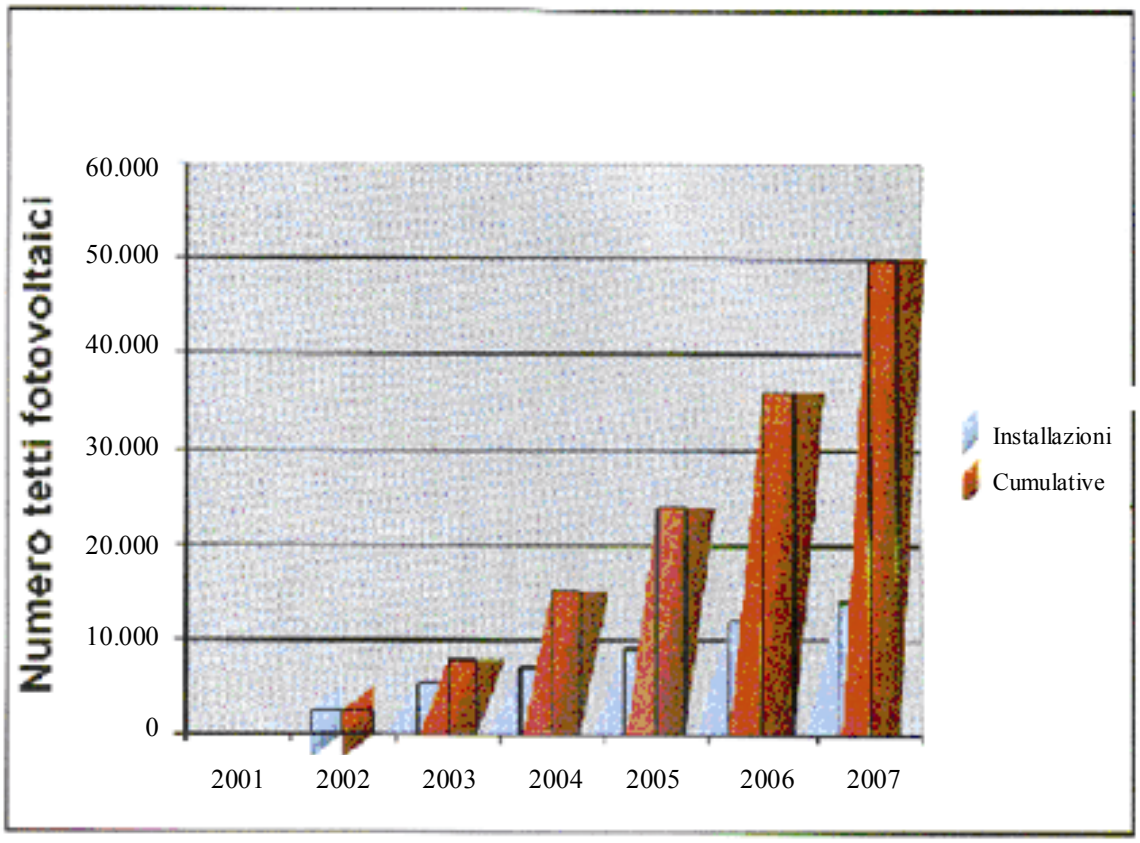
Un ulteriore riduzione di costo la sia ha quando il pannello fotovoltaico viene integrato nell'edilizia, diventando esso stesso elemento di copertura o di facciata, e diviene componente di un sistema di medie dimensioni (da qualche kw a qualche decina di kw) a servizio di più utenti

Tali soluzioni progettuali , comunemente note come *tetti fotovoltaici* , si sono diffuse inizialmente in Giappone e negli Stati Uniti e , più recentemente , in Europa , principalmente in Germania dove sono stati realizzati oltre 2000 impianti ; anche in Italia il Ministero dell'Ambiente ha avviato il programma nazionale 50.000 tetti solari (v.fig. 13.4) , che sta registrando un notevole successo , con un numero di risposte ai bandi del Ministero dell'Ambiente e delle Regioni da 4 a 10 volte superiori rispetto ai fondi disponibili (60 milioni di Euro nel 2001 ed un rifinanziamento per il 2002 di 50 milioni) .

Le ragioni del successo dei tetti fotovoltaici sono essenzialmente legate alle loro caratteristiche in termini di costo/benefici riassumibili in: occupazione di superfici non altrimenti utilizzabili, produzione dell'elettricità decentrata a "bocca d'utenza" - con riduzione delle perdite di trasmissione e distribuzione - e durante le ore centrali della giornata - con livellamento della punta di domanda -,

Fig. 13.4

Programma 50.000 tetti solari 2002/2007



risparmio connesso all'impiego dei pannelli fotovoltaici in sostituzione di elementi strutturali architettonici ,possibilità di recupero dell'energia termica prodotta come cascame per la climatizzazione ambientale invernale e di utilizzazione dei pannelli come frangisole con soluzioni architettoniche bioclimatiche che riducono i fabbisogni energetici per il condizionamento estivo.

Inoltre la progressiva trasformazione dei pannelli fotovoltaici in elemento architettonico costituisce un'importante opportunità per la nascita di imprenditoria locale.

Questa acquistando sul mercato gli elementi attivi (le celle fotovoltaiche) potrebbe produrre in piccola serie i pannelli fotovoltaici secondo le richieste del progettista, conquistandosi un mercato di nicchia non raggiungibile dalla produzione in grande serie delle multinazionali.

13.2 - Le potenzialità di sviluppo nella regione.

L'analisi delle mappe isoradiative e dei dati d'insolazione conferma la vocazione naturale delle regioni meridionali, in generale, e della Calabria, in particolare, alla diffusione di impianti solari termici e fotovoltaici.

A titolo puramente esemplificativo, un pannello collocato sulla copertura di un edificio di Catanzaro , orientato a sud ed inclinato di un angolo pari alla sua latitudine può produrre quantitativi annui di energia elettrica superiori del 15% a quelli ottenuti nelle regioni centrali e del 45% delle regioni settentrionali,

Peraltro il successo della campagna promozionale dello scaldaacqua solare condotta dall'ENEL negli anni '80 , che ha consentito di realizzare in Calabria impianti per una superficie pari ad oltre il 4% del totale nazionale , con oltre 4000 m^2 installati, consente di ipotizzare scenari anche ambiziosi di sviluppo delle applicazioni delle tecnologie solari.

Tuttavia i relativi comparti , per i loro costi e la caratteristica dell'investimento di essere capital intensive, difficilmente possono trovare un loro spazio con i normali meccanismi di mercato; per tale motivo essi sono meritevoli di attenzione da parte della pubblica amministrazione nella definizione di norme d'incentivazione e procedurali circa gli iter autorizzativi nonché nella destinazione di adeguate risorse finanziarie per assicurare contributi congrui al superamento del gap competitivo rispetto alle fonti energetiche non rinnovabili.

Peraltro l'unico reale limite allo sviluppo delle applicazioni delle tecnologie solari in campo energetico è rappresentato dall'entità delle risorse finanziarie disponibili per l'incentivazione.

Per la Calabria sono state rese disponibile nell'ambito dei fondi comunitari 2000-2006 risorse pari a circa 8 milioni d Euro, ,capaci di attivare investimenti per oltre 15 milioni; in tale contesto - utilizzando circa il 50% dei finanziamenti comunitari disponibili - la Regione Calabria , in attuazione della misura 1.11-Azione 1.11.a del POR 2000-2006 relativa alla produzione di energia da fonti rinnovabili e risparmio energetico, ha cofinanziato - con le risorse di competenza derivanti dalla legge n.488 del

23.12.1998 per gli esercizi finanziari 2000 e 2001 - l'installazione di 300kw$_e$ di impianti di produzione elettrica fotovoltaici, 2000m^2 di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria e 4000 kw$_e$ di impianti a pompa di calore per la climatizzazione ambientale, delegando le Amministrazioni Provinciali alla attuazione della misura 1.11.a ed alla gestione amministrativa degli incentivi.

Ulteriori risorse saranno garantite dai programmi del Ministero dell'Ambiente sul solare fotovoltaico, sul solare termico e dalla carbon tax .

Cap. 14 – Biomasse Vegetali

14 - Introduzione

Il presente capitolo riporta i risultati ottenuti dall'applicazione della metodologia utilizzata per valutare il potenziale energetico da biomasse vegetali della Regione Calabria, effettuata nell'ambito della predisposizione del Piano Energetico Regionale (PER).

La metodologia utilizzata, realizzata dall'ENEA e dall'A.I.I.A. (Associazione Italiana di Ingegneria Agraria), la cui collaborazione è stata richiesta dall'ENEA per la specifica competenza di questa Associazione nel settore energetico applicato al mondo agricolo, consente infatti di calcolare - in base alla distribuzione di biomassa vegetale utilizzabile per fini energetici presente su un determinato territorio di indagine, a parametri tecnici di funzionamento e ad obiettivi economici associati all'investimento - la potenza elettrica "ottimale" ed il numero di impianti di conversione energetica realizzabili su questo territorio.

La metodologia è stata originariamente sviluppata a seguito dell'emanazione del Provvedimento CIP 6/92 che consentiva la cessione all'ENEL a prezzi incentivanti dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili ed assimilate; questa opportunità, unitamente alla sufficiente maturità tecnologica di alcune filiere di conversione energetica delle biomasse, sembrava infatti consentire, agli inizi degli anni '90, la possibilità di realizzare impianti che rispondessero ai richiesti criteri di redditività economica.

L'impiego ai fini energetici delle biomasse sembrava pertanto offrire agli imprenditori del mondo agricolo non solo una valida integrazione od una alternativa alle tradizionali pratiche colturali, ma sembrava soprattutto potesse consentire il reimpiego produttivo, utilizzando le più consolidate colture energetiche, dei terreni destinati al *set-aside* dall'allora vigente politica agricola comunitaria.

L'applicazione della metodologia alla Regione Calabria, *basata su dati statistici e parametri medi di calcolo*, è stata effettuata utilizzando in particolare i dati ISTAT sulle produzioni agricole e forestali aggiornati al 1997 - 1998, ultimi anni attualmente disponibili, mentre i valori dei parametri tecnico-economici utilizzati tengono conto dell'esperienza acquisita dalle precedenti applicazioni della metodologia effettuate dall'ENEA in particolare nelle Regioni Abruzzo ed Emilia-Romagna, utilizzando dati ed informazioni reperiti in loco.

Il presente capitolo riporta gli aspetti di base relativi all'uso energetico delle biomasse, i lineamenti della metodologia utilizzata, la descrizione delle caratteristiche agro-forestali della Regione, le valutazioni che stanno alla base dell'elaborazione effettuata ai fini del PER, ed i risultati di questa applicazione.

14.1 - Uso energetico delle biomasse

14.1.1 - Definizione

Con il termine *biomassa* si indica, in campo energetico, la sostanza organica, di origine vegetale od animale, da cui è possibile ottenere energia attraverso processi di tipo *biochimico* (ad es. digestione anaerobica) o di tipo *termochimico* (ad es. combustione o gassificazione).

Questa sostanza organica ha origine essenzialmente:

- dai prodotti principali o dai residui del settore agro-forestale;
- dai sottoprodotti e dagli scarti delle lavorazioni agro-alimentari;
- dagli scarti della catena di distribuzione e dei consumi finali;
- dalle deiezioni animali;
- da “specie energetiche” appositamente coltivate.

La biomassa è una risorsa *rinnovabile*, e quindi inesauribile nel tempo, a condizione che venga impiegata ad un tasso di utilizzo non superiore alle capacità di rinnovamento biologico. Di contro è una risorsa quantitativamente *non illimitata* in quanto la disponibilità di ciascuna tipologia è limitata da vincoli fisici, ad esempio dalla superficie destinata alle singole produzioni vegetali o dal numero di capi di allevamento, oltre che da quelli climatici ed ambientali che condizionano ad esempio le rese produttive delle coltivazioni vegetali.

14.1.2- Processi di conversione energetica

Allo stato naturale, o di *tal quale (t.q.)* la biomassa è costituita da una frazione *umida* e da una *secca*, costituita essenzialmente da fibra grezza. La scelta del processo di conversione energetica è legata quindi alle proprietà chimico-fisiche della biomassa, in particolare dal *rapporto C/N* tra il contenuto di carbonio (C) e di azoto (N) e dalla sua *umidità* (U).

Schematicamente, per le conversioni energetiche di tipo *termochimico*, risultano idonee le biomasse che presentano:

- un elevato rapporto tra il contenuto di carbonio e quello dell’azoto (C/N > 30);
- ridotto contenuto di umidità (U < 30 % sul *t. q.*);
- sufficiente Potere Calorifico Inferiore (PCI > 2.400 kcal/kg di *s. s.*[1]).

(1) sostanza secca: frazione secca della biomassa tal quale

La biomassa che presenta queste caratteristiche ha infatti una frazione secca *preponderante* rispetto a quella umida, ed quindi preferibilmente utilizzabile in ***processi di combustione o di gassificazione***.

La ***combustione diretta*** delle biomasse a ridotto contenuto di umidità (biomasse *ligno-cellulosiche*) può essere sinteticamente definita come l'ossidazione completa del carbonio e dell'idrogeno in esse contenuti. Il processo, che si verifica a temperature superiori a 1.000 °C, richiede un eccesso d'aria superiore a quello teorico ed un apporto iniziale di energia.

Gli schemi classici prendono in considerazione quattro fasi distinte, caratterizzate da successive trasformazioni del combustibile: *riscaldamento ed essiccazione* (fino a circa 200 °C), *pirolisi*, *fase gassosa*, *reazioni di ossidazione del carbonio*.

La pirolisi, che avviene tra i 225 ed i 400 °C, può essere definita come la distillazione distruttiva dei componenti carboniosi (emicellulosa, cellulosa e lignina) in assenza di ossigeno: conduce alla formazione di gas, composti catramosi e carbonio allo stato quasi puro. I primi vengono successivamente bruciati nella fase gassosa (500 - 750 °C), secondo una serie di reazioni di ossidazione del carbonio definite di pre-combustione, combustione e post-combustione.

Il processo termochimico di ***gassificazione*** della biomassa comporta invece la trasformazione della biomassa in un combustibile gassoso (chiamato ***gas povero*** per il suo basso potere calorifico) che può essere utilizzato in particolare per l'alimentazione dei *motori endotermici*. Il processo avviene operando ad elevate temperature (900 - 1.500 °C) in carenza di ossigeno (10 - 20% in meno di quanto richiesto dalla combustione), ed è influenzato in modo specifico dall'*umidità* della biomassa.

Per le conversioni di tipo termochimico risultano quindi idonei la *legna* ed i suoi derivati (segatura, trucioli, ecc.), i più comuni *sottoprodotti colturali di tipo ligno-cellulosico* (paglia di cereali, residui di potature, ecc.) e taluni *scarti di lavorazione* (lolla, pula, gusci, noccioli, sanse, vinacce, ecc.), caratterizzati da una *ridotta pezzatura*, una *umidità* compresa tra 15 e 40%, ed *un basso tenore di cenere*.

Viceversa, per le conversioni di tipo *biochimico*, sono utilizzabili le biomasse che presentano:

- un ridotto rapporto carbonio/azoto (C/N < 30);
- un elevato contenuto di umidità (U> 30 % sul tal quale)

e, quindi, una frazione umida preponderante rispetto a quella secca; queste biomasse sono quindi preferibilmente utilizzabili in processi di tipo biochimico, tra i quali ha pratica applicazione la ***digestione anaerobica*** per la produzione di ***biogas***.

La *fermentazione* anaerobica prodotta dalla decomposizione ad opera di enzimi e batteri della sostanza organica *in assenza di aria* da luogo infatti alla formazione di

composti organici ed inorganici semplici, ed alla produzione di un gas (*biogas*) costituito in percentuale notevole (50-70%) da ***metano***. La digestione anaerobica consente quindi la degradazione della sostanza organica con la formazione di prodotti combustibili.

Per le conversioni di tipo biochimico risultano perciò idonee le *colture acquatiche*, alcuni *sottoprodotti colturali* (foglie e steli di barbabietola, patata, ortive, ecc.), i *reflui zootecnici* ed alcuni *scarti di lavorazione* (acque di vegetazione dei frantoi, ecc.), nonché la *biomassa organica eterogenea immagazzinata nelle discariche controllate*.

14.1.3 - Tecnologie di conversione energetica

Analogamente alle fonti tradizionali, anche per l'uso energetico delle biomasse si prospettano in linea di principio diverse soluzioni tecniche (***filiere di conversione energetica***), Fig. 14.1, che si differenziano, sostanzialmente, per:

- caratteristiche della biomassa utilizzata;
- principi fisici applicati per la conversione energetica;
- potenze elettriche convenientemente realizzabili,

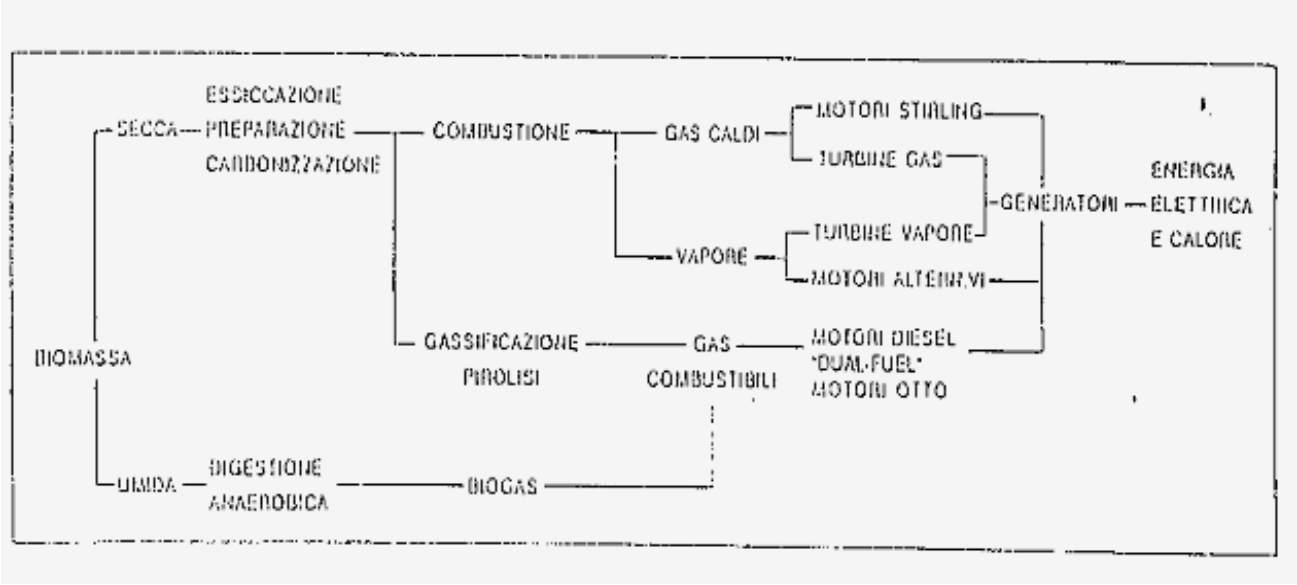
fermo restando che ***la più idonea finalizzazione della conversione energetica delle biomasse è la produzione di energia elettrica con eventuale recupero del calore (cogenerazione).***

Le diverse soluzioni tecnologiche si basano sull'adozione di processi e macchine adatte per definiti *range di potenza* ed *ambiti applicativi* ed inoltre, poiché i *rendimenti elettrici globali* sono normalmente *inferiori al 30%*, la presenza di *cascami termici* è sempre notevole e tale da suggerire il ricorso alla ***cogenerazione***.

Per potenze ***fino a 500 kW$_e$***, una filiera proponibile si basa sulla gassificazione della biomassa e sull'utilizzo del gas povero con motori a ciclo Otto o Diesel, anche se i primi risultano in genere di più facile gestione.

Le biomasse utilizzabili dipendono dal tipo di gassificatore scelto; in linea generale è richiesta una certa regolarità nella *pezzatura* (lolla di riso, tronchetti di legno di lunghezza e diametro di circa 4 - 5 cm, ecc.) ed un'*umidità* piuttosto bassa (10 - 15%), per cui è quasi sempre necessario un *trattamento preliminare* della biomassa (ad esempio sminuzzatura delle ramaglie), che richiede un certo impegno di manodopera per l'alimentazione delle macchine e la loro manutenzione. Il gas va infatti depurato da *particolati* e *condensabili*, operazione questa che richiede una certa cura degli elementi filtranti e raffreddanti; gli intervalli di manutenzione dei motori si riducono perciò al 20 - 30% dei tempi consigliati per i motori alimentati a combustibili tradizionali.

Fig. 14.1 - Possibili filiere per l'impiego energetico delle biomasse



Questi aspetti non favoriscono pertanto la diffusione di questi sistemi, che sono di fatto scarsamente presenti nella realtà italiana; gli investimenti per impianti completi oscillano tra *1,5 e 3 milioni di lire/kW*$_e$ (valori 1994), risentendo fortemente dell'assenza di un reale mercato (i costruttori operano infatti solo su ordinazione).

In alternativa alla gassificazione possono essere utilizzate per queste taglie di potenza, in presenza di carichi elettrici particolarmente costanti, anche delle piccole *turbine a vapore*, che presentano il vantaggio di poter utilizzare dei generatori di calore di tipo convenzionale.

Per potenze *superiori a 500 kW*$_e$ l'unica filiera proponibile è quella che considera l'accoppiamento ***generatore di vapore- turboalternatore a ciclo Rankine***.

I combustori (caldaie) delle biomasse devono essere in grado perciò di produrre ***vapore*** a 4-10 MPa di pressione e 500 - 600 °C di temperatura per l'azionamento delle turbine a vapore che, accoppiate ad un alternatore, consentono la produzione di ***energia elettrica.*** Sono, in generale, composti da: alimentatori della biomassa, corpo caldaia (a *griglia fissa* quelli più comunemente usati), scambiatori e recuperatori di calore, dispositivi per l'eliminazione dei particolati, ed hanno dei rendimenti energetici di conversione medi di 0,8.

I costi di questa tecnologia (valori 1994), di cui esistono costruttori nazionali ed

esteri, è di circa ***150 milioni di lire/MW$_t$*** per la realizzazione della sola caldaia, e di ***4 miliardi di lire/MW$_e$*** per l'impianto di conversione energetica nel suo complesso.

14.1.4 - Contesti applicativi idonei per l'uso energetico delle biomasse

Allo stato attuale, tra le applicazioni *realisticamente proponibili* finalizzate alla conversione energetica delle biomasse, quella ritenuta più idonea è quella che considera un'unica centrale di trasformazione energetica per la *produzione di energia elettrica* (da realizzare ad hoc o trasformando un impianto tradizionale esistente); questa centrale deve essere ubicata opportunamente in un *comprensorio rurale* di medie dimensioni dal quale prelevare la biomassa, a scarso contenuto di umidità, presente entro raggi di trasporto relativamente brevi (< 30-35 km), per *ridurre al minimo l'incidenza del costo di trasporto della biomassa.*

La dimensione del comprensorio è quindi strettamente correlata a questo parametro, mentre l'opportunità di trasformare impianti tradizionali esistenti può essere presa in considerazione solo nel caso che i medesimi siano localizzati in aree caratterizzate da una sufficiente disponibilità di residui.

Altri ambiti applicativi, quali i *nuclei abitativi* con struttura accorpata di piccole dimensioni (50 - 200 unità familiari), presenti in particolare in zone montane caratterizzate da disponibilità significative di residui legnosi, o le *aziende produttive*, in particolare quelle di trasformazione dei prodotti agricoli, sono in generale meno interessanti, in quanto comportano taglie di potenza più ridotte (prevedendo in genere l'impiego di motori endotermici) che difficilmente consentono la redditività dell'investimento.

Solo applicazioni di tipo comprensoriale, infatti, possono consentire di realizzare impianti di potenza adeguata (> 5 MW$_e$) per il collegamento in parallelo con la rete elettrica, e di prevedere perciò la vendita dell'energia elettrica prodotta.

La ***convenienza economica*** di questi impianti può comunque verificarsi in genere solo quando sia possibile individuare in prossimità della centrale di conversione utenti che richiedano non solo l'energia elettrica prodotta, ma anche e soprattutto il *calore*; occorre quindi localizzare gli impianti possibilmente in prossimità di aree in cui siano presenti ad esempio consistenti insediamenti industriali, in particolare aziende del settore agro-alimentare.

A queste aziende, inoltre, l'offerta di energia elettrica e termica prodotta da impianti a biomasse può essere destinata solo nel caso in cui i relativi *costi specifici di acquisto* siano *sensibilmente inferiori* rispetto a quelli tradizionali; ciò anche in considerazione della minore *affidabilità nella fornitura dell'energia* legata alla complessa organizzazione necessaria per l'approvvigionamento e lo stoccaggio della biomassa, che comporta, in ogni caso, la necessità di ricorrere a contratti "di soccorso" con le aziende che forniscono l'energia elettrica ed i combustibili tradizionali.

La sola tecnologia proponibile attualmente per applicazioni di queste taglie di

potenza è, come detto, la combustione diretta in caldaia per la produzione di vapore da utilizzare in un gruppo turboalternatore per la produzione di energia elettrica (con o senza cogenerazione); si tratta infatti di una tecnologia ormai matura, di cui si conoscono in modo affidabile costi e rendimenti. Altre tecnologie di conversione termochimica, come la *gassificazione* e la *pirolisi*, non presentano infatti allo stato attuale la medesima affidabilità tecnologica.

La *filiera* attualmente proponibile, Fig. 14.2, per applicazioni di queste dimensioni comporta pertanto la realizzazione delle seguenti fasi operative:

- raccolta ed accumulo della biomassa;
- preparazione del combustibile nella forma adeguata per l'alimentazione dell'impianto;
- combustione con produzione di vapore;
- produzione di energia elettrica mediante turboalternatore a ciclo Rankine con eventuale produzione combinata di energia termica.

Fig. 14.2 - Percorso più conveniente per la conversione energetica delle biomasse ligno-cellulosiche secche nel caso di impianti comprensoriali

RACCOLTA ACCUMULO ⇒ BIOMASSA	ESSICCAZIONE SMINUZZATURA ⇒ POLVERIZZAZIONE	COMBUSTIONE ⇒	TURBOALTERNATORE A VAPORE

Le biomasse più idonee per questa applicazione risultano:

- *paglia* di cereali e *stocchi* di mais;
- *residui di potatura* di specie arboree, come i sarmenti di vite e le potature dell'olivo, degli agrumi, degli alberi da frutta, dei mandorli e dei noccioli, compresa la legna d'espianto ritraibile al termine del ciclo produttivo delle piante (*massa dendrometrica*);
- *legna* di produzione forestale e *residui legnosi* da tagli forestali destinati all'industria;
- *residui delle lavorazioni agro-industriali*, come le sanse esauste, le vinacce, i gusci ed i noccioli, la lolla di riso, gli imballaggi cartacei ed il cartone.

Le "colture energetiche" non sono invece ritenute allo stato attuale utilizzabili, in quanto ancora poco diffuse ed a carattere prevalentemente sperimentale.

14.1.5 - Problematiche relative all'uso energetico delle biomasse

L'impiego energetico delle biomasse agricole è condizionato dalle problematiche legate in particolare alla loro *stagionalità* ed al loro *costo di raccolta e di trasporto*.

La disponibilità degli ingenti quantitativi di biomassa necessari ad alimentare

impianti di taglia considerevole è infatti concentrata in periodi di tempo dell'ordine di *poche settimane* (le paglie dei cereali in giugno-luglio, gli stocchi del mais in ottobre-novembre, i residui di potatura nei mesi invernali), mentre la domanda di energia è in genere presente in modo continuativo durante tutto l'anno.

Questo "mismatch" temporale tra offerta e domanda ha perciò rilevanti conseguenze economiche, in quanto nel conto economico devono essere considerati anche gli investimenti necessari allo *stoccaggio* della biomassa, ed in alcuni casi anche ad una preventiva sua parziale essiccazione per garantire la conservazione della sostanza organica che è facilmente putrescibile.

Agli impianti di trasformazione energetica dei sottoprodotti agricoli deve inoltre essere "asservita" una *superficie territoriale* sufficientemente estesa da garantire l'approvvigionamento della materia prima necessaria per il suo funzionamento; questo comporta che la coltura (o le colture) da cui deriva la biomassa sia concentrata territorialmente, ossia che la biomassa complessiva ritraibile dal territorio abbia *la più elevata densità* possibile, al fine di contenere i *costi di trasporto* alla centrale di conversione.

A tal fine deve essere evidenziato che, per applicazioni di questo tipo, ***è opportuno realisticamente trascurare la biomassa prodotta dalle coltivazioni agrarie con superfici di produzione inferiori a 500 ha***.

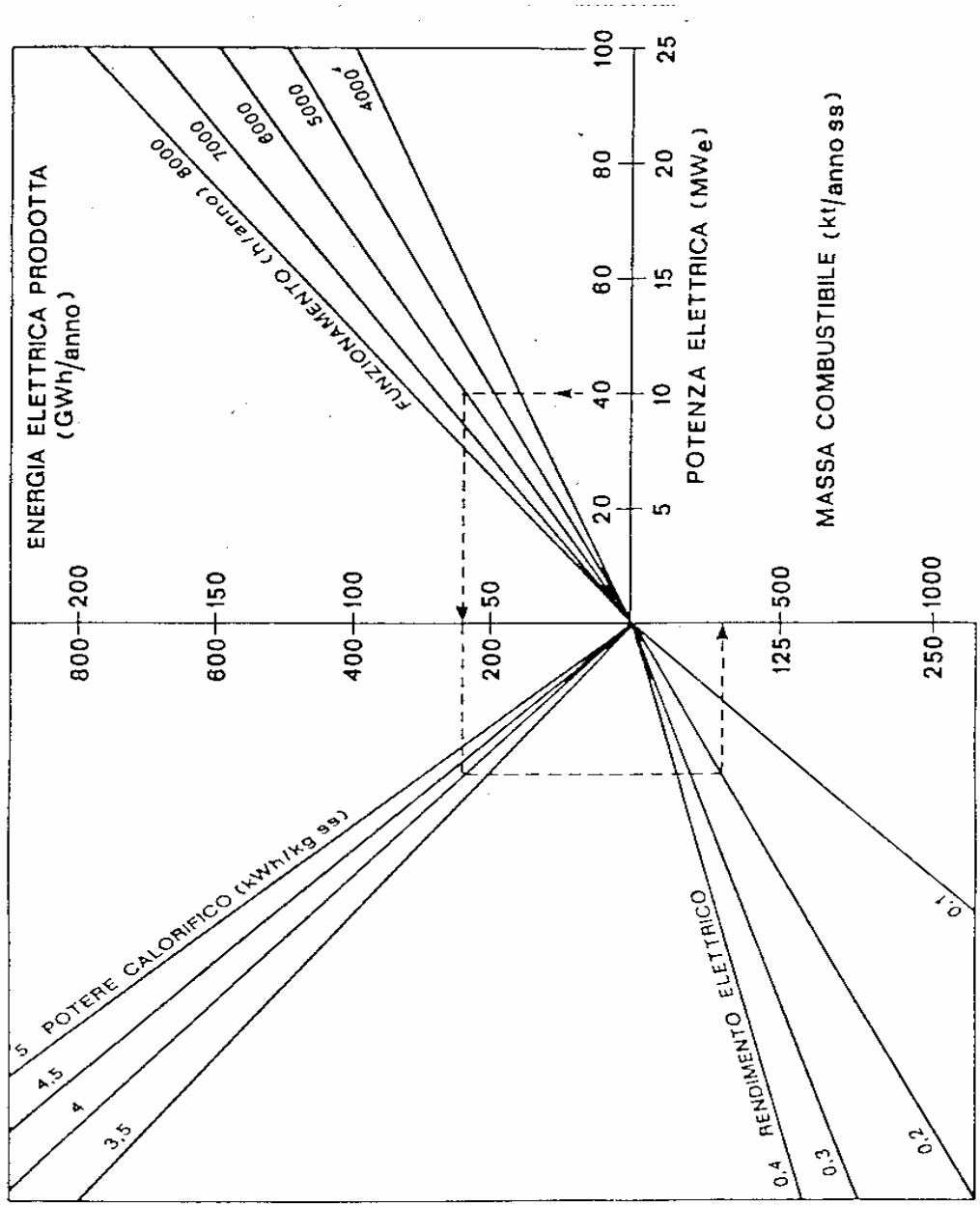
Tale limite deriva dalla constatazione pratica che una superficie di 500 ha fornisce, considerando una produzione media *realisticamente* ottenibile di *2 t/ha · anno di biomassa secca*, un rendimento globale medio di conversione energetica (energia resa all'utenza/energia potenziale della biomassa) del **25%** ed un potere calorifico inferiore della biomassa secca di **5 kWh/kg**, una quantità di residui sufficiente per alimentare un impianto di **0,15 - 0,20 MW_e** (taglia molto piccola per questo tipo di applicazioni) o, in altri termini, fornisce una quantità di residui inferiore al **2%** di quelli necessari ad alimentare un impianto di **10** MW_e (Fig. 88), taglia da considerare media per questo tipo applicazioni; ciò a fronte di possibili problematiche organizzative legate alla raccolta ed al trasporto della biomassa. Questa selezione delle superfici in produzione serve perciò a focalizzare l'attenzione sui residui più interessanti in termini *massici*, anche al fine di una ottimale *localizzazione* dell'impianto sul territorio.

Questo particolare aspetto non riguarda la biomassa di origine forestale in quanto i quantitativi di legna e di sottoprodotti forestali ottenibili dipendono principalmente dalla superficie annualmente sottoposta a taglio, ed, ovviamente, quella agro-industriale, in quanto la materia prima da cui deriva è già stata precedentemente concentrata presso le industrie di trasformazione (frantoi, distillerie, ecc.); ne consegue che nel caso di utilizzo prevalente degli scarti di lavorazione, l'impianto di conversione energetica deve essere localizzato il più vicino possibile alla stessa industria.

In generale, quindi, la localizzazione degli impianti di conversione energetica deve essere attentamente valutata per *minimizzare i costi di raccolta e di trasporto della*

biomassa dal campo all'impianto.

Fig. 14.3 - Nomogramma per la stima dell'energia elettrica prodotta e del consumo di biomassa in un impianto di potenza nota. Nell'esempio un impianto da 40 MW_e funzionante per 6.000 h/anno produce 240 GWh/anno di energia elettrica consumando - nell'ipotesi di un PCI pari a 4 kWh/kg di s.s. e di un rendimento elettrico di 0,2 - 300 kt/anno di biomassa secca.



14.1.6 - Impatto ambientale

L'impatto ambientale derivante dall'uso energetico delle biomasse deve essere valutato in particolare relativamente al:

- trasporto ed immagazzinamento dei residui;
- processo di conversione energetica.

Le problematiche relative al ***trasporto ed allo stoccaggio*** di considerevoli quantitativi di residui organici sono legate sostanzialmente *al tipo di soluzione prevista per la gestione delle scorte*.

In linea di principio sono infatti possibili due diverse modalità di gestione:

- accumulo di tutta la biomassa necessaria al funzionamento annuale dell'impianto in un periodo ristretto di tempo presso la centrale di conversione energetica;
- accumulo della biomassa presso le aziende agricole (o presso centri di immagazzinamento dislocati opportunamente sul territorio) e mantenimento di una scorta sufficiente per alcuni giorni presso la centrale.

Nel primo caso deve essere prevista la disponibilità della ingente superficie necessaria allo stoccaggio, che è funzione della ***massa volumica apparente*** (kg/m^3) - volume occupato dalla biomassa diversamente confezionata: sfusa, accatastata, imballata, sminuzzata, ecc. -, che dipende dalla natura della biomassa, dalla sua umidità, modalità di raccolta, ecc.; per questo tipo di accumulo deve inoltre essere valutato *l'impatto visivo delle infrastrutture*. Nel caso ad esempio dell'accumulo delle paglie, confezionate in rotoballe, in cataste dell'altezza massima di 5 - 6 m, la superficie necessaria è valutata in circa ***1 ha/MW$_e$***.

L'accumulo di tutta la biomassa presso la centrale richiede, inoltre, di provvedere alla raccolta ed al trasporto di materiale in un periodo di circa ***1 - 1,5 mesi***; per tale operazione il *numero di trasporti giornalieri* necessari in questo periodo dipende dalla quantità e dalla massa volumica dei residui. Nel caso delle paglie, ad esempio, questo numero è valutato in circa ***20 viaggi/MW$_e$ · giorno***, nell'ipotesi di operare in 30 giorni lavorativi all'anno.

Le problematiche dello stoccaggio appaiono invece notevolmente più ridotte se si ricorre *all'accumulo parziale* della biomassa presso la centrale; questo implica naturalmente che lo stoccaggio deve essere effettuato presso le aziende produttrici.

Questo tipo di organizzazione consente di infatti di *diluire* il trasporto della biomassa lungo l'intero anno, di impiegare un numero inferiore di automezzi e di ridurre la superficie di stoccaggio presso la centrale.

Nel caso delle paglie, ad esempio, il numero di trasporti si riduce a circa ***3 viaggi/MW$_e$ · giorno***, nell'ipotesi di approvvigionare la biomassa per 5 giorni/settimana durante tutto l'anno, e la superficie necessaria si riduce a circa *un terzo* di quella prevista nella precedente modalità di stoccaggio, nell'ipotesi di considerare *un'autonomia di funzionamento dell'impianto di 10 giorni*.

La valutazione dell'impatto sul territorio connesso al ***processo di conversione energetica***, intendendo con questo termine gli aspetti *paesaggistici*, *ecologici* ed *acustici* legati alla combustione della biomassa ed alla produzione di energia elettrica, richiede degli studi specifici per ogni singola applicazione. Delle emissioni gassose viene principalmente valutato il contenuto di *monossido di carbonio* (CO), di *idrocarburi incombusti* (C_xH_y), degli *ossidi di azoto* (NO_x), degli *ossidi di zolfo* (So_x), degli *idrocarburi policiclici aromatici* (IPA) e dei *particolati*.

In linea generale, al fine del contenimento di queste emissioni, deve essere considerato che:

- una corretta gestione del processo di combustione permette, normalmente, il controllo delle emissioni di CO; il rispetto dei limiti è facilitato inoltre da una intima miscelazione fra combustibile e comburente e, a tal fine, sono preferibili quindi i materiali finemente sminuzzati ed una alimentazione continua nel tempo;
- nelle attuali caldaie di media e grande capacità anche le emissioni di NO_x sono limitabili anche fino ad *un quarto* dei valori ammessi;
- il quantitativo di *zolfo* presente nelle biomasse è *molto ridotto*, per cui le emissioni di SO_x sono limitate;
- la quantità di *particolati* è legata all'efficienza dell'apparato filtrante, che è sempre necessario installare; con questo apparato è possibile ridurre l'emissione dei particolati al di sotto dei 50 mg/m^3;
- le emissioni di *condensabili di tipo* C_xH_y sono normalmente inferiori a 20 - 30 mg/m^3 negli impianti attuali.
- *l'anidride carbonica* (CO_2) prodotta dagli impianti alimentati a biomassa è assorbita dalle coltivazioni in crescita e, di conseguenza, il relativo bilancio è da considerare nullo; per ogni tonnellata di combustibile di origine fossile risparmiato si evita quindi l'emissione in atmosfera di 862 kg di CO_2.

Dal punto di vista delle emissioni gassose in atmosfera, quindi, le moderne tecnologie permettono di limitare l'impatto ambientale a valori attualmente considerati minimi.

14.2 - Lineamenti metodologici

La metodologia consente di valutare - sulla base dei quantitativi e della distribuzione di biomassa utilizzabile per fini energetici, dei parametri tecnici di funzionamento dell'impianto e degli obiettivi economici associati all'investimento - il *potenziale energetico delle biomasse vegetali* presente in una determinata area di indagine.

La metodologia, realizzata e gestita in ambiente informatico EXCEL 4.0 della Microsoft, considera di "default" le seguenti tipologie di biomassa:

- *sottoprodotti colturali erbacei* derivanti da frumento tenero e duro, orzo, avena, riso, mais da granella, ed *arborei*: vite (da vino), olivo, agrumi (arancio, limone, mandarino, clementine, nettarine), pesco (da tavola e da industria), melo, pero, mandorlo e nocciuolo;
- *legna e sottoprodotti* derivanti da boschi governati a fustaia, ceduo semplice e composto, macchia mediterranea;
- *scarti di lavorazione* (vinacce, sanse esauste, lolla di riso, gusci e noccioli, carta, cartone e materiali da imballaggio),

anche se eventuali altre tipologie specifiche del territorio in esame possono essere facilmente considerate.

La valutazione del potenziale energetico presente nell'unità territoriale di indagine si basa sul reperimento delle seguenti informazioni:

a) Agricoltura

- colture più importanti e, fra queste, selezione di quelle con sottoprodotti idonei alla conversione energetica;
- superfici e produzioni in termini di prodotto principale alla raccolta delle colture selezionate;
- quantità di sottoprodotto in relazione all'unità di massa di prodotto principale o all'unità di superficie coltivata;
- usi attuali dei sottoprodotti.

b) Foreste

- superfici interessate per ogni forma di governo;
- superfici tagliate annualmente e quantità di sottoprodotti ottenibili;
- usi attuali dei sottoprodotti.

c) Agro-industria

- quantità dei sottoprodotti idonei all'utilizzo energetico.

I dati di base necessari alla metodologia sono desumibili in gran parte dall'ISTAT con disaggregazione massima *provinciale*, e come tali sono facilmente aggiornabili, ed anche modificabili sulla base di *rilevazioni dirette* sul territorio di indagine; *nel caso quindi di applicazioni della metodologia con un livello di dettaglio superiore a quello provinciale, è quasi sempre necessario effettuare specifiche indagini dirette sul territorio.*

Dalla elaborazione dei dati precedenti si determinano la *disponibilità complessiva* (kt/anno di s.s.) e la relativa *densità complessiva* (t/km^2 di s.s.) delle biomasse presenti su questa unità territoriale, utilizzati nella successiva "*analisi territoriale*", che consente di determinare la potenza elettrica ed il numero degli impianti realizzabili, e di verificare la loro convenienza economica.

Per ciascuna unità territoriale sottoposta ad indagine (nel presente Studio l'unità territoriale minima considerata è la *provincia*), la metodologia consente di implementare un *archivio informatico* costituito da *sette* fogli ed eventualmente, come nella presente applicazione, anche un archivio di *sintesi* costituito da *due* fogli che in questo caso riporta le informazioni aggregate a livello *regionale* (v. ad esempio l'Allegato n° 1).

Il primo dei sette fogli dell'analisi provinciale contiene informazioni di carattere generale sulla provincia e fornisce, in particolare, il valore della **SAU** (Superficie Agricola Utilizzata) e quello della superficie forestale.

I successivi tre fogli consentono di calcolare, nell'ordine, i quantitativi provinciali disponibili per usi energetici dei principali *sottoprodotti colturali erbacei ed arborei*, della *legna e dei sottoprodotti forestali*, e quella degli *scarti delle lavorazioni agro-industriali*; in particolare la stima della disponibilità della biomassa forestale viene effettuata non solo nella *situazione attuale* di generale sottoutilizzo del nostro patrimonio boschivo e forestale, ma anche in uno ***scenario*** diverso caratterizzato da un maggior sfruttamento del patrimonio forestale, che consenta quindi, a parità di superficie interessata, di ottenere una maggiore disponibilità di biomassa (*ipotesi di sviluppo energetico, § 14.5.2*).

L'introduzione di questo scenario nasce in particolare dalla constatazione dell'elevata variabilità della *produttività legnosa*, soprattutto nel caso delle *fustaie*, rilevabile dai dati ISTAT, che varia da valori inferiori a 10 m^3/ha a valori maggiori di 300 m^3/ha. Questo campo di variazione, pur considerando le diverse condizioni produttive che contrassegnano le foreste italiane, sembra eccessivo e dovuto forse anche ad errori di rilevamento. Nell'ipotesi di sviluppo energetico si considerano perciò dei *valori medi di produttività legnosa* desunti da bibliografia specializzata.

Il quinto foglio riporta il quadro riassuntivo della disponibilità di ciascuna delle tre tipologie di biomassa considerata, unitamente alla loro densità territoriale, mentre il sesto fornisce una rappresentazione grafica di questi due parametri.

Nel settimo foglio, infine, sono riportati i dati di ingresso necessari all'analisi territoriale, e ne è mostrato il risultato.

Attraverso questa analisi viene stabilito, sulla base di criteri strettamente economici, *se sussistano le condizioni tecnico-economiche per realizzare almeno un impianto di conversione energetica che utilizzi come combustibile le biomasse disponibili nell'area di indagine, supponendo* ***costante*** *su tutto il territorio la* ***densità media*** *della biomassa calcolata*. In caso affermativo vengono determinate le sue caratteristiche (potenza elettrica, potenza termica, investimento specifico e totale) ed il numero di unità realizzabili sul territorio provinciale (impianto definito "ottimale").

In aggiunta vengono anche determinate le caratteristiche ed il numero di unità realizzabili *di due impianti alternativi a quello ottimale*, con potenza elettrica rispettivamente inferiore e superiore a quest'ultimo, che soddisfano anch'essi ai criteri di redditività dell'ipotetico investimento. In tal modo la metodologia fornisce un set di soluzioni impiantistiche economicamente vantaggiose che possono essere utilizzate per meglio orientare le scelte sul mercato.

L'analisi della convenienza economica viene effettuata con il tradizionale metodo del *flusso di cassa scontato (FC)*, supposto costante per tutta la vita utile dell'impianto.

Questa analisi consente in generale di ricavare, quali indicatori economici, il *valore attuale netto* (VAN=(FC*fa)-I), con "fa" fattore di attualizzazione, che esprime il profitto, o la perdita, complessiva dell'investimento (I), l'*indice di redditività* (IR=VAN/I), che esprime il profitto, o la perdita, dell'operazione economica per unità di investimento, ed il *tasso interno di rendimento* (TIR), che esprime l'interesse al quale viene remunerata la somma investita per anno di vita utile.

L'investimento finalizzato alla realizzazione di un impianto che utilizzi le biomasse presenti sul territorio di indagine viene ritenuto "economicamente interessante", quando il suo VAN raggiunge un valore desiderato, che costituisce *l'obiettivo d'impresa*.

Tra i diversi possibili obiettivi di impresa, l'analisi territoriale prende in esame quello particolare per cui il VAN obiettivo è nullo (VAN=0), anche se la metodologia consente di variare questo valore per adattarlo a situazioni specifiche; in questo particolare caso il tasso di sconto che compare nella espressione del VAN coincide con il TIR.

Il TIR costituisce quindi uno dei *parametri di ingresso* dell'analisi economica; poiché è inoltre possibile esprimere il VAN in funzione del raggio R (km), incognito, dell'area del territorio in esame "asservita" all'impianto, ***supposta per semplicità circolare con l'impianto in posizione centrale***, la condizione VAN=f(R)=0 determina in modo analitico ed univoco per un TIR *predefinito*, una soluzione, definita "ottimale", che consente di individuare, oltre il valore di R, le principali caratteristiche tecniche ed economiche dell'impianto; un diverso valore del TIR individuerà anch'esso in modo analitico ed univoco un'altra soluzione ottimale.

In questo modo è possibile determinare in particolare, per questo tipo di impianti, un dato di difficile valutazione o, comunque, estremamente variabile quale è *l'investimento specifico* per unità di potenza elettrica installata.

Questa difficoltà deriva soprattutto dalla mancanza di un numero sufficiente di

impianti di taglia adeguata per questo tipo di applicazioni (> 5 MW_e) effettivamente realizzati, e dalla molteplicità delle configurazioni impiantistiche proponibili nelle diverse realtà locali. Queste configurazioni possono infatti essere differenziate, ad esempio, in funzione delle modalità di stoccaggio della biomassa, o del lay-out necessario per la distribuzione dell'energia termica nel caso di impianti di cogenerazione. Risulta perciò conveniente, in definitiva, ricavare l'investimento specifico in funzione degli altri parametri che risultano, in genere, di più semplice determinazione.

La soluzione ottimale che viene determinata ha lo svantaggio di dimensionare l'impianto in modo rigido ossia, per il TIR prefissato, è possibile ricavare una sola soluzione. Al riguardo va tuttavia osservato che l'attuale offerta impiantistica è di per se limitata in quanto, per le potenze necessarie alla generalità delle applicazioni, può essere di fatto considerato il solo ciclo Rankine basato su caldaie a griglia fissa; le altre soluzioni imperniate ad esempio sull'utilizzo di caldaie a letto fluido o gassificatori sono infatti da ritenersi ancora sperimentali e non effettivamente disponibili sul mercato.

L'applicazione della metodologia limitata alla individuazione della sola soluzione ottimale può tuttavia determinare una taglia d'impianto non reperibile sul mercato. Per ovviare a ciò è stato ritenuto opportuno consentire l'individuazione di altre soluzioni impiantistiche, anch'esse economicamente vantaggiose, ottenibili diminuendo di un valore prefissato il TIR.

In tal modo si ricavano sempre, ancora in modo analitico, due soluzioni con $R_{min} < R$ ed $R_{max} > R$, a cui corrispondono potenze elettriche diverse da quella individuata dalla soluzione ottimale; in tal modo l'utente può confrontare con più cognizione di causa le proprie soluzioni con quelle offerte dal mercato.

L'analisi di sensibilità dell'investimento specifico prevista infine dalla metodologia consente di evidenziare l'andamento di questo parametro al variare di ciascuno dei principali dati di ingresso. In particolare tale analisi viene effettuata per valutare l'influenza prodotta sull'investimento specifico dal *costo specifico di acquisto della biomassa* e dal *prezzo di vendita dell'energia termica*, due parametri critici per la redditività dell'investimento.

Il primo foglio *dell'archivio di sintesi* riporta il quadro complessivo aggregato a livello regionale dei quantitativi di biomassa disponibili per conversioni energetiche, suddiviso per le tre tipologie considerate, mentre il secondo foglio mostra i risultati dell'analisi territoriale effettuata considerando come unità territoriale d'indagine l'intero territorio regionale.

14.3 - Caratteristiche agro-forestali della Regione Calabria

14.3.1 - Caratteristiche agricole

La Regione Calabria, costituita da 5 Province e 409 Comuni, presenta una *superficie territoriale* di circa 15.080 km^2 (5% del territorio nazionale), della quale il 49,2 % è localizzato in *collina*, il 41,8% in *montagna* ed il 9% circa in *pianura* (zone altimetriche ISTAT).

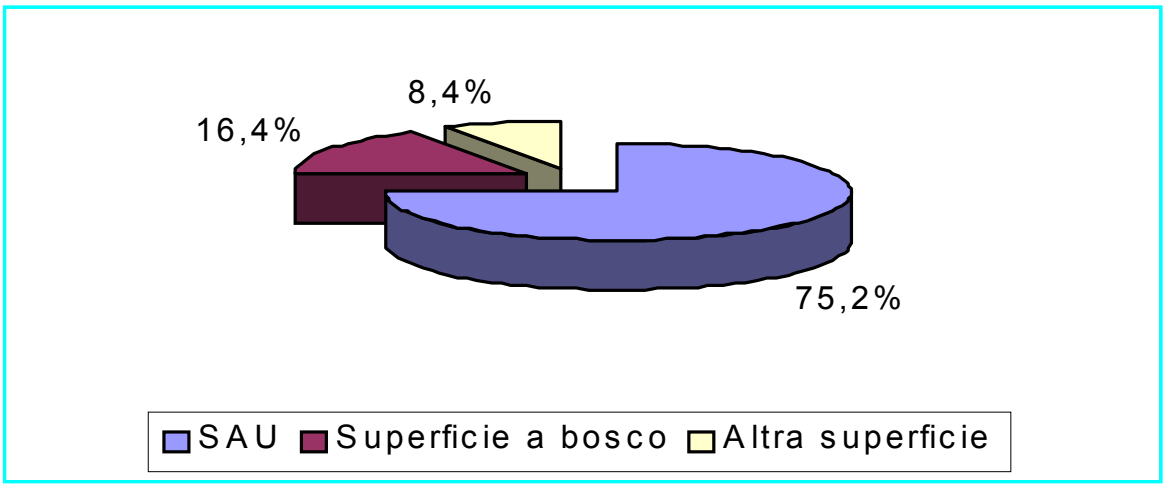
Su questo territorio insiste una *superficie agricola aziendale* che, nel 1998, risulta di circa 842,3 kha (55,9% circa della superficie territoriale).

La superficie agricola aziendale è a sua volta suddivisa in:

a) *superficie agricola utilizzata* (SAU) (1) di circa 633,3 kha;
b) *superficie a bosco, comprese le pioppete*, di 138 kha;
c) *altra superficie* (2) di 71 kha.

La SAU costituisce quindi circa il 75,2% della *superficie agricola aziendale* della Regione Calabria, la *superficie a bosco* il 16,4% e l'*altra superficie* l'8,4% (Fig. 14.4).

Fig. 14.4 – Regione Calabria: ripartizione della superficie agricola aziendale



(1) porzione della superficie agricola aziendale effettivamente utilizzata in coltivazioni propriamente agricole
(2) l'insieme della superficie agricola non utilizzata e dell'altra superficie

La ripartizione percentuale della *superficie agricola aziendale* della Regione è sostanzialmente diversa da quella media italiana, in quanto l'utilizzo della SAU della Calabria è prevalentemente quello per le coltivazioni permanenti, mentre a livello nazionale i terreni vengono prevalentemente utilizzati come seminativi (Tab. 14.1).

Tab. 14.1 - Superficie agricola aziendale per utilizzazione dei terreni (Calabria, Italia) - 1998

Tipologia	Calabria		Italia	
	ha	**%**	**ha**	**%**
SAU	633.312	75,2	14.966.093	74,1
Di cui:				
Seminativi	***227.347***	***35,9***	***8.329.223***	***55,6***
Prati permanenti e pascoli	***148.370***	***23,4***	***3.828.739***	***25,6***
Coltivazioni permanenti	***257.595***	***40,7***	***2.808.130***	***18,8***
Sup. a boschi	137.970	16,4	3.705.015	18,3
Altra superficie	71.011	8,4	1.525.988	7,6
Totale	**842.294**	**100**	**20.197.097**	**100**

Fonte: ISTAT

Il numero di aziende agricole, nel 1998, è di 154.180 unità (6,7% del totale nazionale), mentre il numero delle aziende agricole con SAU è di 154.124 unità, *con un valore medio della SAU per azienda di 4,1 ha, inferiore al valore medio italiano di 6,5 ha*. Sulla base dei dati *provvisori* del 5° Censimento generale dell'agricoltura del 2000, il numero di aziende con SAU e allevamenti della Regione risulta, invece, di 195.265, con una diminuzione, rispetto al 1990, del 7,3%.

La distribuzione delle aziende per classe di SAU mostra, rispetto a quella nazionale, *una maggiore presenza di aziende di piccole dimensioni*: l'83,6% delle aziende regionali non supera, infatti, i *5 ha* di superficie agricola utilizzata, contro il 75,3% della media italiana (Tab. 14.2). Anche la distribuzione della SAU per classi mostra (Tab. 14.3) che il 31,3% della SAU regionale è frazionata in appezzamenti di terreno non superiori ai 5 ha, contro il 19% di quella nazionale.

Tab. 14.2 - Aziende per classi di SAU (Calabria, Italia) - 1998

Classe di SAU (ha)	Calabria		Italia	
	numero	%	numero	%
<1	52.942	34,4	647.934	28,2
1-2	37.866	24,6	501.082	21,8
2-5	38.096	24,7	580.759	25,3
5-10	14.888	9,7	272.987	11,9
10-20	5.939	3,8	154.574	6,7
20-50	3.093	2,0	99.540	4,3
> 50	1.300	0,8	41.239	1,8
Totale	**154.124**	**100**	**2.298.115**	**100**

Fonte: ISTAT

Tab. 14.3 – SAU per classi (Calabria, Italia) - 1998

Classe di SAU (ha)	Calabria		Italia	
	ha	%	ha	%
<1	31.313,76	4,9	360.492,06	2,4
1-2	50.454,65	8,0	683.727,05	4,6
2-5	116.527,32	18,4	1.789.234,65	12,0
5-10	99.316,87	15,7	1.878.014,20	12,5
10-20	78.941,82	12,5	2.104.898,25	14,1
20-50	90.106,39	14,2	3.000.724,31	20,0
> 50	166.651,39	26,3	5.149.002,20	34,4
Totale	**633.312,20**	**100**	**14.966.092,72**	**100**

Fonte: ISTAT

La *forma prevalente di gestione* è rappresentata dalla *conduzione diretta* da parte del coltivatore (97,9%), mentre marginali sono le aziende gestite a *conduzione con salariati* ed a *mezzadria* (Tab. 14.4).

Tab. 14.4 - Regione Calabria: forma di conduzione delle aziende (%) - 1998

Forma di conduzione	
Conduzione diretta del coltivatore	97,9
Conduzione con salariati e/o compartecipanti	1,8
Conduzione a mezzadria	0,1
Altra forma di conduzione	0,2
Totale	100

Fonte: ISTAT

Il *titolo di possesso* principale del terreno è la *proprietà* (91,3%); sono inoltre presenti significative *forme miste* di possesso (parte proprietà e parte affitto), mentre le

forme di *solo affitto* risultano secondarie (Tab. 14.5).

Tab.14.5 - Regione Calabria: titolo di possesso dei terreni (%) - 1998

Titolo di possesso	
Solo proprietà	91,3
Solo affitto	2,9
Parte in proprietà e parte in affitto	5,8
Totale	100

Fonte: ISTAT

Le principali *colture agrarie* della Regione Calabria, individuate esaminando i dati disponibili più recenti [4], sono riportate nella Tab. 14.6.

Tab. 14.6 - Regione Calabria: principali colture agrarie della Regione - 1997

Famiglie di colture	**Sottofamiglie**
Cereali	*frumento tenero e duro; orzo; avena; granoturco*
Piante da tubero	*patata comune*
Colture orticole in piena aria	*cavolfiore; lattuga; finocchio; pomodoro; melanzana; cipolla; fagiolo; fava da granella*
Colture industriali	*barbabietola da zucchero*
Vite	*uva da vino*
Olivo	
Fruttiferi	*nettarine; arancio; mandarino; clementine; limone; pesco*

Da questi dati ed informazioni risulta quindi che la Regione Calabria presenta una buona vocazione agricola, ma con dimensioni medie aziendali inferiori ed una frammentazione della superficie agricola utilizzata (SAU) più accentuata rispetto alla media nazionale.

Questa parcellizzazione del terreno agricolo può quindi costituire, in linea di principio, una condizione sfavorevole alla utilizzazione dei residui agricoli per finalità energetiche, in quanto la dispersione dei punti di raccolta della biomassa non agevola l'incidenza delle operazioni di carico, sfavorendo l'utilizzazione di mezzi di trasporto di grande capacità ed eventuali forme organizzative da parte di terzi. Invece, il tipo di conduzione prevalentemente familiare potrebbe consentire il contenimento del valore intrinseco da attribuire ai residui e dei costi di raccolta, se effettuata direttamente dai

conduttori delle aziende.

14.3.2 - Caratteristiche forestali

La *superficie forestale* della Regione, circa 4.800 km^2, costituisce il 7% della superficie forestale italiana, ed il 31,8% della superficie territoriale regionale.

La Tab. 14.7 riporta la distribuzione della superficie forestale per zona altimetrica e provincia relativa all'ultimo anno disponibile (1997), mentre la Tab. 14.8 riporta la distribuzione della superficie forestale per tipo di bosco e provincia.

Tab. 14.7 - Regione Calabria: superficie forestale (ha) per zona altimetrica e provincia – 1997

	Montagna	Collina	Pianura	Totale
Catanzaro	46.965	31.020	1.016	79.001
Cosenza	176.766	64.800	2.833	244.399
Crotone	19.239	9.204	6.728	35.171
Reggio C.	56.794	38.652	108	95.554
Vibo V.	15.337	10.591	-	25.928
Calabria	315.101	154.267	10.685	480.053

Fonte: ISTAT

Tab. 14.8 - Regione Calabria: superficie forestale (ha) per tipo di bosco e provincia -1997

	Fustaie	Cedui semplici	Cedui composti	Macchia mediterranea	Totale
Catanzaro	56.100	18.225	2.890	1.786	79.001
Cosenza	148.115	62.936	27.088	6.260	244.399
Crotone	27.160	6.554	833	624	35.171
Reggio C.	56.223	36.257	665	2.409	95.554
Vibo V.	14.968	10.435	511	14	25.928
Calabria	302.566	134.407	31.987	11.093	480.053

Fonte: ISTAT

La ripartizione dettagliata della superficie forestale per tipo di bosco è riportata nella Tab. 14.9.

Tab. 14.9 - Regione Calabria: superficie forestale (ha) per tipo di bosco - 1997	
Fustaie di resinose pure (1)	87.146
Abete bianco	*1.362*
Abete rosso	*36*
Larice	*2.108*
Pini	*79.587*
Altre resinose	*4.053*
Fustaie di resinose miste (2)	13.439
FUSTAIE DI RESINOSE [(1)+(2)]	100.585
Fustaie di latifoglie pure (3)	152.628
Sughera	*1.526*
Rovere	*6.046*
Cerro	*5.290*
Altre querce	*11.887*
Castagno	*48.010*
Faggio	*52.359*
Pioppi	*1.326*
Altre latifoglie	*26.184*
Fustaie di latifoglie miste (4)	16.115
FUSTAIE DI LATIFOGLIE [(3)+(4)]	168.743
FUSTAIE DI RES. E LAT. CONS. (5)	33.238
Totale Fustaie [(1)+(2)+(3)+(4)+(5)]	**302.566**
Cedui semplici	**134.407**
Cedui composti	**31.987**
Macchia mediterranea	**11.093**
Totale	**480.053**

Fonte: ISTAT

Il *numero delle tagliate* (1) e la *superficie forestale sottoposta a taglio* per forma di governo e province è riportato nella Tab. 14.10.

(1) secondo l'ISTAT, è una superficie forestale nella quale è stata eseguita, senza soluzione di continuità, una utilizzazione totale o parziale del soprassuolo

Tab. 14.10 - Regione Calabria: numero e superficie delle tagliate (ha) per forma di governo e provincia – 1997

	Fustaie		Cedui semplici		Cedui composti		Totale	
	N.	Sup.	N.	Sup.	N.	Sup.	N.	Sup.
Catanzaro	153	677	184	386	25	71	362	1.134
Cosenza	374	2.401	843	2.256	-	-	1.217	4.657
Crotone	87	573	107	169	-	-	194	742
Reggio C.	100	1.734	250	625	15	14	365	2.373
Vibo V.	359	83	29	19	-	-	388	102
Calabria	1.073	5.468	1.413	3.455	40	85	2.526	9.008

Fonte: ISTAT

Il taglio viene effettuato prevalentemente da *privati* (Tab. 14.11); si tratta, comunque, di attività molto limitate che interessano in totale, nella Regione, circa l'1,9% della superficie forestale complessiva; normalmente nelle operazioni di disboscamento vengono lasciate sul terreno solo le ramaglie di diametro inferiore a 5-6 cm. che, molto spesso, vengono raccolte da privati.

Tab. 14.11 - Regione Calabria: numero e superficie delle tagliate (ha) per categoria di proprietà e provincia - 1997

	Categorie di proprietà									
	Stato e Regioni		Comuni		Altri Enti		Privati		Totale	
	N.	Sup.	N.	Sup.	N.	Sup.	N.	Sup.	N.	Sup.
Catanzaro	2	16	27	223	1	12	332	883	362	1.134
Cosenza	56	753	34	170	23	134	1.104	3.600	1.217	4.657
Crotone	4	39	23	353	5	34	162	316	194	742
Reggio C.	3	5	35	447	-	-	327	1.921	365	2.373
Vibo V.	-	-	300	20	-	-	88	82	388	102
Calabria	65	813	419	1.213	29	180	2.013	6.802	2.526	9.008

Fonte: ISTAT

La *produzione* legnosa della Regione Calabria e la relativa *destinazione d'uso* per forma di governo e destinazione economica è riportata nella Tab. 14.12.

Tab. 14.12 - Regione Calabria: utilizzazioni legnose forestali per forma di governo, destinazione economica e provincia (mc) – 1997

	Fustaie				Cedui semplici			
	Legname da lavoro	Legna da ardere	Legna per carbone	Totale (1)	Legname da lavoro	Legna da ardere	Legna per carbone	Totale (2)
Catanzaro	35.550	5.769	-	41.319	29.601	6.355	-	35.956
Cosenza	77.460	23.895	-	101.355	67.041	103.994	-	171.035
Crotone	21.144	3.261	-	24.405	2.990	7.188	-	10.178
Reggio C.	31.415	4.741	850	37.006	14.480	10.557	7.754	32.791
Vibo V.	744	148	400	1.292	3.674	1.780	400	5.854
Calabria	166.313	37.814	1.250	205.377	117.786	129.874	8.154	255.814

Tab. 14.12 (cont.) - Regione Calabria: utilizzazioni legnose forestali per forma di governo, destinazione economica e provincia (mc) - 1997

	Cedui composti				
	Legname da lavoro	Legna da ardere	Legna per carbone	Totale (3)	Totale complessivo (1)+(2)+(3)
Catanzaro	215	2.500	-	2.715	79.990
Cosenza	-	-	-	-	272.390
Crotone	-	-	-	-	34.583
Reggio C.	1.205	1.700	350	3.255	73.052
Vibo V.	-	-	-	-	7.146
Calabria	1.420	4.200	350	5.970	467.161

Fonte: ISTAT

Risulta evidente dall'insieme di questi dati come l'attuale utilizzazione dei boschi della Regione Calabria sia nel suo complesso modesta.

Le quantità di residui attualmente non utilizzati sono conseguentemente da ritenersi ridotte ed, in questo quadro, l'ulteriore recupero dei sottoprodotti rimasti sul terreno risulta di modesto interesse per le finalità energetiche di questo Studio.

L'eventuale potenziamento delle attività forestali, subordinatamente ai vincoli normativi ed ai costi di raccolta e trasporto, potrebbe tuttavia portare, vista la superficie boscata e l'attuale sua ridotta utilizzazione, ad un notevole aumento dei quantitativi di legna e dei sottoprodotti forestali da destinare a centrali di conversione energetica. In questo ambito l'ipotesi di sviluppo energetico preso in considerazione dalla metodologia consente di valutare i quantitativi di biomassa forestale potenzialmente ottenibile da una più accurata valorizzazione dei boschi.

14.4 - Valutazione del potenziale energetico da biomasse vegetali

Nell'applicazione della metodologia alla Regione Calabria ai fini della predisposizione del Piano Energetico Regionale, *effettuata esclusivamente sulla base di*

dati statistici e parametri di calcolo medi a livello provinciale (unità territoriale minima per la quale sono disponibili tutti i dati statistici necessari), si è ritenuto opportuno procedere a valutare:

- in una prima fase la *quantità complessiva* di biomassa agro-forestale disponibile nella Regione per usi energetici ed il *potenziale energetico (numero e potenza degli impianti realizzabili)* ad essa associato, che per le finalità del presente Studio viene definito "***potenziale teorico"***;
- in una successiva fase le *quantità* di quelle tipologie di biomasse ritenute *effettivamente utilizzabili, per quantitativi e costi di raccolta (o acquisto) e trasporto non elevati, ed il relativo potenziale energetico definito* "***potenziale reale***"; in entrambe queste due fasi il potenziale viene determinato a *prescindere dagli eventuali vincoli normativi ed ambientali che ne possano limitare lo sfruttamento*.

- la *convenienza economica* degli impianti di conversione energetica, in presenza di incentivi di carattere finanziario.

L'analisi economica che sta alla base della metodologia considera, infatti, nelle poste attive del flusso di cassa il prezzo di cessione dell'energia elettrica prodotta che, a titolo esemplificativo, viene considerato nel presente Studio analogo a quello stabilito dal Provvedimento CIP 6/92, che però, come è noto, non è più operativo. Questa incentivazione, infatti, può risultare determinante al fine della redditività dell'impianto, in quanto in sua assenza il VAN risulta in genere, tranne situazioni particolari, sempre negativo.

Pur tuttavia, anche in presenza di eventuali incentivi, la redditività di un impianto che utilizzi le biomasse a fini energetici è sempre comunque subordinata alla concomitanza di un insieme favorevole di altri fattori critici. In particolare risultano tali ai fini dell'analisi economica, oltre ai quantitativi di biomassa disponibile, i costi di acquisto (o raccolta) e di trasporto della biomassa e, ove prodotta, il prezzo di vendita dell'energia termica.

Al fine di ottimizzare questi, e gli altri costi necessari alla realizzazione di una centrale di conversione energetica, è perciò necessario valutare attentamente anche l'*organizzazione* della raccolta, del trasporto e dello stoccaggio di ingenti quantitativi di biomassa che è in genere disponibile per brevi periodi di tempo, *valutazione che è preferibile effettuare direttamente nell'area di indagine attraverso specifiche ed approfondite analisi.*

Dall'esperienza acquisita da alcuni studi effettuati "in loco" dall'ENEA, in particolare in Emilia-Romagna ed Abruzzo, risulta tuttavia che, realisticamente, potranno essere utilizzate ai fini energetici prevalentemente quelle biomasse, come le *paglie*, già attualmente raccolte con mezzi meccanici ed a costi contenuti per altri impieghi, in particolare quello zootecnico.

14.4.1 - Reperimento dei dati di base

Nel foglio 1 della metodologia (*Dati generali*) sono stati utilizzati i dati relativi ai *consumi elettrici* del settore agricolo, industriale, terziario e domestico di fonte GRTN relativi al 2000, mentre non sono stati riportati i valori provinciali delle superfici agricole utilizzate in quanto essi non risultano aggiornati, in mancanza dei risultati del V° ed ultimo Censimento generale dell'Agricoltura del 2000.

La valutazione della disponibilità per usi energetici della biomassa *agricola* del foglio 2 - *Sottoprodotti colturali (erbacei ed arborei)* - è basata sui dati delle *superfici in produzione* e della *produzione alla raccolta* forniti dall'ISTAT; questi dati sono relativi al 1997, ultimo anno per cui sono attualmente disponibili.

Ai fini del presente Studio, come *parametri di calcolo* (§ 14.5.1) necessari alla valutazione dei residui agricoli (***rapporti sottoprodotti principali/prodotto principale, produzione sottoprodotti secondari, umidità ed uso attuale dei sottoprodotti principali e secondari***) sono stati utilizzati, in mancanza di quelli effettivi, quelli medi previsti per "default" dalla metodologia; questi parametri possono essere, infatti, suscettibili anche di sensibili variazioni dovute alle tecniche agronomiche utilizzate localmente e pertanto, per la loro determinazione, è sempre preferibile effettuare delle indagini specifiche nelle aree interessate.

Anche la valutazione della disponibilità della biomassa *forestale* effettuata nel foglio 3 - *Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)* - è basata sui dati ISTAT. A tal fine sono stati reperiti i dati relativi alla *superficie forestale*, alla *superficie tagliata*, alla *legna da lavoro* ed alla *legna da energia* per il 1997, ultimo anno disponibile.

Per le stesse motivazioni indicate per i residui agricoli, come *parametri di calcolo* (§ 14.5.2) necessari alla valutazione dei residui forestali (massa volumica ed umidità del tal quale) sono stati utilizzati quelli medi di "default" utilizzati dalla metodologia.

Per la valutazione dei residui *agro-industriali* del foglio 4 - *Scarti di lavorazione (agro-industrie)* - sono stati utilizzati, invece, i risultati di una specifica ricerca effettuata dal CNR nell'ambito del Progetto Finalizzato Energetica (PFE) del 1987 per la determinazione dei valori relativi alla *disponibilità* ed all'*umidità* dello scarto. Di questa ricerca, ormai datata, non esistono tuttavia aggiornamenti, né sono disponibili da altre fonti in modo sistematico e continuativo i dati relativi alla disponibilità di questi scarti.

Il reperimento di questi dati deve perciò essere effettuato *direttamente* presso le aziende di produzione; pertanto, ai fini della presente analisi si è ritenuto sufficiente, in questa fase, utilizzare gli stessi valori ottenuti dalla citata ricerca, anche perché, come sarà motivato nel seguito, *questa tipologia di residui non verrà considerata ai fini della valutazione del potenziale realisticamente utilizzabile nella Regione*.

Ai fini dell'*analisi territoriale* del foglio 7 si è ritenuto invece necessario aggiornare diversi parametri di ingresso, in particolare per tenere conto dell'esperienza maturata nelle applicazioni effettuate a livello locale in altre Regioni.

In particolare sono stati aggiornati, ai valori attualmente ritenuti adeguati, i dati relativi al *funzionamento annuo* ed al *coefficiente di manutenzione e riparazione* dell'impianto, al *numero* degli addetti ed al loro *stipendio lordo medio unitario*, al *potere calorifico inferiore* della biomassa secca, al *prezzo di vendita dell'energia termica*, ed al valore della *potenza elettrica minima*.

Per ciò che concerne invece l'adeguamento del dato relativo al *prezzo di vendita dell'energia elettrica*, si è ritenuto opportuno assegnare a questo parametro il valore previsto dal Provvedimento CIP 6/92 relativo all'ultimo anno di applicazione, e di attribuire alla *vita utile* dell'impianto il valore di *otto anni* previsto da questo Provvedimento per la durata della cessione all'ENEL dell'energia elettrica prodotta.

In tal modo si è provveduto ad effettuare una stima del *potenziale teorico* delle biomasse disponibili in ciascuna provincia e nell'intera Regione, ed a valutare la redditività della conversione energetica *in presenza di una eventuale reiterazione delle incentivazioni in conto esercizio, al valore dell'ultimo anno di applicazione del Provvedimento CIP 6/92*.

In una seconda fase, fermo restando per confronto tutti gli altri parametri, sono state selezionate le biomasse *realisticamente* utilizzabili nella Regione sulla base della loro disponibilità e di considerazioni di carattere economico.

L'applicazione della metodologia ha consentito perciò, in questa seconda fase, di individuare *le province* nelle quali è ipotizzabile prevedere *realisticamente* la realizzazione di impianti di conversione energetica economicamente vantaggiosi.

14.5 - Valutazione dei quantitativi complessivi di biomassa idonei per l'utilizzo energetico

14.5.1 - Sottoprodotti agricoli

Tra le colture agrarie presenti nella Regione, riportate nella Tab. 14.6 del § 14.3.1, sono state individuate le ***colture di interesse energetico della Regione Calabria***, ossia quelle *idonee per conversioni di tipo termochimico* (§ 14.1.1).

Per le motivazioni esposte al § 14.1.5, sono state inoltre selezionate solo quelle colture energetiche con *superfici provinciali in produzione con area maggiore di **500** ha*; la Tab. 14.13 riporta le colture agrarie selezionate con i relativi sottoprodotti idonei ai fini energetici, mentre la Tab. 14.14 riporta le superfici delle colture energetiche individuate, suddivise per provincia. Nella Tab. 14.15 sono, infine, riportate le *produzioni alla raccolta* (q.li) di questi prodotti.

Tab. 14.13 - Regione Calabria: colture agrarie di interesse energetico e relative tipologie di sottoprodotti

Coltura	Sottoprodotto principale SP1	Sottoprodotto secondario SP2
Cereali		
Frumento tenero e duro	*paglia*	-
Orzo	*paglia*	-
Avena	*paglia*	-
mais da granella	*stocchi*	-
vite da vino	*residui di potatura*	*legna da espianto*
Olivo	*residui di potatura*	-
Fruttiferi		
Agrumi	*residui di potatura*	*legna da espianto*
Pesco	*residui di potatura*	*legna da espianto*

Fonte: elaborazione ENEA su dati ISTAT

La distinzione utilizzata nella metodologia tra *sottoprodotto principale* (SP1) e *sottoprodotto secondario* (SP2) deriva dalla *frequenza con la quale questi residui si rendono disponibili per la conversione energetica*; il sottoprodotto principale si rende disponibile normalmente su *base annuale*, mentre il secondario su *base pluriennale* (quasi sempre è la legna ottenuta dall'espianto delle colture arboree a fine turno).

Tab.14.14 - Regione Calabria: superficie in produzione (> 500 ha) delle colture agrarie di interesse energetico per provincia – 1997

Colture Erbacee	Catanzaro	Cosenza	Crotone	Reggio C.	Vibo V.	Calabria
frumento tenero	2.500	16.266	-	2.090	7.040	27.896
frumento duro	15.500	17.050	11.700	2.409	2.202	48.861
Orzo	2.900	5.488	2.500	-	1.225	12.113
Avena	1.700	6.130	11.500	502	2.980	22.812
Mais	1.440	1.219	-	790	3.997	7.446
Arboree						
Vite	10.200	7.152	-	5.687	1.300	24.339
Olivo	53.500	51.603	16.526	57.114	14.000	192.743
Pesco	780	951	-	-	-	1.731
Nettarine	-	685	-	-	-	685
Arancio	3.100	6.992	1.707	13.197	1.700	26.696
Mandarino	-	-	-	1.343	-	1.343
Clementine	568	6.598	-	1.946	752	9.864
Limone	-	-	-	844	-	844
Totale	92.188	120.134	43.933	85.922	35.196	377.373

Fonte: elaborazione ENEA su dati ISTAT

Tab.14.15 - Regione Calabria: produzione alla raccolta delle colture agrarie di interesse energetico per provincia (q.li) - 1997

Colture Erbacee	Catanzaro	Cosenza	Crotone	Reggio C.	Vibo V.	Calabria
frumento tenero	*45.000*	*297.404*	*-*	*36.355*	*154.880*	*533.639*
frumento duro	*291.555*	*340.531*	*215.000*	*41.645*	*46.242*	*934.973*
Orzo	*90.000*	*105.923*	*75.000*	*-*	*14.050*	*284.973*
Avena	*34.340*	*109.683*	*345.000*	*7.091*	*35.760*	*531.874*
Mais	*73.800*	*93.750*	*-*	*14.290*	*142.600*	*324.440*
Arboree						
Vite	*620.700*	*212.543*	*-*	*179.347*	*58.000*	*1.070.590*
Olivo	*1.703.975*	*2.275.723*	*892.404*	*3.418.797*	*274.480*	*8.565.379*
Pesco	*130.002*	*96.422*	*-*	*-*	*-*	*226.424*
Nettarine	*-*	*81.610*	*-*	*-*	*-*	*81.610*
Arancio	*459.061*	*1.619.441*	*272.854*	*3.503.876*	*433.620*	*6.288.852*
Mandarino	*-*	*-*	*-*	*326.667*	*-*	*326.667*
Clementine	*100.195*	*1.177.511*	*-*	*469.224*	*146.000*	*1.892.930*
Limone	*-*	*-*	*-*	*155.111*	*-*	*155.111*

Fonte: elaborazione ENEA su dati ISTAT

Individuate le colture agrarie utilizzabili a fini energetici e valutate le corrispondenti produzioni dei prodotti principali, la metodologia consente di ottenere i *quantitativi dei sottoprodotti principali e secondari (biomasse agrarie)*, *in termini di sostanza secca*, utilizzando allo scopo i seguenti parametri:

- *rapporto sottoprodotto principale (SP1)/ prodotto principale*;
- *produzione* e *frequenza di raccolta* del sottoprodotto secondario (SP2);
- *umidità* ed *uso attuale* del sottoprodotto principale e secondario.

La valutazione del quantitativo di sottoprodotto *principale* di ciascuna coltura agraria, si ottiene in particolare dalla conoscenza del quantitativo di prodotto principale (tal quale) e del rapporto SP1/quantitativo di prodotto principale; questo rapporto si può infatti definire come "unità di sottoprodotto principale ottenibile da ogni unità di prodotto colturale", ed esprime quindi la biomassa *specifica* normalmente disponibile dopo la raccolta del prodotto principale.

Le colture della *vite* e dell'*olivo* costituiscono due eccezioni nel calcolo della valutazione del sottoprodotto principale; le notevoli diversità riscontrabili nei sistemi di allevamento, nella modalità, nell'intensità e nella periodicità della potatura si manifestano infatti in modo significativo sulla quantità dei residui di potatura ottenibile.

Sperimentalmente è stata verificata la seguente correlazione analitica tra resa (t/ha) in *uva* e quantità di sarmenti ottenuti (t/ha):

quantità di sarmenti = 0,113 · resa uva + 2,000 (t/ha di t.q.).

Simile situazione si presenta per l'*olivo* per il quale, tuttavia, si possono individuare diverse funzioni di correlazione tra resa in olive (t/ha) e quantità di sottoprodotti (legna di potatura e frasche) applicabili nelle diverse Regioni ed anche nelle diverse province, in relazione alla periodicità della potatura e caratteristiche delle *cultivar* allevate. Nella Regione Calabria questa funzione di correlazione può essere espressa dalla relazione:

quantità di sottoprodotti = 0,141 · resa olive + 1,229 (t/ha di t.q.).

Il sottoprodotto secondario (SP2) è presente solo nelle colture *arboree* ed è costituito essenzialmente dalla *legna* che si rende disponibile al termine del ciclo produttivo (*massa dendrometrica*); la *produzione* di questo sottoprodotto non è in genere correlata alla resa del prodotto principale. La *frequenza di raccolta* è il periodo dopo il quale esso è disponibile e rappresenta, quindi, *la durata dell'impianto arboreo*.

L'*umidità* rappresenta il contenuto medio in acqua del sottoprodotto al momento del recupero, e l'*uso attuale* del sottoprodotto principale e di quello secondario rappresenta, infine, la frazione di questi sottoprodotti complessivamente impiegata attualmente, *anche per uso energetico*.

Tutti questi parametri possono essere suscettibili di sensibili variazioni dovute alle tecniche agronomiche utilizzate (varietà colturale, sistema produttivo o forma di allevamento, condizioni pedoclimatiche, modalità e tempi di raccolta, efficienza delle macchine operatrici); *l'uso attuale* del sottoprodotto (zootecnico, agronomico, ecc.) può dipendere in particolare anche dalle tradizioni e dai mercati locali.

La valutazione di questi parametri deve quindi essere effettuata preferibilmente da indagini e sopralluoghi diretti nelle aree di indagine.

Per chi non disponga di queste informazioni in modo diretto, la metodologia fornisce per questi parametri *valori medi di "default"*, riassunti nella Tab. 14.16; questi parametri sono stati utilizzati anche nell'ambito del presente Studio.

Tab. 14.16 – Regione Calabria: parametri di calcolo utilizzati per la valutazione dei quantitativi di biomassa di origine agricola

Coltura erbacea	SP1/prod.	U (SP1)	uso attuale (SP1)	SP2	frequenza (SP2)	U (SP2)	uso attuale (SP2)
		%	%	t/ha	anni	%	%
frumento t.	*0,69*	*15*	*70*	-	-	-	-
frumento d.	*0,70*	*15*	*70*	-	-	-	-
Orzo	*0,80*	*15*	*70*	-	-	-	-
Avena	*0,70*	*15*	*70*	-	-	-	-
Mais	*1,30*	*55*	*50*	-	-	-	-
Arboree							
Vite	*(1)*	*50*	*5*	*20*	*25*	*40*	*90*
Olivo	*(2)*	*50*	*10*	*(3)*	-	*40*	*90*
Agrumi	*0,40*	*40*	*5*	*45*	*50*	*35*	*90*
Pesco	*0,20*	*40*	*5*	*75*	*15*	*40*	*90*

Fonte: ENEA - A.I.I.A.
(1) 0,113 . resa uva + 2,000 (t/ha di t. q).
(2) 0,141 . resa olive + 1,229 (t/ha di t.q.).
(3) impianto di lunga durata (anche plurisecolare)

Il foglio 2 della metodologia riassume per ciascuna provincia i dati di ingresso e mostra i risultati di questa elaborazione.

14.5.2 - Sottoprodotti forestali

La valutazione della quantità di biomassa legnosa utilizzabile a fini energetici (kt/anno di s.s.), *al netto di quella già impiegata a questo fine e per altre utilizzazioni*, viene effettuata sulla base dei dati relativi alla:

- *superficie forestale* ed alla *superficie tagliata* annualmente per ogni *forma di governo* (fustaie, cedui semplici, cedui composti);
- *produzione* legnosa forestale e sua *destinazione d'uso*.

La *superficie forestale* della Regione Calabria è stata riportata nella Tab. 14.7 (§ 10.3.2), mentre la Tab. 14.17 ripropone i valori del *numero* e della *superficie tagliata* per forma di governo, già riportati nella Tab. 14.10.

Tab. 14.17 - Regione Calabria: numero e superficie delle tagliate (ha) per forma di governo e provincia - 1997

	Fustaie		Cedui semplici		Cedui composti		Totale	
	N.	Sup.	N.	Sup.	N.	Sup.	N.	Sup.
Catanzaro	153	677	184	386	25	71	362	1.134
Cosenza	374	2.401	843	2.256	-	-	1.217	4.657
Crotone	87	573	107	169	-	-	194	742
Reggio C.	100	1.734	250	625	15	14	365	2.373
Vibo V.	359	83	29	19	-	-	388	102
Calabria	1.073	5.468	1.413	3.455	40	85	2.526	9.008

Fonte: ISTAT

La *produzione* legnosa della Regione Calabria e la sua *destinazione d'uso* per forma di governo è invece riportata nella Tab. 14.12 (§ 14.3.2).

Noti questi dati, dalla conoscenza della *massa volumica reale media,* dell'*umidità* della legna utilizzata, e della *percentuale della massa legnosa dei sottoprodotti forestali* rispetto alla massa totale della pianta (Tab. 14.18), la metodologia consente di determinare i ***quantitativi di biomassa forestale***, in termini di sostanza secca, nella ***situazione attuale.***

Tab. 14.18 - Regione Calabria: parametri di calcolo utilizzati per la valutazione della biomassa forestale

Parametro	Fustaie	Cedui semplici	Cedui composti
massa volumica (t/m^3 t.q.)	0,90	0,90	0,90
umidità t.q. (%)	40	40	40
Sottoprodotti forestali (%)	20	20	20

Fonte: fonti bibliografiche varie

Poiché tale quantitativo è, come detto, valutato al *netto* della legna destinata attualmente ad usi energetici (legna da ardere e legna per carbone vegetale), *la biomassa forestale ottenuta risulta quindi costituita dai soli sottoprodotti forestali (ramaglie) che, allo stato attuale, vengono generalmente abbandonati o distrutti in foresta.*

In altri termini, la valutazione dei quantitativi di biomassa forestale tiene conto che*, nella* ***situazione attuale****, la legna tagliata è già tutta utilizzata per usi diversi e quindi non disponibile per applicazioni energetiche come quelle previste nel presente Studio;* a tal fine la metodologia consente tuttavia anche la possibilità di *valutare la* ***legna*** *che potrebbe*

*essere prodotta ed utilizzata a fini energetici diversi dagli attuali prevedendo una diversa gestione del patrimonio forestale, a parità di superficie boscata (**ipotesi di sviluppo energetico**).*

Nell'ipotesi di sviluppo energetico, fermo restando i valori dei precedenti parametri, vengono infatti prefissate, per ogni forma governo,:

- le *percentuali* delle superfici forestali annualmente sottoposte a taglio (*superficie tagliata*);
- la *producibilità* complessiva di legna utilizzabile per lavoro ed usi energetici (legna da ardere e carbone vegetale);
- la *percentuale media* di legname producibile destinata a *legname da lavoro*.

Nella Tab. 14.19 vengono riportati i valori utilizzati nel presente Studio per questa valutazione.

Tab. 14.19 - Regione Calabria: valori dei parametri di calcolo utilizzati nell'ipotesi di sviluppo energetico

Parametro	Fustaie	Cedui semplici	Cedui composti
Superficie forestale (ha)	*inalterata (1)*	*inalterata (1)*	*inalterata (1)*
Superficie tagliata minima (%)	2	4	4
Produttività (m^3/ha)			
(legna da lavoro + legna da energia)	200	100	100
Destinazione d'uso			
legna da lavoro (%)	90	20	20
legna per energia (%)	10	80	80
massa volumica (t/m^3 t.q.)	0,90	0,90	0,90
umidità (%)	40	40	40
Sottoprodotti forestali (%)	20	20	20

(1) rispetto al valore immesso nella SITUAZIONE ATTUALE
Fonte: fonti bibliografiche varie e stime ENEA-A.I.I.A.

Sulla base di questi parametri la metodologia consente di ricavare la legna utilizzabile anche per ***altri fini energetici diversi da quelli attuali*** (*legna da energia aggiuntiva*).

Ai fini della successiva analisi economica la metodologia considera il quantitativo di legna e dei sottoprodotti forestali ottenibili in questa ipotesi di sviluppo energetico, per tenere conto delle potenzialità derivanti da un migliore utilizzo delle risorse forestali.

Il foglio 3 della metodologia riassume i dati di ingresso per ciascuna provincia e

mostra i risultati ottenuti.

14.5.3 - Scarti agro-industriali

Nella Regione Calabria risultano presenti consistenti quantitativi di ***scarti agro-industriali***, in particolare di *sanse esauste* (Tab. 14.20).

Tab. 14.20 - Regione Calabria: scarti agro-industriali (t/anno di t.q.)

	Vinacce	Sanse esauste	Gusci e nocciole	Imballaggi agro-ind.	Cartoni
Catanzaro	1.200	43.925	-	333	136
Cosenza	5.198	34.020	-	259	-
Reggio C.	-	38.955	-	167	14
Calabria	6.398	116.900	-	759	150

Fonte: C.N.R. – P.F.E., 1987

Poiché la Regione risulta particolarmente dedita alla *olivicoltura*, le potenzialità energetiche dei relativi residui saranno valutate nel prosieguo del presente Studio, ***mentre altre tipologie di prodotti agro-industriali si possono ritenere fin d'ora di limitato interesse per le finalità di queste applicazioni***.

Nel foglio 4 della metodologia sono riportati i quantitativi di sostanza secca ottenuti dagli scarti agro-industriali presenti in ciascuna provincia della Regione Calabria.

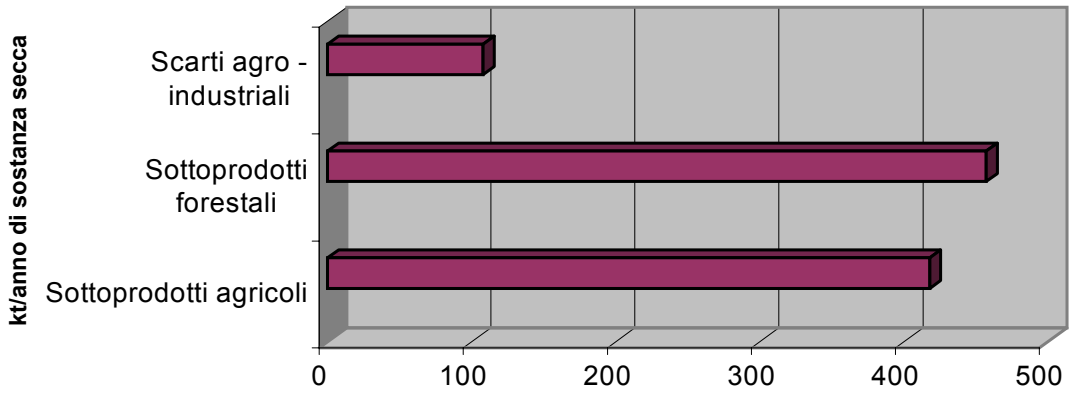
14.6 - Potenziale teorico

Con i dati di ingresso riportati al paragrafo precedente, l'applicazione della metodologia fornisce come risultato aggregato che *la biomassa disponibile nella Regione Calabria per usi energetici* è di circa **984** kt/anno di s.s., con una densità media di **65** t $_{s.s.}$/km^2. Tale quantitativo è costituito (Fig. 14.5) da:

- **418,1** kt/anno di sostanza secca (42,5% del totale) da sottoprodotti di origine agraria (**50,9** kt/anno di residui erbacei e **367,2** kt/anno di residui arborei);
- **457,4** kt/anno di sostanza secca (46,5% del totale) dalla legna e dai sottoprodotti forestali *nell'ipotesi di sviluppo energetico*;

- **108,4** kt/anno di sostanza secca (11% del totale) dagli scarti di lavorazione delle industrie agro-alimentari della Regione.

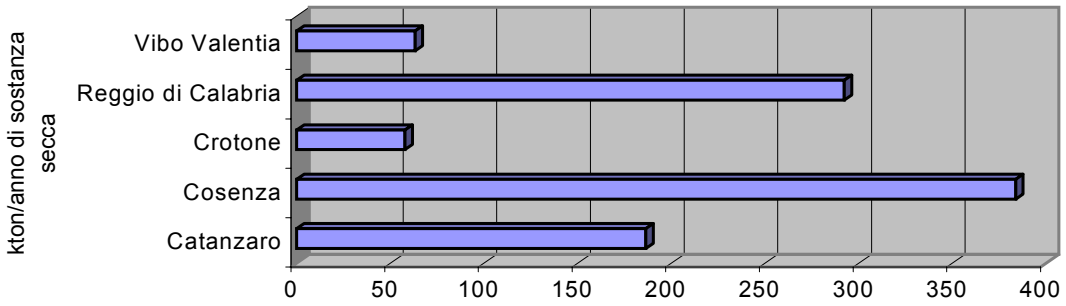
Fig. 14.5 - Regione Calabria: disponibilità di biomassa, per tipologia



La disaggregazione di questi dati mostra che la *provincia* che presenta il più elevato quantitativo di biomassa complessiva disponibile a fini energetici è **Cosenza** (**383,9** kt/anno di s.s.), seguita da **Reggio di Calabria** (**292,3**), **Catanzaro** (**186,4**), **Vibo Valentia** (**63,4**) e **Crotone** (**57,9**); la *densità complessiva* di biomassa oscilla da un minimo di **33,7** $t_{s.s.}/km^2$ (**Crotone**) ad un massimo di **91,8** t/km^2 (**Reggio di Calabria**).

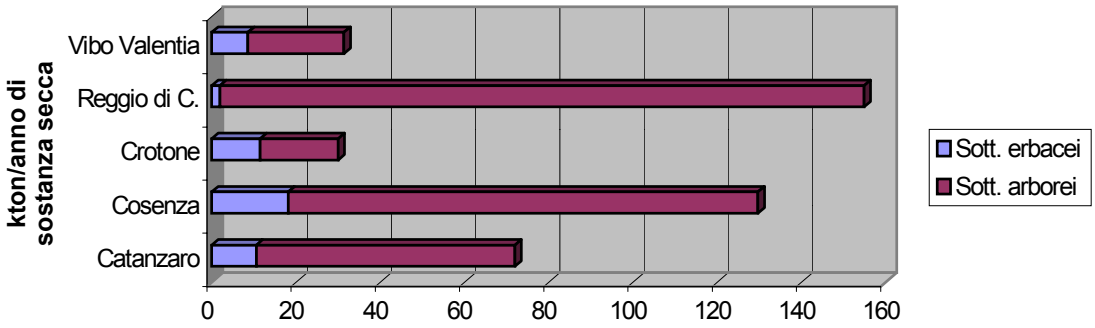
La provincia di Cosenza risulta, pertanto, quella che presenta, attualmente, la più elevata disponibilità complessiva di biomassa della Regione Calabria, seguita dalla provincia di Reggio (Fig. 14.6), mentre quest'ultima provincia presenta la più elevata densità di biomassa della Regione.

Fig. 14.6 - Regione Calabria: disponibilità complessiva di biomassa, per provincia



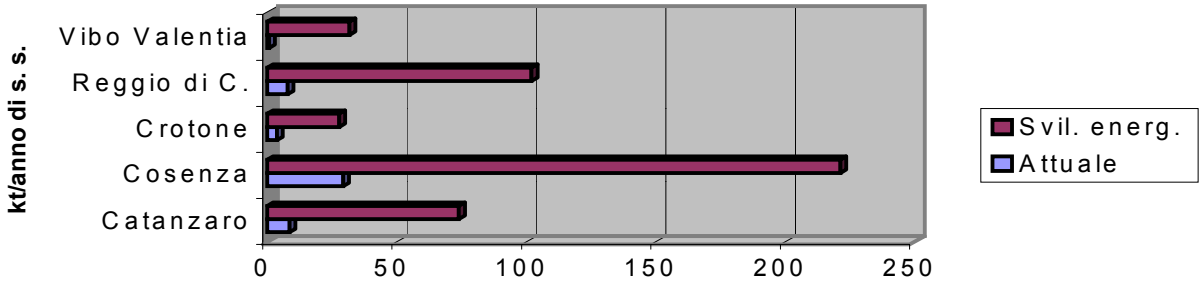
In termini disaggregati per tipologia di biomassa, la provincia che presenta la maggiore disponibilità di *sottoprodotti agrari* è **Reggio** (**154,9** kt/anno di s.s.), seguita da Cosenza (**129,7)**, Catanzaro (**72**), Vibo Valentia (**31,5**) e Crotone (**30**) (Fig. 92).

Fig. 14.7 - Regione Calabria: disponibilità di sottoprodotti agrari per provincia



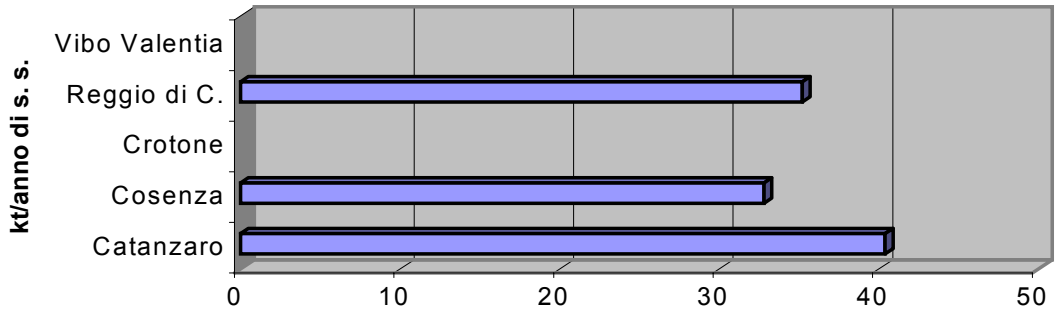
La provincia che presenta la maggiore disponibilità di *legna e sottoprodotti forestali, nell'ipotesi di sviluppo energetico,* è **Cosenza** (**221,4** kt/anno di s.s.), seguita da Reggio (**102,2**) e Catanzaro (**74**) (Fig. 14.8).

Fig. 14.8 - Regione Calabria: disponibilità di legna e sottoprodotti forestali per provincia



La provincia che presenta la maggiore disponibilità di *scarti delle lavorazioni agro-industriali* è **Catanzaro** (**40,4** kt/anno di s.s), seguita da Reggio (**35,2**) e Cosenza (**32,8**) (Fig. 14.9) [7].

Fig. 14.9 - Regione Calabria: disponibilità di scarti agro - industriali



La Tab. 14.21 mostra il riepilogo generale dei quantitativi di biomassa disponibile.

Tab. 14.21 - Regione Calabria: riepilogo dei quantitativi di biomassa disponibili (kt/anno s.s.)

Provincia	Sottoprodotti				
	Erbacei	Arborei	Forestali	Agro- ind.	Totale
Catanzaro	10,6	61,4	74	40,4	186,4
Cosenza	18,2	111,5	221,4	32,8	383,9
Crotone	11,5	18,5	27,9	-	57,9
Reggio C.	1,9	153,0	102,2	35,2	292,3
Vibo V.	8,7	22,8	31,9	-	63,4
Calabria	**50,9**	**367,2**	**457,4**	**108,4**	**983,9**

Determinati i quantitativi di biomassa disponibili, la metodologia consente di valutare il relativo *potenziale energetico* (numero e potenza degli impianti di conversione), verificando contestualmente se sussistano le condizioni tecnico-economiche per la realizzazione di almeno un impianto; a tal fine vengono utilizzati i *parametri di ingresso* richiesti nella cosiddetta "*analisi territoriale*" del foglio 7 (v. § 14.2). La Tab. 14.22 riporta i valori assegnati a questi parametri in questa fase del presente Studio. Con il primo gruppo di parametri (IMPIANTO) si definiscono le caratteristiche di *funzionamento* e di *rendimento* dell'impianto volute, mentre con il secondo gruppo di parametri (MANODOPERA) si individua il personale ed il relativo costo ritenuto necessario al suo funzionamento.

Con il terzo gruppo (BIOMASSA SECCA) si indicano le *caratteristiche energetiche medie* della biomassa che si intende utilizzare ed i relativi *costi specifici di approvvigionamento*, mentre con il quarto (ENERGIA) si stabiliscono i *corrispettivi attesi dalla vendita dell'energia elettrica* (ed eventualmente *termica*) prodotta. In particolare occorre evidenziare che il valore del parametro *prezzo energia termica* è stato posto al valore di 20 Lit/kWh$_t$, analogo al valore di mercato dell'olio combustibile BTZ.

Con il quinto gruppo (PARAMETRI FINANZIARI) si stabilisce *l'obiettivo economico d'impresa perseguito*, mentre con il sesto gruppo (VALORI LIMITE) si indicano i *valori commerciali minimali*, di *potenza* e di *costo*, che deve possedere l'impianto; impianti di taglia e costi inferiori a questi valori non sono infatti ritenuti accettabili per applicazioni su scala territoriale significativa.

Tab. 14.22 - Regione Calabria: valori di ingresso utilizzati nell'analisi territoriale		
Parametro	**Valore**	**Unità di misura**
IMPIANTO		
- funzionamento annuo	7.000	h/anno
- vita utile	8	Anni
- rendimento elettrico	0,22	-
- fattore utilizzazione en. termica	0,5	-
- coeff. manutenzione e riparazione	0,03	-
MANODOPERA		
- numero	12	u.l.
- stipendio lordo medio unitario	50	MLit./anno · ul
BIOMASSA SECCA		
- potere calorifico inferiore	4,9	kWh/kg
- costo specifico di acquisto	80	Lit:/kg
- costo specifico di trasporto	0,5	Lit./kg · km
ENERGIA		
- prezzo en. elettrica	270	Lit/kWhe
- prezzo en. termica	20	Lit/kWht
PARAMETRI FINANZIARI		
- tasso interno di rendimento	0,15	-
VALORI LIMITE		
- potenza elettrica minima	5	MWe
- investimento specifico	4	MLit./kWe

I risultati dell'analisi territoriale consentono di valutare in **152** MW_e il *potenziale energetico* da biomasse vegetali presente complessivamente nella Regione Calabria (***potenziale teorico***).

Questa potenzialità può essere resa disponibile attraverso diverse soluzioni impiantistiche; dall'analisi territoriale effettuata risulta, infatti, ***economicamente conveniente ogni combinazione di impianti con potenze elettriche comprese tra 6 e 99 MW;*** in particolare nella Regione potrebbero essere installati **7** impianti di cogenerazione da **21** MW_e ciascuno, valore determinato dalla soluzione "ottimale", o **24** impianti di cogenerazione da **6** MW_e ciascuno, valore determinato dalla soluzione "minimale", o **1** impianto di cogenerazione da **99** MW_e, valore determinato dalla soluzione "massimale".

L'analisi della *soluzione ottimale* a livello provinciale mostra che nella provincia di

Cosenza sarebbe possibile realizzare, con la sola biomassa disponibile nella provincia, **2** impianti di cogenerazione da **20** MW_e ciascuno, nella provincia di **Reggio 1** impianto da **24** MW_e e nella provincia di **Catanzaro 1** impianto da **23** MW_e.

L'analisi della *soluzione minimale* mostra ancora che nella provincia di Cosenza è possibile realizzare, in alternativa alla soluzione precedente, **9** impianti da **6** MW_e ciascuno, nella provincia di Reggio **6** impianti da **7** MW_e ciascuno, nella provincia di Catanzaro **4** impianti da **6** MW_e ciascuno e, in ciascuna delle province di Vibo Valentia e di Crotone, **1** impianto da **6** MWe.

Nella provincia di Cosenza, che presenta il più elevato potenziale teorico della Regione, è quindi possibile in linea di principio realizzare due impianti di cogenerazione da 20 MW_e ciascuno od, in alternativa, 9 impianti da 6 MW_e ciascuno.

Per le motivazioni esposte al § 14.5 la biomassa deve essere approvvigionata nel territorio limitrofo al sito in cui è ubicato l'impianto. La metodologia, come indicato al § 14.6, schematizza questo territorio ipotizzandolo circolare, con l'impianto situato al centro; questa schematizzazione, che comunque si adatta in modo soddisfacente alla generica applicazione della metodologia, viene effettuata prevalentemente per *ridurre ad una sola dimensione (raggio) il problema della determinazione della superficie "asservita" all'impianto*. Con questa schematizzazione, la soluzione "ottimale" eventualmente determinata dai dati di ingresso precedentemente definiti, consente infatti di ricavare anche il *raggio* dell'area territoriale asservita all'impianto.

L'analisi della soluzione ottimale di ciascuna provincia calabrese mostra che il raggio del territorio "asservito" a ciascuno di questi impianti varia da un minimo di circa **23,2** km (**Reggio**) ad un massimo di **32,4** km (**Crotone**), e la corrispondente superficie da cui prelevare la biomassa varia quindi da un minimo di 1.690 km^2 ad un massimo di 3.294 km^2.

In termini economici, *l'investimento specifico* risultante dall'analisi territoriale è di **5,9** MLit/kW_e per l'impianto individuato dalla soluzione ottimale, con un investimento complessivo compreso tra i **120** ed i **141** miliardi di lire per ciascun impianto.

Nell'ipotesi di valorizzazione dell'energia elettrica prodotta da impianti utilizzanti biomasse al prezzo di **270** Lit/kWh (valore vigente nell'ultimo anno di applicazione del Provvedimento CIP 6/92), l'*analisi di sensibilità* della soluzione ottimale (v. riquadro 4 del foglio 7) mostra che, per tutte le province, l'investimento specifico risulta economicamente *fattibile* anche nel caso in cui si realizzino *impianti dedicati alla sola produzione di energia elettrica*, a condizione che il *costo specifico di acquisto della biomassa* non sia superiore alle **100** Lit/kg di sostanza secca.

L'analisi di sensibilità viene effettuata allo scopo di analizzare l'andamento dell'investimento specifico in funzione del *prezzo di vendita dell'energia termica e del*

costo specifico di acquisto della biomassa, i due parametri ritenuti maggiormente critici per questo tipo di analisi.

L'investimento specifico ottenuto in corrispondenza ad una coppia di valori di questi due parametri viene *definito fattibile*, quando risulta maggiore dell'investimento specifico indicato nei dati di ingresso (v. Tab. 14.22) e non superiore a 1,5 questo valore.

L'investimento specifico risulta inoltre, per tutte le province, anche *attrattivo*, quando cioè è *superiore ad 1,5* del valore limite indicato in ingresso, nel caso in cui si realizzino *impianti di cogenerazione*, purché l'energia termica prodotta sia venduta ad almeno **20** Lit/kWh$_t$ ed il costo specifico di acquisto della biomassa non sia superiore a **50** Lit/kg.

L'investimento specifico risulta ugualmente attrattivo se il prezzo di vendita dell'energia termica è di **40** Lit/kWh$_t$, purché il costo specifico di acquisto della biomassa sia non superiore alle **100** Lit/kg di sostanza secca.

Risulta inoltre indispensabile realizzare un impianto di cogenerazione la cui energia termica prodotta sia venduta ad almeno **20** Lit/kWh$_t$, se il costo specifico di acquisto della biomassa è dell'ordine di **150** Lit/kg.

Nell'Allegato n° 1 sono riportati i risultati dell'applicazione della metodologia alla Regione Calabria per la valutazione del *potenziale teorico*, disaggregati per provincia.

14.7 - Valutazione dei quantitativi delle biomasse realisticamente utilizzabili a fini energetici

Nell'applicazione della metodologia basata, come l'attuale, unicamente sull'elaborazione di dati statistici e parametri di calcolo medi, non è possibile procedere alla individuazione delle *aree* di ciascuna provincia più interessanti in termini di quantità di residui disponibili a fini energetici; questa analisi richiederebbe infatti l'acquisizione e l'elaborazione di dati disaggregati a *livello comunale* non sempre disponibili e, comunque, in molti casi reperibili solo direttamente nella specifica area di indagine.

L'individuazione delle aree provinciali più vocate in termini di residui risulta, infatti, indispensabile nella valutazione della convenienza economica dell'installazione di un impianto di conversione energetica, per considerazioni legate in particolare alla riduzione dei costi di trasporto e di stoccaggio delle biomasse.

Al fine della presente analisi possono, quindi, essere indicati solamente dei *criteri generali* che consentano di selezionare, *in ambito provinciale*, le colture energetiche realisticamente utilizzabili.

Come già illustrato al § 14.1 *le colture agrarie*, erbacee ed arboree, di interesse per questa valutazione sono quelle più adatte per la conversione termochimica dei sottoprodotti principali e secondari la cui superficie in produzione sia, in ciascuna

provincia, superiore a 500 ha.

Questo criterio consente di individuare per la Regione Calabria come *colture erbacee* di interesse, ***il frumento tenero, il frumento duro, l'orzo, l'avena, ed il mais da granella; come colture arboree, la vite da vino, l'olivo, gli agrumi ed il pesco.***

I sottoprodotti *principali* di interesse sono, per le colture erbacee, essenzialmente le *paglie* (ad eccezione del mais che fornisce come sottoprodotto principale gli *stocchi*) e, per le colture arboree, i *sarmenti* (vite), le *frasche* (olivo) ed i *residui di potatura* per gli alberi da frutto; le colture arboree forniscono inoltre come sottoprodotto *secondario* la *legna da espianto* (massa dendrometrica) disponibile al termine del proprio ciclo produttivo.

L'individuazione delle biomasse *realisticamente* utilizzabili a fini energetici deve essere effettuata, oltre che sulla base dei *quantitativi disponibili*, anche e soprattutto di considerazioni di carattere economico legate in particolare ai *costi specifici di raccolta* (o di acquisto) e di *trasporto* di questi residui alla centrale di conversione energetica. Il primo costo deve essere inteso come *sommatoria dei costi relativi alla raccolta ed al confezionamento dei sottoprodotti, e del loro valore di mercato, mentre il secondo è riferito al costo per chilometro.*

Per quanto riguarda il *valore di mercato* dei sottoprodotti agricoli e forestali, le indagini effettuate per altri studi direttamente nella aree di produzione mettono in evidenza come, allo stato attuale, questo valore possa essere considerato *praticamente nullo*, non essendoci un preciso mercato. Per quanto riguarda invece i *costi di raccolta e di trasporto* risulta ancora da queste indagini che l'unico riferimento di mercato è quello delle *tariffe dei contoterzisti agrari* che, in genere, vengono stabilite sulla base di accordi diretti; in molti casi le singole operazioni vengono effettuate da agricoltori per conto di altri agricoltori. Per queste ragioni è sempre preferibile anche in questo caso ricavare questi costi direttamente nell'area di indagine.

Il costo complessivo della raccolta e del trasporto dei residui agricoli è quindi in genere molto variabile; in generale, come valore di riferimento, questo costo può essere quantificato (valori 1996) in circa **40-80** Lit./kg di sostanza secca per le paglie, ed in **150-250** Lit./kg di sostanza secca per i residui di potatura. Questa indicazione consente quindi di ***limitare alle sole paglie ed agli stocchi le biomasse agricole effettivamente utilizzabili nella Regione a fini energetici***; nell'analisi economica effettuata nell'applicazione che ha condotto alla valutazione del potenziale teorico è stata infatti messa in evidenza la necessità di limitare ad un massimo di **100-120** Lit./kg di sostanza secca il costo specifico di acquisto della biomassa.

La disponibilità attuale dei *sottoprodotti forestali* della Regione Calabria è piuttosto ridotta (**8,7**% dei residui totali), in considerazione, soprattutto, della minima *superficie annualmente sottoposta a taglio* (**1,9**% della superficie forestale complessiva), anche se la superficie forestale della Regione risulta piuttosto consistente (**31,8**% della superficie territoriale). La forma di governo maggiormente presente nella Regione è la *fustaia*. *La destinazione d'uso principale di tutta la legna e dei sottoprodotti forestali* attualmente raccolti è quella per *lavoro* ed, in subordine, quella per *energia*; ***l'attuale disponibilità di ulteriore legna da utilizzare in impianti di conversione energetica è quindi***

attualmente praticamente nulla.

Nell'ipotesi di sviluppo energetico previsto dalla metodologia, finalizzata alla valorizzazione del patrimonio forestale dell'unità territoriale oggetto di indagine a parità di superficie forestale di ogni forma boschiva, *la disponibilità di residui forestali ottenibili nella Regione, risulta di circa 9 volte il valore attuale!* (v. Allegato n° 1). L'eventuale potenziamento delle attività di gestione dei boschi e delle foreste è, tuttavia, allo stato attuale vincolato in molti casi anche da normative di carattere ambientale che ostacolano la valorizzazione energetica del bosco, oltre che dagli elevati costi della manodopera.

Per quanto riguarda il *valore di mercato* dei sottoprodotti forestali, le indagini effettuate per altri studi mettono in evidenza come allo stato attuale anche questo valore possa essere considerato *praticamente nullo*. L'eventuale avvio di un ampio utilizzo di questi sottoprodotti, e questo vale a maggiore ragione anche per le paglie, dovrebbe tuttavia comportare anche una loro *valorizzazione*, che deve essere tenuta in debito conto qualora si decida di intraprendere la realizzazione di un impianto di conversione energetica.

Da indagini effettuate a livello locale in altre Regioni, i costi di raccolta e di trasporto di questi residui si attestano (valori 1996) intorno alle **100** Lit./kg di sostanza secca, nell'ipotesi che il trasporto venga effettuato *entro un raggio di **50** km dalla centrale*, anche se un loro eventuale utilizzo a fini energetici comporterebbe probabilmente l'attribuzione di un *valore intrinseco di mercato* valutabile attualmente in circa **60** Lit./kg di sostanza secca; inoltre, il prezzo della legna da ardere attualmente disponibile è tale da escludere qualsiasi suo impiego energetico presso grandi utenze.

Alla luce delle considerazioni effettuate l'utilizzazione in un impianto di conversione energetica dei sottoprodotti forestali attualmente disponibili nella Regione Calabria diventa perciò improponibile.

La disponibilità attuale degli *scarti di lavorazione agro-industriali* della Regione Calabria è oltre il doppio di quella dei sottoprodotti forestali (**17,3%** dei residui complessivi); in particolare risultano disponibili solo significativi quantitativi di *sanse esauste.*

Contrariamente a quanto avviene per le altre tipologie di residui presi in considerazione nel presente Studio, *gli scarti agro-industriali vengono in genere o utilizzati direttamente dalle aziende produttrici o collocati sul mercato*. Questi residui sono perciò caratterizzati da precisi valori di mercato, ed il loro costo di acquisto e di trasporto, da indagini locali effettuate in altre Regioni, è dell'ordine (valori 1996) di ***70-110*** Lit./kg di sostanza secca, costo variabile in funzione della località, della tipologia del residuo e del raggio di trasporto.

L'eventuale utilizzo di questi residui può perciò avvenire attualmente solo offrendo ai produttori una migliore remunerazione del prodotto, comportando con ciò un aumento dei loro attuali già elevati costi di mercato; ***conseguentemente, anche l'effettiva utilizzazione degli scarti agro-industriali presenti nella Regione Calabria in un***

impianto comprensoriale di conversione energetica non sembra allo stato attuale proponibile.

Alla luce di queste valutazioni, ed in considerazione del fatto che, nella Regione Calabria,:

- *le attività agricole sono rilevanti* in termini di superfici investite (SAU/ST=42%, dove ST è la superficie territoriale della Regione) e, di conseguenza, di quantità di residui disponibili;
- tra i *residui agricoli* quelli attualmente più facilmente utilizzabili sono le *paglie* dei cereali e gli *stocchi* del mais, in quanto per questi residui le operazioni di raccolta e di trasporto sono perfettamente conosciute perché già effettuate per altre finalità;
- le *paglie attualmente non raccolte* hanno un *valore di mercato nullo* e sono caratterizzate inoltre da *costi di raccolta e di trasporto particolarmente limitati*;
- i *residui forestali* sono presenti in quantità ridotte, sono in genere dispersi sul territorio e presentano attualmente *costi elevati di raccolta e di trasporto*;
- gli *scarti delle lavorazioni agro-industriali*, in particolare delle sanse esauste, sono rilevanti, ma è possibile che trovino attualmente un ampio mercato,

si ritiene opportuno effettuare la valutazione del potenziale reale della Regione, ipotizzando il solo impiego della paglia dei cereali e degli stocchi del mais da granella.

14.8 - Potenziale reale

L'applicazione della metodologia per la determinazione del *potenziale reale* effettuata, per quanto evidenziato al paragrafo precedente, prendendo in considerazione *solo i sottoprodotti erbacei*, fornisce come risultato aggregato che la biomassa complessivamente disponibile nella Regione Calabria per usi energetici è di circa **50,9** kt/anno di s.s. (Tab. 14.23), con una densità media che è, comunque, di appena **3,4** t/km^2 e quindi molto modesta per applicazioni di tipo energetiche.

Tab. 14.23 - Regione Calabria: riepilogo dei quantitativi di sottoprodotti erbacei disponibili (kt/anno s.s.)

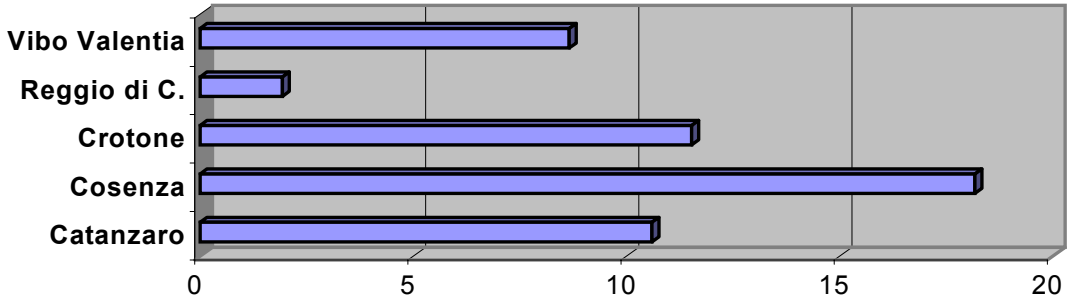
Provincia	Frumento t.	Frumento d.	Orzo	Avena	Mais	Totale
Catanzaro	0,79	5,20	1,84	0,61	2,16	10,60
Cosenza	5,23	6,08	2,16	1,96	2,74	18,17
Crotone	-	3,84	1,53	6,16	-	11,53
Reggio C.	0,64	0,74	-	0,13	0,42	1,93
Vibo V.	2,73	0,83	0,29	0,64	4,17	8,66
Calabria	9,39	16,69	5,82	9,50	9,49	50,89

La provincia che presenta la maggiore disponibilità di biomassa da *coltivazioni*

erbacee è **Cosenza** (**18,17** kt/anno di s.s.), seguita da Crotone (**11,53**), Catanzaro (**10,60**), Vibo Valentia (**8,66**) e Reggio di Calabria (**1,93**) (Fig. 14.10).

Cosenza è, infatti, la provincia che presenta *la più elevata superficie complessiva coltivata con colture erbacee*, seguita da Crotone e Catanzaro. Vibo Valentia è, inoltre, la provincia che presenta *la maggiore superficie regionale coltivata a mais* (seguita dalla provincia di Catanzaro e da quella di Cosenza), coltura che presenta la più elevata *resa* di sottoprodotti tra tutte le colture erbacee presenti nella Regione. Vibo Valentia presenta, inoltre, la più elevata densità di residui erbacei (**7,6** t/km^2 di s.s.), seguita da Crotone (**6,7**) e Catanzaro (**4,4**).

Fig. 14.10 - Regione Calabria: disponibilità di biomassa da coltivazioni erbacee (kton/anno di s.s.)



La provincia di Cosenza risulta pertanto quella che presenta il più elevato quantitativo di biomassa della Regione Calabria realisticamente utilizzabile a fini energetici, seguita dalle province di Crotone e Catanzaro, anche se la densità dei suoi sottoprodotti erbacei è piuttosto modesta (2,7 $t_{s.s.}$/km^2).

Nell'ipotesi che l'impianto di conversione energetica sia dedicato esclusivamente alla sola produzione di energia elettrica, il quantitativo individuato di biomassa da coltivazioni erbacee presente nella Regione Calabria consente di valutare in circa **9** MW_e il suo ***potenziale reale*** energetico. I valori attribuiti ai parametri di ingresso dell'analisi territoriale effettuata per il calcolo del potenziale reale sono riportati nella Tab. 14.24.

Tab. 14.24 - Regione Calabria: valori di ingresso utilizzati nell'analisi territoriale		
Parametro	**Valore**	**Unità di misura**
IMPIANTO		
- funzionamento annuo	7.000	h/anno
- vita utile	8	anni
- rendimento elettrico	0,25	-
- fattore utilizzazione en. termica		-
- coeff. manutenzione e riparazione	0,03	-
MANODOPERA		
- numero	12	u.l.
- stipendio lordo medio unitario	50	MLit./anno · ul
BIOMASSA SECCA		
- potere calorifico inferiore	4,9	kWh/kg
- costo specifico di acquisto	80	Lit:/kg
- costo specifico di trasporto	0,5	Lit./kg · km
ENERGIA		
- prezzo en. elettrica	270	Lit/kWhe
- prezzo en. termica	0	Lit/kWht
PARAMETRI FINANZIARI		
- tasso interno di rendimento	0,15	-
VALORI LIMITE		
- potenza elettrica minima	5	MWe
- investimento specifico	4	MLit./kWe

Questa potenzialità può essere resa disponibile attraverso diverse soluzioni impiantistiche; dall'analisi territoriale effettuata risulta, infatti, ***economicamente conveniente ogni combinazione di impianti dedicati con potenze elettriche superiore od uguale a 4 ed inferiore a 9 MW.***

Nella Regione potrebbero perciò essere installati **solo 2** impianti dedicati da **4** MWe ciascuno, valore determinato dalla soluzione "minimale".

L'analisi a livello provinciale mostra, tuttavia, che in nessuna provincia della Regione è possibile realizzare almeno **un impianto**, in quanto ***la biomassa presente sulla superficie territoriale di ciascuna provincia considerata indipendentemente non è sufficiente a garantire da sola la redditività di un impianto di almeno 5 MW_e (limite di tipo fisico).***

In altri termini, in nessuna provincia calabra sarebbe possibile realizzare impianti per la produzione di energia elettrica di taglia media alimentati con i soli quantitativi di sottoprodotti erbacei (paglie dei cereali e stocchi del mais) disponibili soltanto nella provincia medesima. Tuttavia, in linea teorica, la biomassa erbacea presente

complessivamente nella Regione sarebbe sufficiente ad alimentare due impianti da 4 MW_e ciascuno.

In definitiva, in Calabria, la realizzazione di impianti di media taglia per la produzione di energia elettrica alimentati con le sole biomasse erbacee non sembra particolarmente favorita a livello provinciale. La presente analisi, tuttavia, per le motivazioni più volte esposte, non consente di individuare possibili bacini interprovinciali.

L'Allegato n° 2 riporta i risultati di queste elaborazioni.

Nella Regione Calabria risultano, tuttavia, disponibili notevoli quantitativi di residui di potatura delle coltivazioni arboree, in particolare dell'*olivo* e dell'*arancio*. Risulta interessante, perciò, valutare la possibilità di utilizzare anche questi residui, insieme alle paglie dei cereali e degli stocchi del mais, per alimentare impianti di produzione di energia elettrica. Come già riportato al paragrafo precedente, tuttavia, l'impiego dei residui di potatura non risulta in generale conveniente dal punto di vista economico. Infatti, anche attribuendo in prima ipotesi un valore di mercato nullo a questi sottoprodotti, i costi necessari alla loro *raccolta e confezionamento* ed alla loro *manipolazione* (intendendo con ciò le operazioni di carico e scarico necessarie per il loro trasporto all'impianto), ed al loro *trasporto*, sono in genere di circa 2-3 volte superiori a quelli relativi alle paglie. Risulta, comunque, accertato anche da indagini "in loco" effettuate in altre realtà territoriali che questi costi variano in larga misura in funzione del territorio investigato, in dipendenza delle modalità di raccolta, confezionamento e modalità di trasporto. Sulla base dei risultati delle indagini precedenti l'ipotesi di attribuire all'insieme delle biomasse costituite dalle paglie e dai residui di potatura disponibili nella Regione un *costo specifico di trasporto* (v. Tab. 14.24) di circa **1** L/$kg_{s.s.}$ x km (valore *doppio* rispetto a quello già utilizzato per le sole paglie) ed un *costo specifico di acquisto* (v. Tab. 14.24) complessivo delle biomasse di **120 – 130** L/ $kg_{s.s.}$. (valore che risulta *superiore del 50%* al corrispondente valore di acquisto delle sole paglie), consente di stabilire che sarebbe possibile realizzare in Calabria impianti di produzione di energia elettrica economicamente convenienti. Si tenga, tuttavia, presente che il prezzo di vendita dell'energia elettrica è stato ancora fissato, nell'ipotesi di valorizzazione dell'energia prodotta da impianti utilizzanti biomasse, a **270** Lit/kWh (valore vigente nell'ultimo anno di applicazione del Provvedimento CIP 6/92). In altri termini, se il costo specifico medio di acquisto delle biomasse risultasse dell'ordine di 120 - 130 L/$kg_{s.s.}$ ed il costo specifico medio di trasporto fosse dell'ordine di 1 L/$kg_{s.s.}$ x km, sarebbe possibile realizzare in Calabria impianti di produzione di energia elettrica economicamente convenienti alimentati con sottoprodotti colturali (erbacei ed arborei), *a condizione che* il prezzo di vendita dell'energia elettrica non risulti inferiore a 265 – 270 Lit/kWh. La verifica di tali ipotesi, che esula tuttavia dalle finalità del presente Studio, può essere effettuata ancora una volta solo attraverso una specifica ed accurata indagine diretta nelle aree territoriali della Regione in cui sono presenti significative concentrazioni di colture, e quindi di sottoprodotti, erbacee ed arboree.

I quantitativi disponibili di biomassa da coltivazioni erbacee (paglie e stocchi di mais) ed arboree (residui di potatura) presenti nella Regione Calabria consentono di valutare in circa **73** MW_e il suo ***potenziale reale*** energetico.

Questa potenzialità può essere resa disponibile attraverso diverse soluzioni impiantistiche; dall'analisi territoriale effettuata risulta, infatti, ***economicamente***

conveniente ogni combinazione di impianti dedicati alla sola produzione di energia elettrica con potenze elettriche comprese tra 5 e 29 MW.

Nella Regione potrebbero perciò essere installati **6** impianti dedicati da **11** MWe ciascuno, valore determinato dalla soluzione "ottimale" o, in alternativa, **14** impianti dedicati da **5** MWe ciascuno (soluzione "minimale") o **2** impianti dedicati da **29** MWe ciascuno (soluzione "massimale").

L'utilizzo combinato delle biomasse agricole (erbacee ed arboree) potrebbe comportare, dunque, una produzione media annua di energia elettrica di circa **462 GWh**, corrispondenti a circa **102 ktep** in termini di energia primaria prodotta e quindi risparmiata da fonti fossili.

L'analisi a livello provinciale mostra che nella provincia di *Reggio* è possibile realizzare **2** impianti dedicati da **14** MWe o, in alternativa, **4** impianti dedicati da **6** MWe ciascuno; nella provincia di *Cosenza* **2** impianti da **10** MWe ciascuno o **4** impianti da **5** MWe ciascuno e nella provincia di *Catanzaro* **1** impianto da **12** MWe o **2** impianti da **5** MWe ciascuno. In ciascuna delle province di *Crotone* e *Vibo Valentia*, infine, **1** impianto dedicato da **5** MWe.

L'Allegato n° 3 riporta i risultati di queste elaborazioni.

14.9 - Sintesi dei risultati e considerazioni conclusive

Lo Studio effettuato per valutare il potenziale energetico da biomasse vegetali presente nella Regione Calabria, realizzato nell'ambito della predisposizione del Piano Energetico Regionale (PER), ha consentito di stimare in circa **984** kt/anno di sostanza secca il quantitativo complessivo di biomasse vegetali *potenzialmente utilizzabile* a fini energetici nella Regione, con una densità media regionale di **65** t/km^2 di s.s..

La *provincia* che presenta il più elevato quantitativo di biomassa complessiva disponibile a fini energetici è **Cosenza** (**383,9** kt/anno di s.s.), seguita da **Reggio di Calabria** (**292,3**), **Catanzaro** (**186,4**), **Vibo Valentia** (**63,4**) e **Crotone** (**57,9**); la *densità complessiva* di biomassa della Regione oscilla da un minimo di **33,7** t/km^2 (**Crotone**) ad un massimo di **91,8** t/km^2 (**Reggio di Calabria**).

La disponibilità individuata di biomasse consente di valutare in **152** MW$_e$ il *potenziale energetico* da biomasse vegetali presente complessivamente nella Regione Calabria (***potenziale teorico***).

Nella provincia di **Cosenza** il potenziale teorico risulta, con circa **59** MWe, il più elevato ed è quindi possibile in linea di principio realizzare **2** impianti di cogenerazione da **20** MW$_e$ ciascuno od, in alternativa, **9** impianti da **6** MW$_e$ ciascuno.

Alla luce delle considerazioni e delle valutazioni economiche effettuate in particolare in relazione ai *costi di acquisto* (o raccolta) e di *trasporto* delle biomasse, lo Studio ha tuttavia messo in evidenza come solo le *paglie dei cereali e gli stocchi del mais da granella* siano realisticamente utilizzabili attualmente nella Regione; il loro quantitativo è stato stimato in **50,9** kt/anno di sostanza secca, con una densità media regionale di

appena **3,4** t/km^2.

Questa disponibilità di biomassa consente di valutare in circa **9** MW_e l'*attuale potenziale energetico reale* della Regione Calabria, ossia del potenziale realisticamente sfruttabile in assenza di vincoli di carattere normativo e/o ambientale. Il potenziale individuato può essere reso disponibile, in particolare, attraverso la realizzazione di **2** impianti dedicati alla sola produzione di energia elettrica da **4** MWe ciascuno.

L'utilizzo delle paglie di cereali e degli stocchi di mais potrebbe comportare, dunque, una produzione media annua di energia elettrica di circa **60 GWh**, corrispondenti a circa **13 ktep** in termini di energia primaria prodotta.

L'analisi a livello provinciale mostra, tuttavia, che la biomassa presente in ciascuna provincia considerata indipendentemente non è sufficiente a garantire da sola la redditività di un impianto di almeno 5 MW_e. In altri termini, in nessuna provincia calabra sarebbe possibile realizzare impianti per la produzione di energia elettrica di taglia media alimentati con i soli quantitativi di sottoprodotti erbacei (paglie dei cereali e stocchi del mais) disponibili soltanto nella provincia medesima. La realizzazione di impianti di media taglia alimentati a biomasse erbacee sarebbe, perciò, possibile solo previa individuazione di *bacini interprovinciali* con disponibilità di biomassa adeguata per la produzione di energia elettrica.

In definitiva, in Calabria, stante la ridotta disponibilità di paglie e della loro scarsa densità territoriale, la realizzazione di impianti di media taglia per la produzione di energia elettrica alimentati con le sole biomasse erbacee non sembra particolarmente favorita a livello di singola provincia. L'analisi effettuata non consente, tuttavia, di escludere la presenza di bacini interprovinciali con quantitativi di biomassa erbacea sufficiente per applicazioni energetiche .

Nella Regione Calabria risultano, tuttavia, disponibili notevoli quantitativi di residui di potatura delle coltivazioni arboree, in particolare dell'olivo e dell'arancio. E' stata, perciò, valutata la possibilità di utilizzare anche questa biomassa, insieme alle paglie dei cereali e degli stocchi del mais, per alimentare impianti di produzione di energia elettrica, anche se è noto che, in generale, i costi di acquisto e di trasporto dei residui di potature difficilmente rendono economicamente conveniente il loro utilizzo.

I quantitativi disponibili di biomassa da coltivazioni erbacee (paglie e stocchi di mais) ed arboree (residui di potatura) presenti nella Regione Calabria consentono di valutare in circa **73** MW_e il suo ***reale potenziale*** energetico. Nella Regione potrebbero, perciò, essere installati, in particolare, **6** impianti dedicati alla sola produzione di energia elettrica, economicamente convenienti, da **11** MWe ciascuno.

L'utilizzo combinato delle biomasse agricole (erbacee ed arboree) potrebbe comportare, dunque, una produzione media annua di energia elettrica di circa **462 GWh (un decimo degli attuali consumi elettrici della Regione)**, corrispondenti a circa **102 ktep** in termini di energia primaria prodotta, valore che risulta di otto volte superiore rispetto a quella prevedibile utilizzando i soli residui erbacei.

Tali risultati sono stati ottenuti nell'ipotesi di attribuire all'insieme delle biomasse costituite dalle paglie e dai residui di potatura disponibili nella Regione un *costo specifico*

di trasporto di circa **1 L/kg$_{s.s.}$ x km** (valore doppio rispetto a quello utilizzato per le sole paglie) ed un *costo specifico di acquisto* complessivo delle biomasse di **120 – 130 L/ kg$_{s.s.}$.** (valore che risulta superiore del 50% al corrispondente valore di acquisto delle sole paglie) e nell'ulteriore ipotesi di vendere l'energia elettrica prodotta ad un prezzo di **265 – 270 Lit/kWh**, valore analogo a quello dell'ultimo anno di applicazione del Provvedimento CIP/6 del 1992 che remunerava l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

La corrispondente analisi a livello provinciale effettuata con queste stesse ipotesi mostra che, nella provincia di **Reggio** sarebbe possibile realizzare **2** impianti dedicati, economicamente convenienti, da **14** MWe o, in alternativa, **4** impianti dedicati da **6** MWe ciascuno; nella provincia di *Cosenza* **2** impianti da **10** MWe ciascuno o **4** impianti da **5** MWe ciascuno e nella provincia di *Catanzaro* **1** impianto da **12** MWe o **2** impianti da **5** MWe ciascuno. In ciascuna delle province di *Crotone* e *Vibo Valentia*, infine, **1** impianto dedicato da **5** MWe.

L'applicazione della metodologia utilizzata basata, come nella presente analisi, *esclusivamente sull'elaborazione di dati statistici e parametri medi di calcolo*, non consente tuttavia, come già sottolineato, l'individuazione delle specifiche ***aree provinciali, od interprovinciali,*** che presentano ***densità*** di biomassa significative per applicazioni di carattere energetico.

La ***localizzazione*** degli impianti di conversione energetica, ***che è genericamente individuabile nel baricentro del comprensorio con la maggiore disponibilità di residui***, deve perciò scaturire da ***indagini dirette*** sul territorio che consentano di ***minimizzare*** i costi relativi ***all'acquisto*** (od alla ***raccolta***), al ***trasporto*** ed allo ***stoccaggio*** degli ingenti quantitativi di biomasse necessari.

Valutazione del potenziale energetico delle biomasse vegetali della Regione Calabria

Allegato 14.1
Potenziale teorico

Biomassa per conversioni energetiche

Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Catanzaro**					
Superficie territoriale	km2	**2391,35**				
Raggio territoriale	km	*27,6*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**79,0**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*786,8*	**19,5**	**166,8**	**253,9**	**346,6**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	2500	15500	2900	1700		1440	10200	53500	3100		568			780
Produzione raccolta	t/anno	4500	29155	9000	3434		7380	62070	170397	45906		10019			13000
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*0,79*	*5,20*	*1,84*	*0,61*	*0,00*	*2,16*	*13,02*	*32,32*	*10,47*	*0,00*	*2,28*	*0,00*	*0,00*	*1,48*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,49*	*0,90*	*0,18*	*0,00*	*0,03*	*0,00*	*0,00*	*0,23*
Totale per coltura	"	*0,79*	*5,20*	*1,84*	*0,61*	*0,00*	*2,16*	*13,51*	*33,22*	*10,65*	*0,00*	*2,32*	*0,00*	*0,00*	*1,72*
PROVINCIA	kha	*24,04*						*68,15*							
	kt/anno ss	*10,60*						*61,41*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha	**56100**	**18225**	**2890**	**1786**	*79001*	*56100*	*18225*	*2890*	*1786*	*79001*
Superficie tagliata	ha/anno	**677**	**386**	**71**		*1134*	*1122*	*729*	*116*	*0*	*1967*
	%	*1,2*	*2,1*	*2,5*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno	**35550**	**29601**	**215**		*65366*	*201960*	*14580*	*2312*	*0*	*218852*
	m3/ha	*52,5*	*76,7*	*3,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*86,0*	*82,3*	*7,9*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno	**5769**	**6355**	**2500**		*14624*	*22440*	*58320*	*9248*	*0*	*90008*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*8,5*	*16,5*	*35,2*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*14,0*	*17,7*	*92,1*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*41319*	*35956*	*2715*	*0*	*79990*	*224400*	*72900*	*11560*	*0*	*308860*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*22312*	*19416*	*1466*	*0*	*43195*	*121176*	*39366*	*6242*	*0*	*166784*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*16671*	*51965*	*6748*	*0*	*75384*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*9002*	*28061*	*3644*	*0*	*40707*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*8264*	*7191*	*543*	*0*	*15998*	*44880*	*14580*	*2312*	*0*	*61772*
	t/anno ss	*4462*	*3883*	*293*	*0*	*8639*	*24235*	*7873*	*1248*	*0*	*33357*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*40,71*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*8,64*	*33,36*
PROVINCIA	kha	*1,13*	*1,97*
	kt/anno ss	*8,64*	*74,06*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

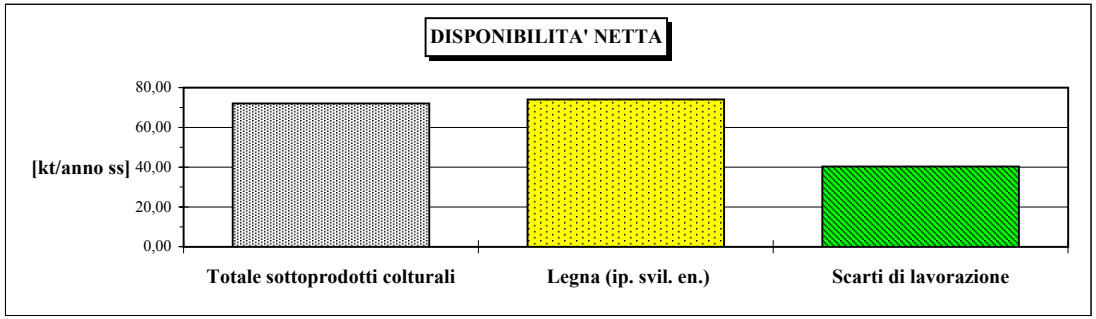
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno	**1200**	**43925**	**0**	**0**	**333**	**136**	**0**
Umidità scarto	%	**60**	**10**	**20**	**15**	**30**	**15**	**0**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*480*	*39533*	*0*	*0*	*233*	*116*	*0*

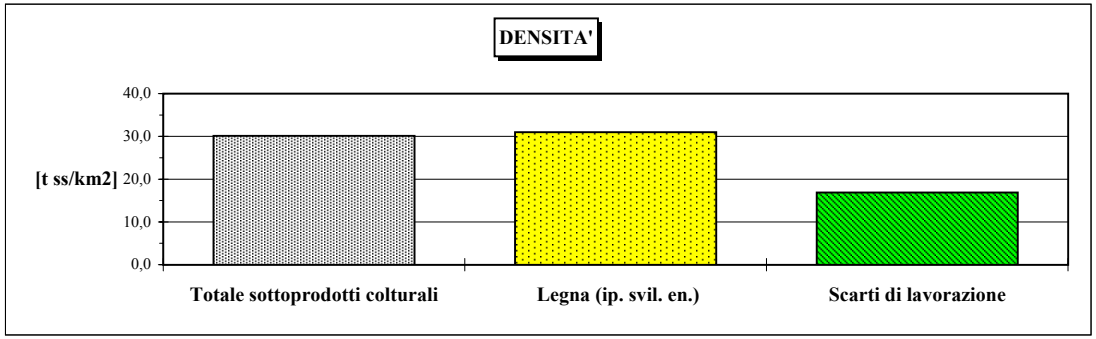
PROVINCIA	kt/anno ss	*40,36*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*24,04*	*0,10*	*10,60*	*0,4*	*4,4*
Sottoprodotti colture arboree	*68,15*	*0,28*	*61,41*	*0,9*	*25,7*
Totale sottoprodotti colturali	*92,19*	*0,39*	*72,01*	*1,3*	*30,1*
Legna (ip. svil. en.)	*1,97*	*0,01*	*74,06*	*37,7*	*31,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*40,36*	-	*16,9*
PROVINCIA	*94,15*	*0,39*	*186,44*		*78,0*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,22**	-
- rendimento termico	*0,624*	-
- fattore utilizzazione E. termica	**0,5**	-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**20**	L/kWh t
	0,023	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*24,5*	km
Super. territoriale dominata	*1885*	km2
Potenza elettrica	*23*	MW e
Potenza termica	*64*	MW t
	55	Gcal/h
Investimento specifico	*5,9*	ML/kW
Investimento totale	*133*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,9*	(+)	*4,6*	(+)	*3,3*	(-)	*0,7*	(-)
20	*0,023*	*6,7*	(++)	*5,4*	(+)	*4,1*	(+)	*1,5*	(-)
30	*0,035*	*7,1*	(++)	*5,8*	(+)	*4,5*	(+)	*1,9*	(-)
40	*0,047*	*7,4*	(++)	*6,2*	(++)	*4,9*	(+)	*2,3*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	*23*	*64*	*55*	*133*	*1,3*
MINIMALE	*6*	*18*	*16*	*37*	*4,5*
MASSIMALE	*110*	*312*	*269*	-	*0,3*
TERRITORIALE	*29*	*81*	*70*	-	-

Biomassa per conversioni energetiche Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Cosenza**					
Superficie territoriale	km2	**6649,73**				
Raggio territoriale	km	*46,0*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**244,4**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*1605,6*	**43,6**	**441,8**	**457,5**	**662,7**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	16266	17050	5488	6130		1219	7152	51603	6992		6598	685		951
Produzione raccolta	t/anno	29740	34053	10592	10968		9375	21254	227572	161944		117751	8161		9642
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*5,23*	*6,08*	*2,16*	*1,96*	*0,00*	*2,74*	*7,94*	*34,38*	*36,92*	*0,00*	*26,85*	*1,86*	*0,00*	*1,10*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,34*	*0,96*	*0,41*	*0,00*	*0,39*	*0,04*	*0,00*	*0,29*
Totale per coltura	"	*5,23*	*6,08*	*2,16*	*1,96*	*0,00*	*2,74*	*8,28*	*35,34*	*37,33*	*0,00*	*27,23*	*1,90*	*0,00*	*1,38*
PROVINCIA	kha	*46,15*						*73,98*							
	kt/anno ss	*18,17*						*111,47*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha	**148115**	**62936**	**27088**	**6260**	*244399*	*148115*	*62936*	*27088*	*6260*	*244399*
Superficie tagliata	ha/anno	**2401**	**2256**			*4657*	*2962*	*2517*	*1084*	*0*	*6563*
	%	*1,6*	*3,6*	*0,0*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno	**77460**	**67041**			*144501*	*533214*	*50349*	*21670*	*0*	*605233*
	m3/ha	*32,3*	*29,7*	*0,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*76,4*	*39,2*	*0,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno	**23895**	**103994**			*127889*	*59246*	*201395*	*86682*	*0*	*347323*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*10,0*	*46,1*	*0,0*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*23,6*	*60,8*	*100,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*101355*	*171035*	*0*	*0*	*272390*	*592460*	*251744*	*108352*	*0*	*952556*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*54732*	*92359*	*0*	*0*	*147091*	*319928*	*135942*	*58510*	*0*	*514380*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*35351*	*97401*	*86682*	*0*	*219434*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*19090*	*52597*	*46808*	*0*	*118494*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*20271*	*34207*	*0*	*0*	*54478*	*118492*	*50349*	*21670*	*0*	*190511*
	t/anno ss	*10946*	*18472*	*0*	*0*	*29418*	*63986*	*27188*	*11702*	*0*	*102876*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*118,49*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*29,42*	*102,88*
PROVINCIA	kha	*4,66*	*6,56*
	kt/anno ss	*29,42*	*221,37*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

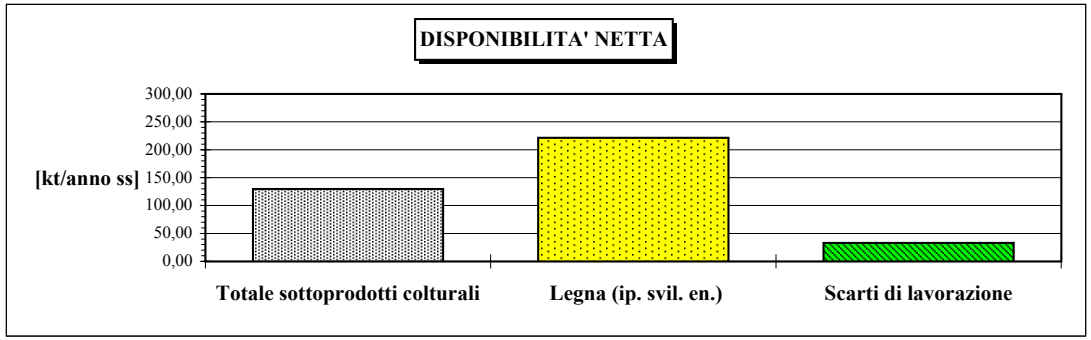
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno	**5198**	**34020**	**0**	**0**	**259**	**0**	**0**
Umidità scarto	%	**60**	**10**	**20**	**15**	**30**	**15**	**0**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*2079*	*30618*	*0*	*0*	*181*	*0*	*0*

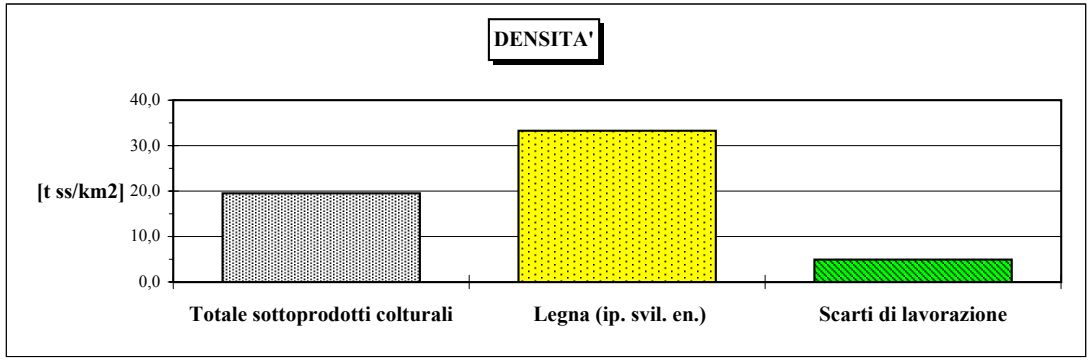
PROVINCIA	kt/anno ss	*32,88*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*46,15*	*0,07*	*18,17*	*0,4*	*2,7*
Sottoprodotti colture arboree	*73,98*	*0,11*	*111,47*	*1,5*	*16,8*
Totale sottoprodotti colturali	*120,13*	*0,18*	*129,64*	*1,9*	*19,5*
Legna (ip. svil. en.)	*6,56*	*0,01*	*221,37*	*33,7*	*33,3*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*32,88*	-	*4,9*
PROVINCIA	*126,70*	*0,19*	*383,89*		*57,7*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
300,00
250,00
200,00
150,00
100,00
50,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,22**	-
- rendimento termico	*0,624*	-
- fattore utilizzazione E. termica	**0,5**	-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**20**	L/kWh t
	0,023	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*27,1*	km
Super. territoriale dominata	*2303*	km2
Potenza elettrica	*20*	MW e
Potenza termica	*58*	MW t
	50	Gcal/h
Investimento specifico	*5,9*	ML/kW
Investimento totale	*120*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,8*	(+)	*4,6*	(+)	*3,3*	(-)	*0,7*	(-)
20	*0,023*	*6,6*	(++)	*5,3*	(+)	*4,1*	(+)	*1,5*	(-)
30	*0,035*	*7,0*	(++)	*5,7*	(+)	*4,5*	(+)	*1,9*	(-)
40	*0,047*	*7,4*	(++)	*6,1*	(++)	*4,8*	(+)	*2,3*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	*20*	*58*	*50*	*120*	*2,9*
MINIMALE	*6*	*17*	*15*	*36*	*9,7*
MASSIMALE	*92*	*260*	*224*	-	*0,6*
TERRITORIALE	*59*	*168*	*144*	-	-

Biomassa per conversioni energetiche Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Reggio di Calabria**					
Superficie territoriale	km2	**3183,19**				
Raggio territoriale	km	*31,8*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**95,5**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*1227,0*	**48,1**	**202,2**	**380,0**	**596,7**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	2090	2409		502		790	5687	57114	13197	1343	1946		844	
Produzione raccolta	t/anno	3635	4164		709		1429	17935	341880	350388	32667	46922		15511	
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*0,64*	*0,74*	*0,00*	*0,13*	*0,00*	*0,42*	*6,37*	*42,62*	*79,89*	*7,45*	*10,70*	*0,00*	*3,54*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,27*	*1,18*	*0,77*	*0,08*	*0,11*	*0,00*	*0,05*	*0,00*
Totale per coltura	"	*0,64*	*0,74*	*0,00*	*0,13*	*0,00*	*0,42*	*6,64*	*43,81*	*80,66*	*7,53*	*10,81*	*0,00*	*3,59*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*5,79*						*80,13*							
	kt/anno ss	*1,93*						*153,03*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha	**56223**	**36257**	**665**	**2409**	*95554*	*56223*	*36257*	*665*	*2409*	*95554*
Superficie tagliata	ha/anno	**1734**	**625**	**14**		*2373*	*1124*	*1450*	*27*	*0*	*2601*
	%	*3,1*	*1,7*	*2,1*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno	**31415**	**14480**	**1205**		*47100*	*202403*	*29006*	*532*	*0*	*231940*
	m3/ha	*18,1*	*23,2*	*86,1*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*84,9*	*44,2*	*37,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno	**5591**	**18311**	**2050**		*25952*	*22489*	*116022*	*2128*	*0*	*140640*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*3,2*	*29,3*	*146,4*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*15,1*	*55,8*	*63,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*37006*	*32791*	*3255*	*0*	*73052*	*224892*	*145028*	*2660*	*0*	*372580*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*19983*	*17707*	*1758*	*0*	*39448*	*121442*	*78315*	*1436*	*0*	*201193*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*16898*	*97711*	*78*	*0*	*114688*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*9125*	*52764*	*42*	*0*	*61931*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*7401*	*6558*	*651*	*0*	*14610*	*44978*	*29006*	*532*	*0*	*74516*
	t/anno ss	*3997*	*3541*	*352*	*0*	*7890*	*24288*	*15663*	*287*	*0*	*40239*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*61,93*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*7,89*	*40,24*
PROVINCIA	kha	*2,37*	*2,60*
	kt/anno ss	*7,89*	*102,17*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

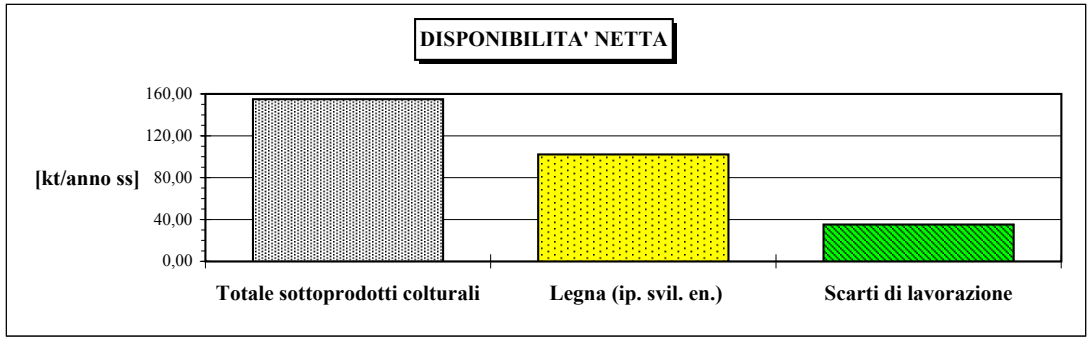
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno	**0**	**38955**	**0**	**0**	**167**	**14**	**0**
Umidità scarto	%	**60**	**10**	**20**	**15**	**30**	**15**	**0**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*0*	*35060*	*0*	*0*	*117*	*12*	*0*

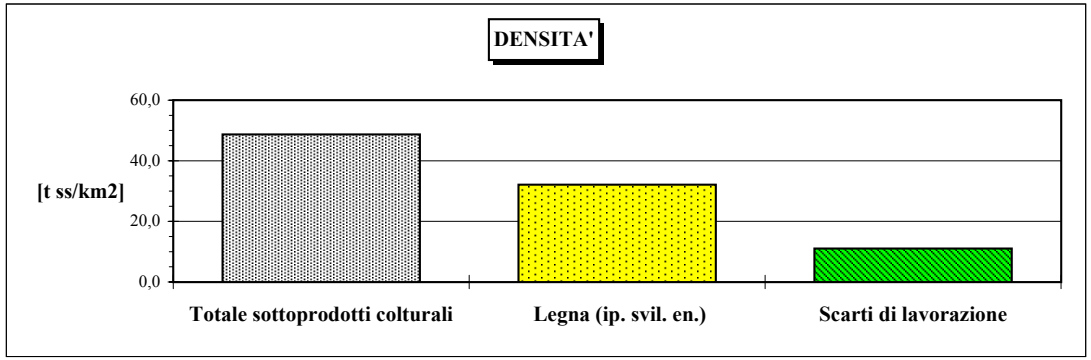
PROVINCIA	kt/anno ss	*35,19*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*5,79*	*0,02*	*1,93*	*0,3*	*0,6*
Sottoprodotti colture arboree	*80,13*	*0,25*	*153,03*	*1,9*	*48,1*
Totale sottoprodotti colturali	*85,92*	*0,27*	*154,96*	*2,2*	*48,7*
Legna (ip. svil. en.)	*2,60*	*0,01*	*102,17*	*39,3*	*32,1*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*35,19*	-	*11,1*
PROVINCIA	*88,52*	*0,28*	*292,32*		*91,8*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
160,00
120,00
80,00
40,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
60,0
40,0
20,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,22**	-
- rendimento termico	*0,624*	-
- fattore utilizzazione E. termica	**0,5**	-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**20**	L/kWh t
	0,023	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*23,2*	km
Super. territoriale dominata	*1690*	km2
Potenza elettrica	*24*	MW e
Potenza termica	*68*	MW t
	58	Gcal/h
Investimento specifico	*5,9*	ML/kW
Investimento totale	*141*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,9*	(+)	*4,6*	(+)	*3,3*	(-)	*0,8*	(-)
20	*0,023*	*6,7*	(++)	*5,4*	(+)	*4,1*	(+)	*1,5*	(-)
30	*0,035*	*7,1*	(++)	*5,8*	(+)	*4,5*	(+)	*1,9*	(-)
40	*0,047*	*7,5*	(++)	*6,2*	(++)	*4,9*	(+)	*2,3*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	*24*	*68*	*58*	*141*	*1,9*
MINIMALE	*7*	*18*	*16*	*38*	*6,9*
MASSIMALE	*122*	*346*	*297*	-	*0,4*
TERRITORIALE	*45*	*128*	*110*	-	-

Biomassa per conversioni energetiche Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Crotone**					
Superficie territoriale	km2	**1716,58**				
Raggio territoriale	km	*23,4*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**35,2**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*374,0*	**7,8**	**108,1**	**97,4**	**160,7**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS. GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha		11700	2500	11500				16526	1707					
Produzione raccolta	t/anno		21500	7500	34500				89240	27285					
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*0,00*	*3,84*	*1,53*	*6,16*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*11,84*	*6,22*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,33*	*0,10*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Totale per coltura	"	*0,00*	*3,84*	*1,53*	*6,16*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*12,17*	*6,32*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*25,70*						*18,23*							
	kt/anno ss	*11,53*						*18,49*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha	**27160**	**6554**	**833**	**624**	*35171*	*27160*	*6554*	*833*	*624*	*35171*
Superficie tagliata	ha/anno	**573**	**169**			*742*	*543*	*262*	*33*	*6*	*845*
	%	*2,1*	*2,6*	*0,0*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**1,0**	
Legna da lavoro	m3/anno	**21144**	**2990**	**0**	**0**	*24134*	*97776*	*5243*	*666*	*0*	*103686*
	m3/ha	*36,9*	*17,7*	*0,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*86,6*	*29,4*	*0,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno	**3261**	**7188**	**0**	**0**	*10449*	*10864*	*20973*	*2666*	*0*	*34502*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*5,7*	*42,5*	*0,0*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*13,4*	*70,6*	*100,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*24405*	*10178*	*0*	*0*	*34583*	*108640*	*26216*	*3332*	*0*	*138188*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*13179*	*5496*	*0*	*0*	*18675*	*58666*	*14157*	*1799*	*0*	*74622*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*7603*	*13785*	*2666*	*0*	*24053*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*4106*	*7444*	*1439*	*0*	*12989*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*4881*	*2036*	*0*	*0*	*6917*	*21728*	*5243*	*666*	*0*	*27638*
	t/anno ss	*2636*	*1099*	*0*	*0*	*3735*	*11733*	*2831*	*360*	*0*	*14924*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*12,99*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*3,73*	*14,92*
PROVINCIA	kha	*0,74*	*0,84*
	kt/anno ss	*3,73*	*27,91*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Umidità scarto	%							
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss							

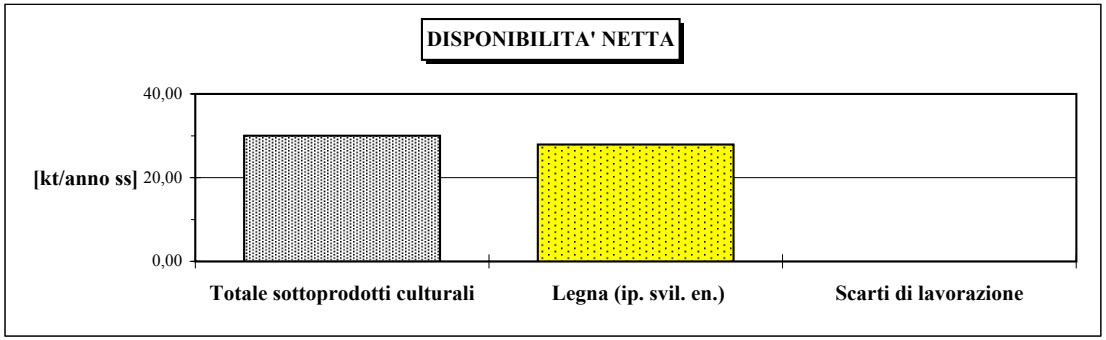
(1) Provincia non esistente nel 1987

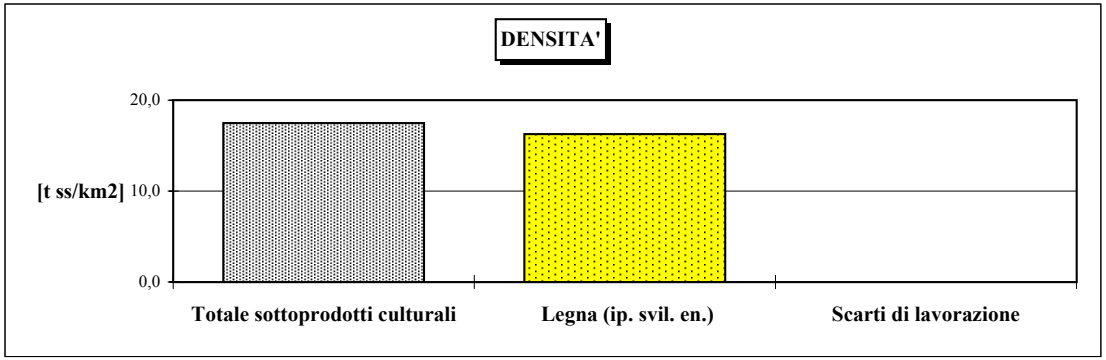
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*25,70*	*0,15*	*11,53*	*0,4*	*6,7*
Sottoprodotti colture arboree	*18,23*	*0,11*	*18,49*	*1,0*	*10,8*
Totale sottoprodotti culturali	*43,93*	*0,26*	*30,02*	*1,5*	*17,5*
Legna (ip. svil. en.)	*0,84*	*0,00*	*27,91*	*33,0*	*16,3*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*44,78*	*0,26*	*57,93*		*33,7*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
40,00
[kt/anno ss] 20,00
0,00
Totale sottoprodotti culturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
20,0
[t ss/km2] 10,0
0,0
Totale sottoprodotti culturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,22**	-
- rendimento termico	*0,624*	-
- fattore utilizzazione E. termica	**0,5**	-
- coeff.manutenzione e riparaziuone	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**20**	L/kWh t
	0,023	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*32,4*	km
Super. territoriale dominata	*3294*	km2
Potenza elettrica	*17*	MW e
Potenza termica	*49*	MW t
	42	Gcal/h
Investimento specifico	*5,8*	ML/kW
Investimento totale	*99*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,8*	(+)	*4,5*	(+)	*3,2*	(-)	*0,6*	(-)
20	*0,023*	*6,6*	(++)	*5,3*	(+)	*4,0*	(-)	*1,4*	(-)
30	*0,035*	*7,0*	(++)	*5,7*	(+)	*4,4*	(+)	*1,8*	(-)
40	*0,047*	*7,3*	(++)	*6,1*	(++)	*4,8*	(+)	*2,2*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	*17*	*49*	*42*	-	*0,5*
MINIMALE	*6*	*16*	*14*	*32*	*1,6*
MASSIMALE	*67*	*189*	*163*	-	*0,1*
TERRITORIALE	*9*	*25*	*22*	-	-

Biomassa per conversioni energetiche Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Vibo Valentia**					
Superficie territoriale	km2	**1139,47**				
Raggio territoriale	km	*19,0*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**25,9**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*387,7*	**9,9**	**120,1**	**107,5**	**150,2**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS. GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	7040	2202	1225	2980		3997	1300	14000	1700		752			
Produzione raccolta	t/anno	15488	4624	1405	3576		14260	5800	27448	43362		14600			
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*2,73*	*0,83*	*0,29*	*0,64*	*0,00*	*4,17*	*1,55*	*7,59*	*9,89*	*0,00*	*3,33*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,06*	*0,21*	*0,10*	*0,00*	*0,04*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Totale per coltura	"	*2,73*	*0,83*	*0,29*	*0,64*	*0,00*	*4,17*	*1,61*	*7,80*	*9,99*	*0,00*	*3,37*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*17,44*						*17,75*							
	kt/anno ss	*8,65*						*22,77*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha	**14968**	**10435**	**511**	**14**	*25928*	*14968*	*10435*	*511*	*14*	*25928*
Superficie tagliata	ha/anno	**83**	**19**	**0**	**0**	*102*	*299*	*417*	*20*	*0*	*737*
	%	*0,6*	*0,2*	*0,0*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno	**744**	**3674**		**0**	*4418*	*53885*	*8348*	*409*	*0*	*62642*
	m3/ha	*9,0*	*193,4*	*0,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*57,6*	*62,8*	*0,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno	**548**	**2180**		**0**	*2728*	*5987*	*33392*	*1635*	*0*	*41014*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*6,6*	*114,7*	*0,0*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*42,4*	*37,2*	*100,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*1292*	*5854*	*0*	*0*	*7146*	*59872*	*41740*	*2044*	*0*	*103656*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*698*	*3161*	*0*	*0*	*3859*	*32331*	*22540*	*1104*	*0*	*55974*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*5439*	*31212*	*1635*	*0*	*38286*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*2937*	*16854*	*883*	*0*	*20675*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*258*	*1171*	*0*	*0*	*1429*	*11974*	*8348*	*409*	*0*	*20731*
	t/anno ss	*140*	*632*	*0*	*0*	*772*	*6466*	*4508*	*221*	*0*	*11195*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*20,67*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*0,77*	*11,19*
PROVINCIA	kha	*0,10*	*0,74*
	kt/anno ss	*0,77*	*31,87*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Umidità scarto	%							
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss							

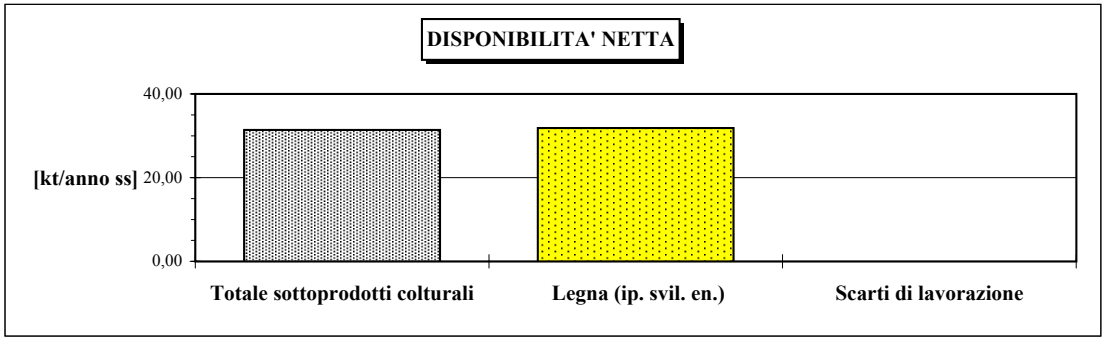
(1) Provincia non esistente nel 1987

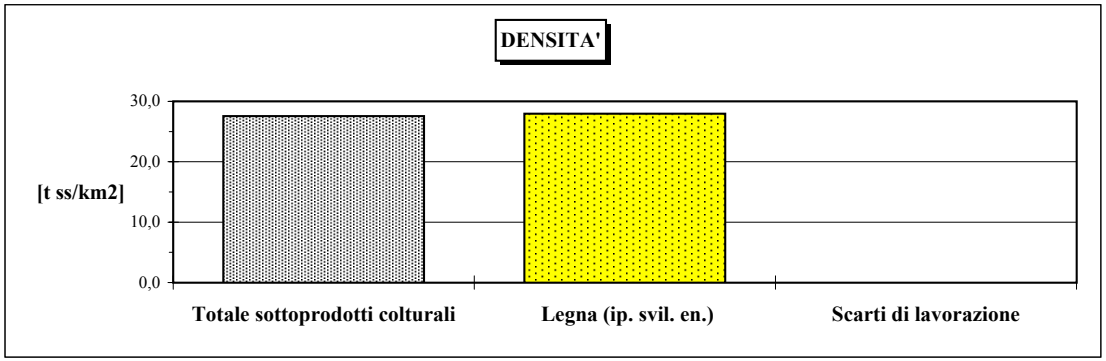
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*17,44*	*0,15*	*8,65*	*0,5*	*7,6*
Sottoprodotti colture arboree	*17,75*	*0,16*	*22,77*	*1,3*	*20,0*
Totale sottoprodotti colturali	*35,20*	*0,31*	*31,41*	*1,8*	*27,6*
Legna (ip. svil. en.)	*0,74*	*0,01*	*31,87*	*43,2*	*28,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*35,93*	*0,32*	*63,28*		*55,5*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
40,00
20,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
30,0
20,0
10,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,22**	-
- rendimento termico	*0,624*	-
- fattore utilizzazione E. termica	**0,5**	-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**20**	L/kWh t
	0,023	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*27,4*	km
Super. territoriale dominata	*2363*	km2
Potenza elettrica	*20*	MW e
Potenza termica	*57*	MW t
	49	Gcal/h
Investimento specifico	*5,9*	ML/kW
Investimento totale	*118*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,8*	(+)	*4,6*	(+)	*3,3*	(-)	*0,7*	(-)
20	*0,023*	*6,6*	(++)	*5,3*	(+)	*4,1*	(+)	*1,5*	(-)
30	*0,035*	*7,0*	(++)	*5,7*	(+)	*4,4*	(+)	*1,9*	(-)
40	*0,047*	*7,4*	(++)	*6,1*	(++)	*4,8*	(+)	*2,3*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	*20*	*57*	*49*	-	*0,5*
MINIMALE	*6*	*17*	*15*	*35*	*1,6*
MASSIMALE	*90*	*254*	*218*	-	*0,1*
TERRITORIALE	*10*	*28*	*24*	-	-

CALABRIA

Unità territoriale:	**REGIONE**					
Superficie territoriale	km2	**15080,32**				
Superficie Forestale (1998)	kha	**480,0**				
S.A.U. (1998)	kha	**633,3**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*4582,1*	**129,2**	**1039,1**	**1496,7**	**1917,1**

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*9,39*	*16,69*	*5,82*	*9,50*	*0*	*9,49*	*28.88*	*128,75*	*143,39*	*7,45*	*43,16*	*1,86*	*3,54*	*2,58*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1,16*	*3,58*	*1,56*	*0,08*	*0,57*	*0,04*	*0,05*	*0,52*
Totale per coltura	"	*9,39*	*16,69*	*5,82*	*9,50*	*0*	*9,49*	*30,04*	*132,33*	*144,95*	*7,53*	*43,73*	*1,90*	*3,59*	*3,10*
REGIONE	kt/anno ss	*50,89*						*367,17*							

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE				IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO			
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia
Dispon. Legna da energia agg.	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*44260*	*157720*	*52816*	*0*
Dispon. Sottoprodotti forestali	"	*22181*	*27627*	*645*	*0*	*130708*	*58063*	*13818*	*0*
Totale per forma di governo	"	*22181*	*27627*	*645*	*0*	*174968*	*215783*	*66634*	*0*
REGIONE	kt/anno ss	*50,45*				*457,39*			

CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*2599*	*105210*	*0*	*0*	*531*	*128*	*0*
REGIONE	kt/anno ss	*108,47*						

Densità media	t/km2 ss	*65*

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,22**	-
- rendimento termico	*0,624*	-
- fattore utilizzazione E. termica	**0,5**	-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**20**	L/kWh t
	0,023	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*26,0*	km
Super. territoriale dominata	*2123*	km2
Potenza elettrica	*21*	MW e
Potenza termica	*60*	MW t
	52	Gcal/h
Investimento specifico	*5,9*	ML/kW
Investimento totale	*125*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,9*	(+)	*4,6*	(+)	*3,3*	(-)	*0,7*	(-)
20	*0,023*	*6,6*	(++)	*5,4*	(+)	*4,1*	(+)	*1,5*	(-)
30	*0,035*	*7,0*	(++)	*5,8*	(+)	*4,5*	(+)	*1,9*	(-)
40	*0,047*	*7,4*	(++)	*6,1*	(++)	*4,9*	(+)	*2,3*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	*21*	*60*	*52*	*125*	*7,1*
MINIMALE	*6*	*18*	*15*	*36*	*24,4*
MASSIMALE	*99*	*280*	*241*	*580*	*1,5*
TERRITORIALE	*152*	*430*	*370*	-	-

Valutazione del potenziale energetico delle biomasse vegetali della Regione Calabria

Allegato 14.2
Potenziale reale (paglie)

Biomassa per conversioni energetiche - Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Catanzaro**					
Superficie territoriale	km2	**2391,35**				
Raggio territoriale	km	*27,6*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**79,0**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*786,8*	**19,5**	**166,8**	**253,9**	**346,6**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	2500	15500	2900	1700		1440								
Produzione raccolta	t/anno	4500	29155	9000	3434		7380								
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*0,79*	*5,20*	*1,84*	*0,61*	*0,00*	*2,16*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Totale per coltura	"	*0,79*	*5,20*	*1,84*	*0,61*	*0,00*	*2,16*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*24,04*						*0,00*							
	kt/anno ss	*10,60*						*0,00*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha					0	0	0	0	0	0
Superficie tagliata	ha/anno					0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					0	0	0	0	0	0
	m3/ha	0,0	0,0	0,0	0,0		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	0,0	0,0	0,0	0,0		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					0	0	0	0	0	0
(da ardere e carbonella)	m3/ha	0,0	0,0	0,0	0,0		20,0	80,0	80,0	0,0	
	%	100,0	100,0	100,0	100,0		10,0	80,0	80,0	100,0	
Totale legna (tq)	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	0,00	0,00
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	0,00	0,00
PROVINCIA	kha	0,00	0,00
	kt/anno ss	0,00	0,00

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

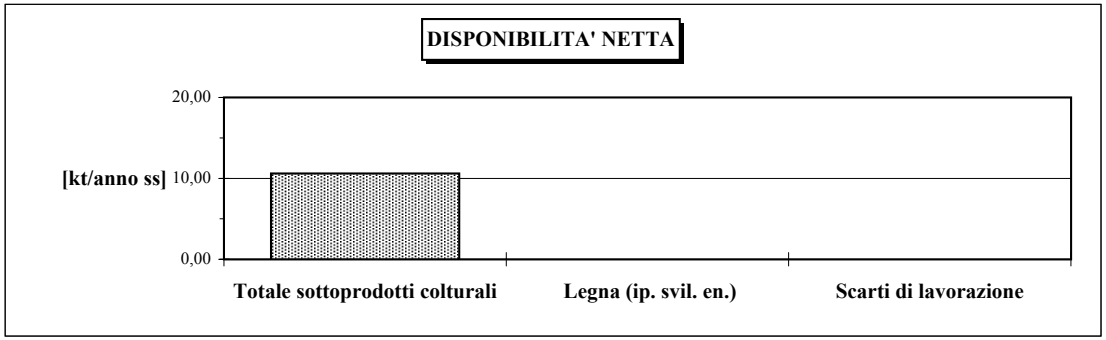
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno							
Umidità scarto	%	**60**	**10**	**20**	**15**	**30**	**15**	**0**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

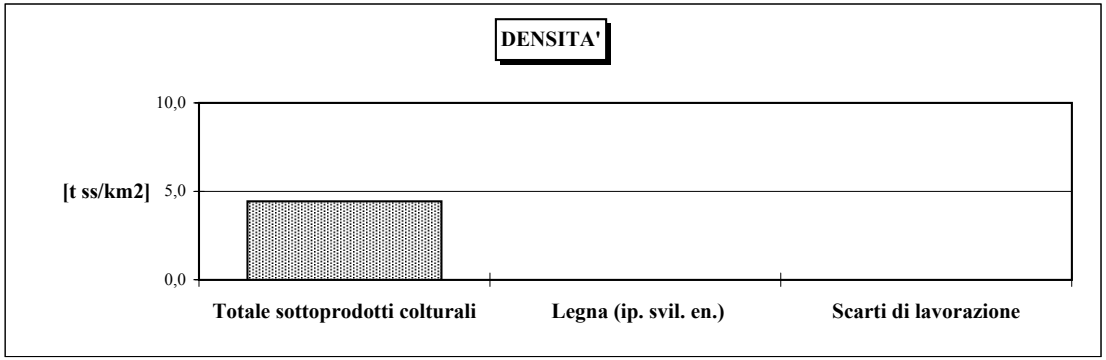
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*24,04*	*0,10*	*10,60*	*0,4*	*4,4*
Sottoprodotti colture arboree	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Totale sottoprodotti colturali	*24,04*	*0,10*	*10,60*	*0,4*	*4,4*
Legna (ip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*24,04*	*0,10*	*10,60*		*4,4*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
20,00
10,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
10,0
5,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*63,7*	km
Super. territoriale dominata	*12746*	km2
Potenza elettrica	*10*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,9*	ML/kW
Investimento totale	*49*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

NO

--> Superficie territoriale insufficiente

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)
20	*0,023*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)
30	*0,035*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)
40	*0,047*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	-	-	-	-	-
MINIMALE	-	-	-	-	-
MASSIMALE	-	-	-	-	-
TERRITORIALE	-	-	-	-	-

Biomassa per conversioni energetiche - Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Cosenza**					
Superficie territoriale	km2	**6649,73**				
Raggio territoriale	km	*46,0*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**244,4**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*1605,6*	**43,6**	**441,8**	**457,5**	**662,7**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	16266	17050	5488	6130		1219								
Produzione raccolta	t/anno	29740	34053	10592	10968		9375								
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*5,23*	*6,08*	*2,16*	*1,96*	*0,00*	*2,74*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Totale per coltura	"	*5,23*	*6,08*	*2,16*	*1,96*	*0,00*	*2,74*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*46,15*						*0,00*							
	kt/anno ss	*18,17*						*0,00*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Superficie tagliata	ha/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*0,00*	*0,00*
	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

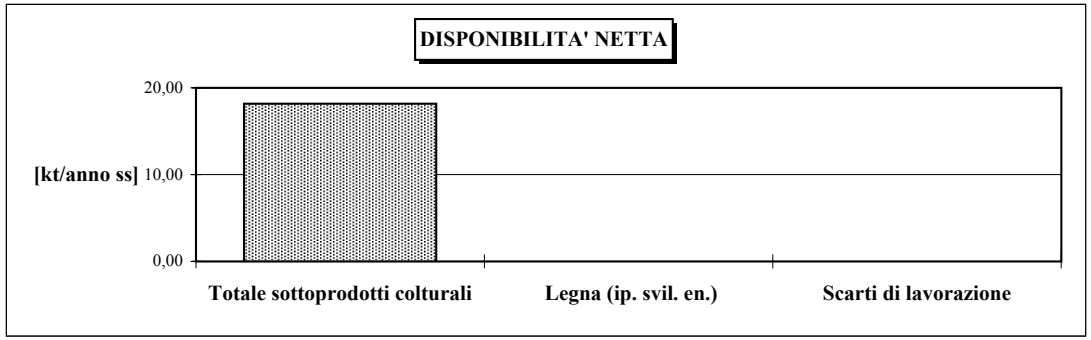
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno							
Umidità scarto	%	**60**	**10**	**20**	**15**	**30**	**15**	**0**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

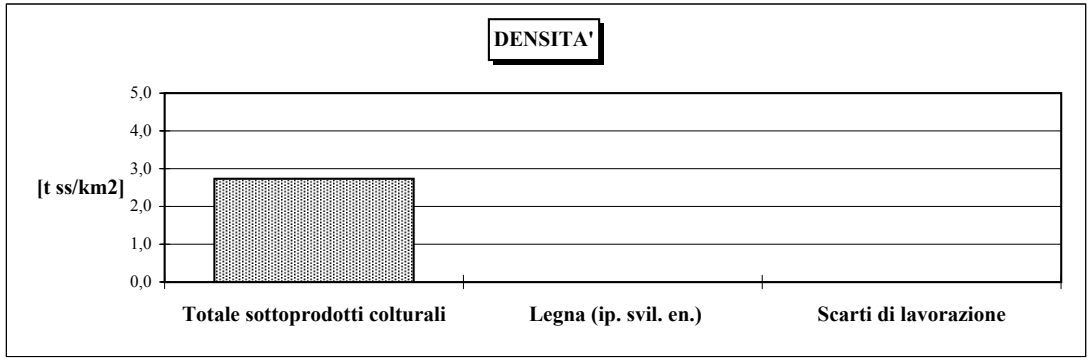
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*46,15*	*0,07*	*18,17*	*0,4*	*2,7*
Sottoprodotti colture arboree	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Totale sottoprodotti colturali	*46,15*	*0,07*	*18,17*	*0,4*	*2,7*
Legna (ip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*46,15*	*0,07*	*18,17*		*2,7*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
20,00
10,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*74,8*	km
Super. territoriale dominata	*17600*	km2
Potenza elettrica	*8*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,8*	ML/kW
Investimento totale	*41*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

NO

--> Superficie territoriale insufficiente

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,5*	(+)	*4,4*	(+)	*3,2*	(-)	*1,0*	(-)
20	*0,023*	*5,5*	(+)	*4,4*	(+)	*3,2*	(-)	*1,0*	(-)
30	*0,035*	*5,5*	(+)	*4,4*	(+)	*3,2*	(-)	*1,0*	(-)
40	*0,047*	*5,5*	(+)	*4,4*	(+)	*3,2*	(-)	*1,0*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	-	-	-	-	-
MINIMALE	-	-	-	-	-
MASSIMALE	-	-	-	-	-
TERRITORIALE	-	-	-	-	-

Biomassa per conversioni energetiche - Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Reggio di Calabria**					
Superficie territoriale	km2	**3183,19**				
Raggio territoriale	km	*31,8*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**95,5**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*1227,0*	**48,1**	**202,2**	**380,0**	**596,7**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	2090	2409		502		790								
Produzione raccolta	t/anno	3635	4164		709		1429								
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*0,64*	*0,74*	*0,00*	*0,13*	*0,00*	*0,42*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Totale per coltura	"	*0,64*	*0,74*	*0,00*	*0,13*	*0,00*	*0,42*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*5,79*						*0,00*							
	kt/anno ss	*1,93*						*0,00*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Superficie tagliata	ha/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*0,00*	*0,00*
	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

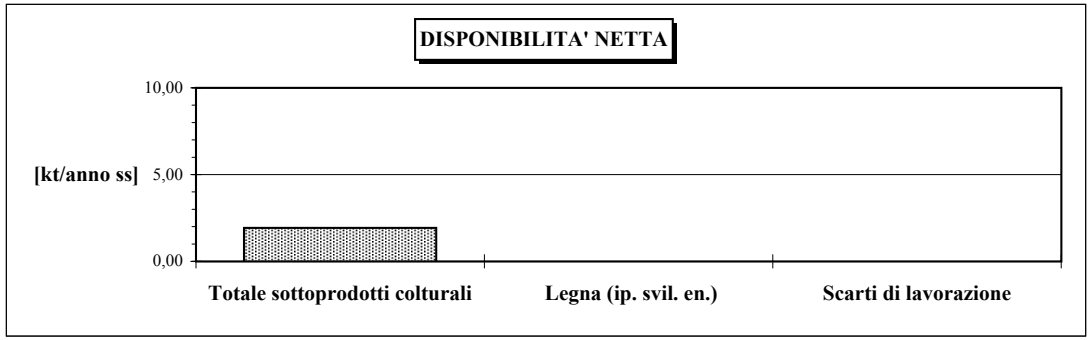
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno							
Umidità scarto	%	**60**	**10**	**20**	**15**	**30**	**15**	**0**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

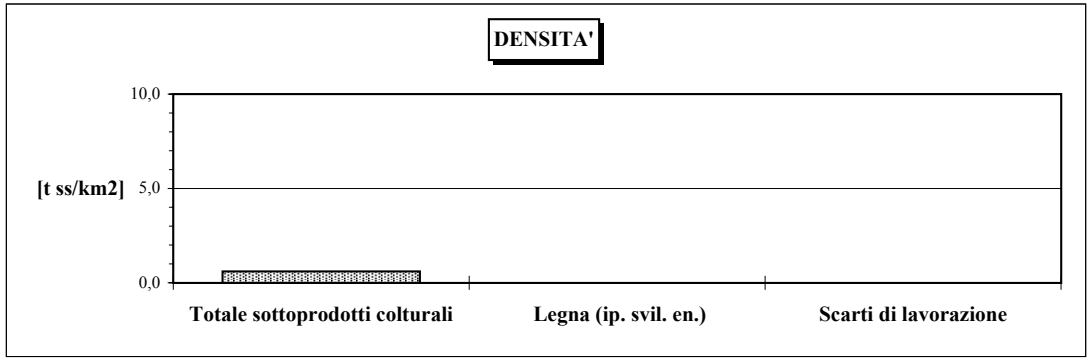
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*5,79*	*0,02*	*1,93*	*0,3*	*0,6*
Sottoprodotti colture arboree	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Totale sottoprodotti colturali	*5,79*	*0,02*	*1,93*	*0,3*	*0,6*
Legna (ip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*5,79*	*0,02*	*1,93*		*0,6*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
10,00
[kt/anno ss]
5,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
10,0
[t ss/km2]
5,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*123,7*	km
Super. territoriale dominata	*48067*	km2
Potenza elettrica	*5*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,3*	ML/kW
Investimento totale	*22*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

NO

--> Superficie territoriale insufficiente

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*4,9*	(+)	*3,8*	(-)	*2,7*	(-)	*0,4*	(-)
20	*0,023*	*4,9*	(+)	*3,8*	(-)	*2,7*	(-)	*0,4*	(-)
30	*0,035*	*4,9*	(+)	*3,8*	(-)	*2,7*	(-)	*0,4*	(-)
40	*0,047*	*4,9*	(+)	*3,8*	(-)	*2,7*	(-)	*0,4*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	-	-	-	-	-
MINIMALE	-	-	-	-	-
MASSIMALE	-	-	-	-	-
TERRITORIALE	-	-	-	-	-

Biomassa per conversioni energetiche - Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Crotone**					
Superficie territoriale	km2	**1716,58**				
Raggio territoriale	km	*23,4*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**35,2**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*374,0*	**7,8**	**108,1**	**97,4**	**160,7**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS. GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha		11700	2500	11500										
Produzione raccolta	t/anno		21500	7500	34500										
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90
Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*0,00*	*3,84*	*1,53*	*6,16*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Totale per coltura	"	*0,00*	*3,84*	*1,53*	*6,16*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*25,70*						*0,00*							
	kt/anno ss	*11,53*						*0,00*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha					0	0	0	0	0	0
Superficie tagliata	ha/anno					0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**1,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					0	0	0	0	0	0
	m3/ha	0,0	0,0	0,0	0,0		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	0,0	0,0	0,0	0,0		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					0	0	0	0	0	0
(da ardere e carbonella)	m3/ha	0,0	0,0	0,0	0,0		20,0	80,0	80,0	0,0	
	%	100,0	100,0	100,0	100,0		10,0	80,0	80,0	100,0	
Totale legna (tq)	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	0,00	0,00
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	0,00	0,00
PROVINCIA	kha	0,00	0,00
	kt/anno ss	0,00	0,00

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Umidità scarto	%							
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss							

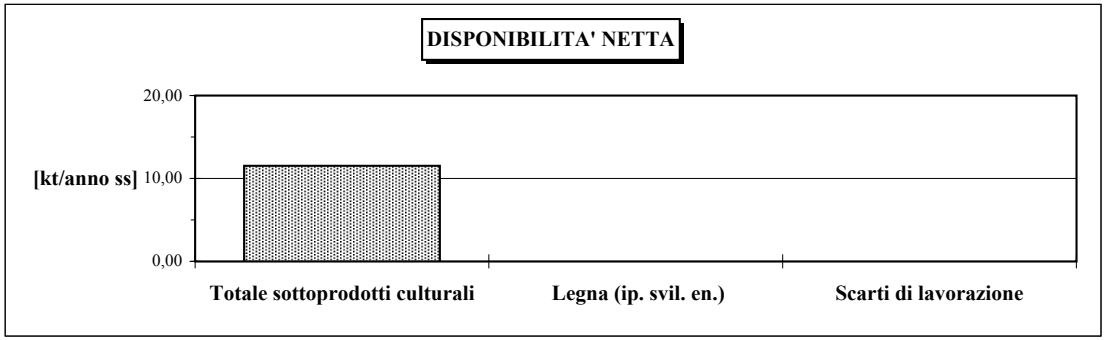
(1) Provincia non esistente nel 1987

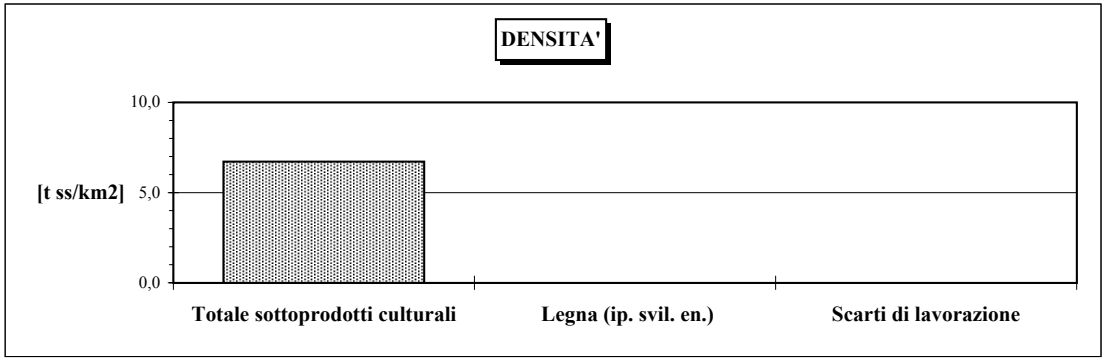
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*25,70*	*0,15*	*11,53*	*0,4*	*6,7*
Sottoprodotti colture arboree	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Totale sottoprodotti culturali	*25,70*	*0,15*	*11,53*	*0,4*	*6,7*
Legna (ip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*25,70*	*0,15*	*11,53*		*6,7*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
20,00
10,00
0,00
Totale sottoprodotti culturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
10,0
5,0
0,0
Totale sottoprodotti culturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparaziuone	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*55,5*	km
Super. territoriale dominata	*9666*	km2
Potenza elettrica	*11*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*5,0*	ML/kW
Investimento totale	*57*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

NO

--> Superficie territoriale insufficiente

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
20	*0,023*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
30	*0,035*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
40	*0,047*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	-	-	-	-	-
MINIMALE	-	-	-	-	-
MASSIMALE	-	-	-	-	-
TERRITORIALE	-	-	-	-	-

Biomassa per conversioni energetiche - Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Vibo Valentia**					
Superficie territoriale	km2	**1139,47**				
Raggio territoriale	km	*19,0*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**25,9**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*387,7*	**9,9**	**120,1**	**107,5**	**150,2**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS. GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	7040	2202	1225	2980		3997								
Produzione raccolta	t/anno	15488	4624	1405	3576		14260								
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*2,73*	*0,83*	*0,29*	*0,64*	*0,00*	*4,17*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Totale per coltura	"	*2,73*	*0,83*	*0,29*	*0,64*	*0,00*	*4,17*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*17,44*						*0,00*							
	kt/anno ss	*8,65*						*0,00*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha					0	0	0	0	0	0
Superficie tagliata	ha/anno					0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					0	0	0	0	0	0
	m3/ha	0,0	0,0	0,0	0,0		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	0,0	0,0	0,0	0,0		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					0	0	0	0	0	0
(da ardere e carbonella)	m3/ha	0,0	0,0	0,0	0,0		20,0	80,0	80,0	0,0	
	%	100,0	100,0	100,0	100,0		10,0	80,0	80,0	100,0	
Totale legna (tq)	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	0,00	0,00
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	0,00	0,00
PROVINCIA	kha	0,00	0,00
	kt/anno ss	0,00	0,00

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Umidità scarto	%							
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss							

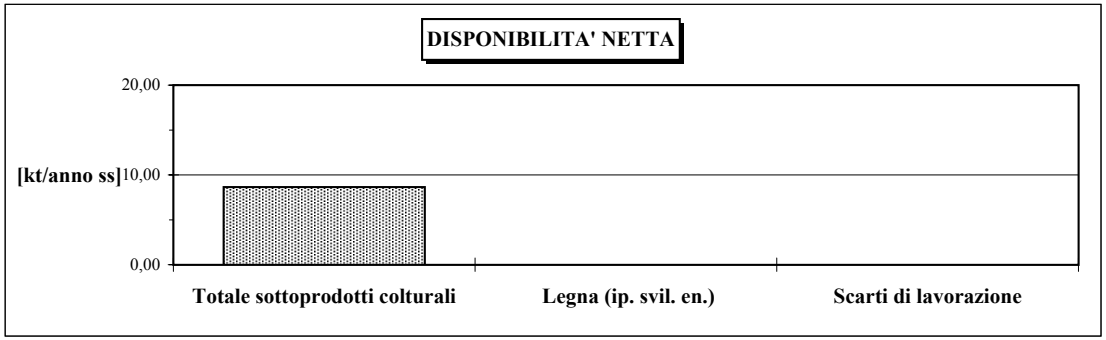
(1) Provincia non esistente nel 1987

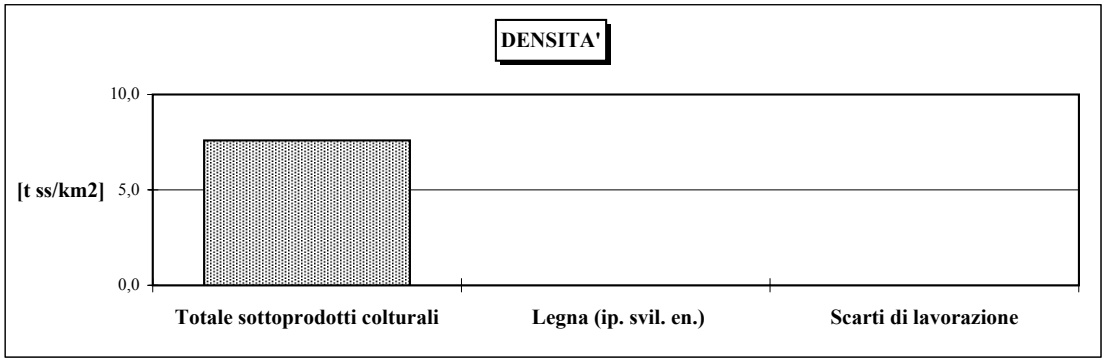
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*17,44*	*0,15*	*8,65*	*0,5*	*7,6*
Sottoprodotti colture arboree	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Totale sottoprodotti colturali	*17,44*	*0,15*	*8,65*	*0,5*	*7,6*
Legna (ip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*17,44*	*0,15*	*8,65*		*7,6*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
20,00
[kt/anno ss]
10,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
10,0
[t ss/km2]
5,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*53,3*	km
Super. territoriale dominata	*8909*	km2
Potenza elettrica	*12*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*5,1*	ML/kW
Investimento totale	*60*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

NO

--> Superficie territoriale insufficiente

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
20	*0,023*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
30	*0,035*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
40	*0,047*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	-	-	-	-	-
MINIMALE	-	-	-	-	-
MASSIMALE	-	-	-	-	-
TERRITORIALE	-	-	-	-	-

CALABRIA

Unità territoriale:	**REGIONE**					
Superficie territoriale	km2	**15080,32**				
Superficie Forestale (1998)	kha	**480,0**				
S.A.U. (1998)	kha	**633,3**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*4582,1*	**129,2**	**1039,1**	**1496,7**	**1917,1**

CARATTERISTICHE		**FRUM. TENERO**	**FRUM. DURO**	**ORZO**	**AVENA**	**RISO**	**MAIS GRAN.**	**Vite (vino)**	**Olivo**	**Arancio**	**Mandar.**	**Clementine**	**Nettarine**	**Limone**	**Pesco**
Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*9,39*	*16,69*	*5,82*	*9,50*	*0*	*9,49*								
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*								
Totale per coltura	"	*9,39*	*16,69*	*5,82*	*9,50*	*0*	*9,49*								
REGIONE	kt/anno ss	*50,89*						*0,00*							

CARATTERISTICHE		**SITUAZIONE ATTUALE**				**IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO**			
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia
Dispon. Legna da energia agg.	t/anno ss								
Dispon. Sottoprodotti forestali	"								
Totale per forma di governo	"								
REGIONE	kt/anno ss	*0,00*				*0,00*			

CARATTERISTICHE		**VINACCE**	**SANSE ESAUSTE**	**GUSCI e NOCC.**	**LOLLA di RISO**	**IMBALL. AGR-IND**	**CARTONE**	**ALTRO**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss							
REGIONE	kt/anno ss	*0*						

Densità media	t/km2 ss	*3,4*

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**80**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**0,5**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*69,8*	km
Super. territoriale dominata	*15291*	km2
Potenza elettrica	*9,0*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,9*	ML/kW
Investimento totale	*44*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,6*	(+)	*4,4*	(+)	*3,3*	(-)	*1,0*	(-)
20	*0,023*	*5,6*	(+)	*4,4*	(+)	*3,3*	(-)	*1,0*	(-)
30	*0,035*	*5,6*	(+)	*4,4*	(+)	*3,3*	(-)	*1,0*	(-)
40	*0,047*	*5,6*	(+)	*4,4*	(+)	*3,3*	(-)	*1,0*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	*9,0*	*0*	*0*	-	*0,99*
MINIMALE	*4,1*	*0*	*0*	*20*	*2,15*
MASSIMALE	*22*	*0*	*0*	-	*0,40*
TERRITORIALE	*8,9*	*0*	*0*	-	-

Valutazione del potenziale energetico delle biomasse vegetali della Regione Calabria

Allegato 14.3
Potenziale reale (paglie più potature)

Biomassa per conversioni energetiche

Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Catanzaro**					
Superficie territoriale	km2	**2391,35**				
Raggio territoriale	km	*27,6*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**79,0**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*786,8*	**19,5**	**166,8**	**253,9**	**346,6**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	2500	15500	2900	1700		1440	10200	53500	3100		568			780
Produzione raccolta	t/anno	4500	29155	9000	3434		7380	62070	170397	45906		10019			13000
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*0,79*	*5,20*	*1,84*	*0,61*	*0,00*	*2,16*	*13,02*	*32,32*	*10,47*	*0,00*	*2,28*	*0,00*	*0,00*	*1,48*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,49*	*0,90*	*0,18*	*0,00*	*0,03*	*0,00*	*0,00*	*0,23*
Totale per coltura	"	*0,79*	*5,20*	*1,84*	*0,61*	*0,00*	*2,16*	*13,51*	*33,22*	*10,65*	*0,00*	*2,32*	*0,00*	*0,00*	*1,72*
PROVINCIA	kha	*24,04*						*68,15*							
	kt/anno ss	*10,60*						*61,41*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha						0	0	0	0	0
Superficie tagliata	ha/anno					0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					0	0	0	0	0	0
	m3/ha	0,0	0,0	0,0	0,0		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	0,0	0,0	0,0	0,0		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					0	0	0	0	0	0
(da ardere e carbonella)	m3/ha	0,0	0,0	0,0	0,0		20,0	80,0	80,0	0,0	
	%	100,0	100,0	100,0	100,0		10,0	80,0	80,0	100,0	
Totale legna (tq)	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	t/anno ss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	0,00	0,00
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	0,00	0,00
PROVINCIA	kha	0,00	0,00
	kt/anno ss	0,00	0,00

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

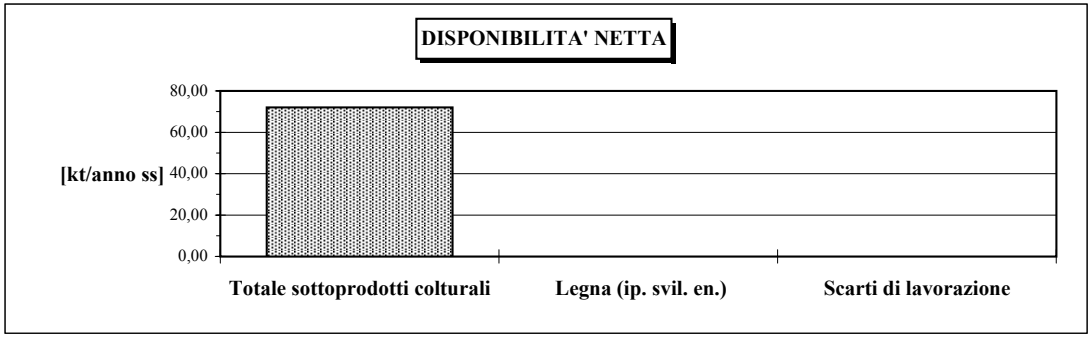
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno							
Umidità scarto	%	**60**	**10**	**20**	**15**	**30**	**15**	**0**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

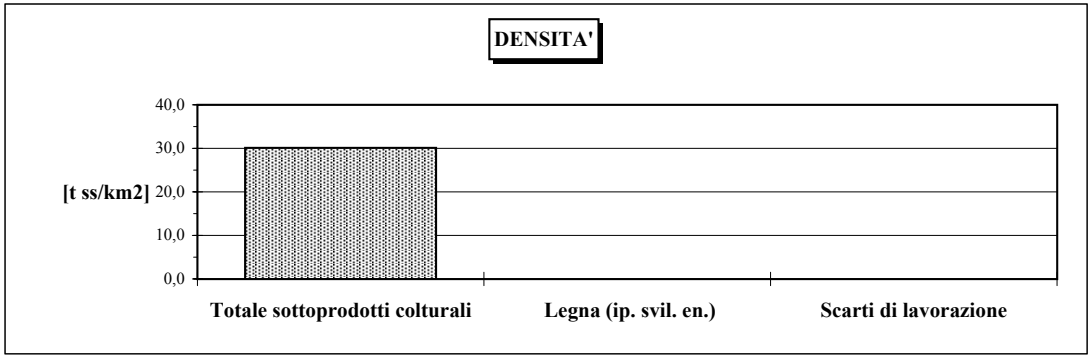
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*24,04*	*0,10*	*10,60*	*0,4*	*4,4*
Sottoprodotti colture arboree	*68,15*	*0,28*	*61,41*	*0,9*	*25,7*
Totale sottoprodotti colturali	*92,19*	*0,39*	*72,01*	*1,3*	*30,1*
Legna (tip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*92,19*	*0,39*	*72,01*		*30,1*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**120**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**1**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*26,7*	km
Super. territoriale dominata	*2239*	km2
Potenza elettrica	*12*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,2*	ML/kW
Investimento totale	*49*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
20	*0,023*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
30	*0,035*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
40	*0,047*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	*12*	*0*	*0*	*49*	*1,1*
MINIMALE	*5*	*0*	*0*	*22*	*2,4*
MASSIMALE	*30*	*0*	*0*	-	*0,4*
TERRITORIALE	*13*	*0*	*0*	-	-

Biomassa per conversioni energetiche - Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Cosenza**					
Superficie territoriale	km2	**6649,73**				
Raggio territoriale	km	*46,0*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**244,4**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*1605,6*	**43,6**	**441,8**	**457,5**	**662,7**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	16266	17050	5488	6130		1219	7152	51603	6992		6598	685		951
Produzione raccolta	t/anno	29740	34053	10592	10968		9375	21254	227572	161944		117751	8161		9642
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*5,23*	*6,08*	*2,16*	*1,96*	*0,00*	*2,74*	*7,94*	*34,38*	*36,92*	*0,00*	*26,85*	*1,86*	*0,00*	*1,10*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,34*	*0,96*	*0,41*	*0,00*	*0,39*	*0,04*	*0,00*	*0,29*
Totale per coltura	"	*5,23*	*6,08*	*2,16*	*1,96*	*0,00*	*2,74*	*8,28*	*35,34*	*37,33*	*0,00*	*27,23*	*1,90*	*0,00*	*1,38*
PROVINCIA	kha	*46,15*						*73,98*							
	kt/anno ss	*18,17*						*111,47*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Superficie tagliata	ha/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*0,00*	*0,00*
	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

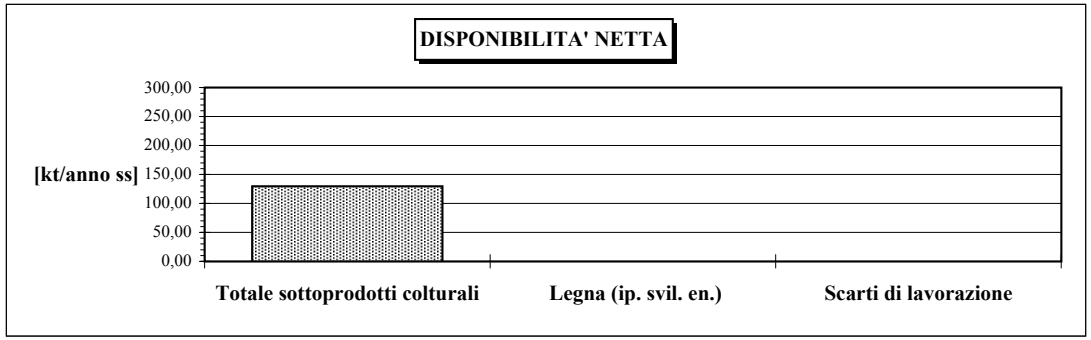
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno							
Umidità scarto	%	**60**	**10**	**20**	**15**	**30**	**15**	**0**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

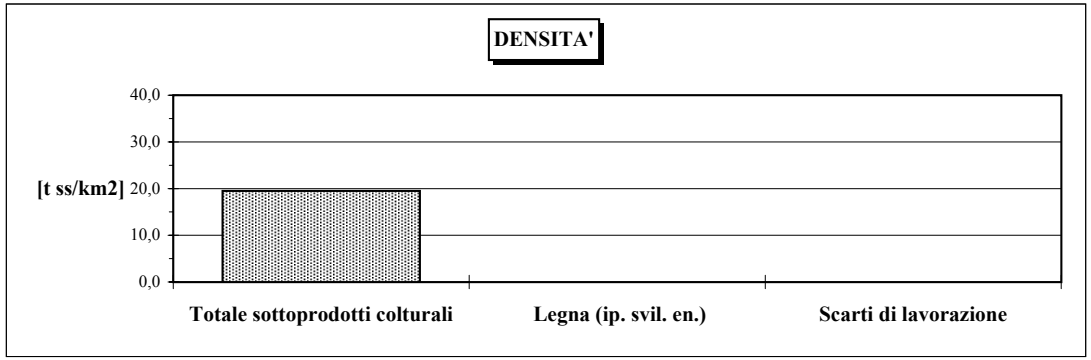
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*46,15*	*0,07*	*18,17*	*0,4*	*2,7*
Sottoprodotti colture arboree	*73,98*	*0,11*	*111,47*	*1,5*	*16,8*
Totale sottoprodotti colturali	*120,13*	*0,18*	*129,64*	*1,9*	*19,5*
Legna (ip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*120,13*	*0,18*	*129,64*		*19,5*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
300,00
250,00
200,00
150,00
100,00
50,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**120**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**1**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*30,9*	km
Super. territoriale dominata	*2992*	km2
Potenza elettrica	*10*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,1*	ML/kW
Investimento totale	*41*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA (L/kWh t)	(L/kcal)	INV.SPEC. (ML/kW)	GIUDIZIO	INV.SPEC. (ML/kW)	GIUDIZIO	INV.SPEC. (ML/kW)	GIUDIZIO	INV.SPEC. (ML/kW)	GIUDIZIO
0	*0,000*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)
20	*0,023*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)
30	*0,035*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)
40	*0,047*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	***10***	*0*	*0*	*41*	*2,2*
MINIMALE	***5***	*0*	*0*	*19*	*4,7*
MASSIMALE	***24***	*0*	*0*	-	*0,9*
TERRITORIALE	***23***	*0*	*0*	-	-

Biomassa per conversioni energetiche - Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Reggio di Calabria**					
Superficie territoriale	km2	**3183,19**				
Raggio territoriale	km	*31,8*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**95,5**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*1227,0*	**48,1**	**202,2**	**380,0**	**596,7**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Esperidi	Drupe
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	2090	2409		502		790	5687	57114	13197	1343	1946		844	
Produzione raccolta	t/anno	3635	4164		709		1429	17935	341880	350388	32667	46922		15511	
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	45	45	45	45	75
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	50	50	50	50	15
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	35	35	35	35	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*0,64*	*0,74*	*0,00*	*0,13*	*0,00*	*0,42*	*6,37*	*42,62*	*79,89*	*7,45*	*10,70*	*0,00*	*3,54*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,27*	*1,18*	*0,77*	*0,08*	*0,11*	*0,00*	*0,05*	*0,00*
Totale per coltura	"	*0,64*	*0,74*	*0,00*	*0,13*	*0,00*	*0,42*	*6,64*	*43,81*	*80,66*	*7,53*	*10,81*	*0,00*	*3,59*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*5,79*						*80,13*							
	kt/anno ss	*1,93*						*153,03*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Superficie tagliata	ha/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*0,00*	*0,00*
	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

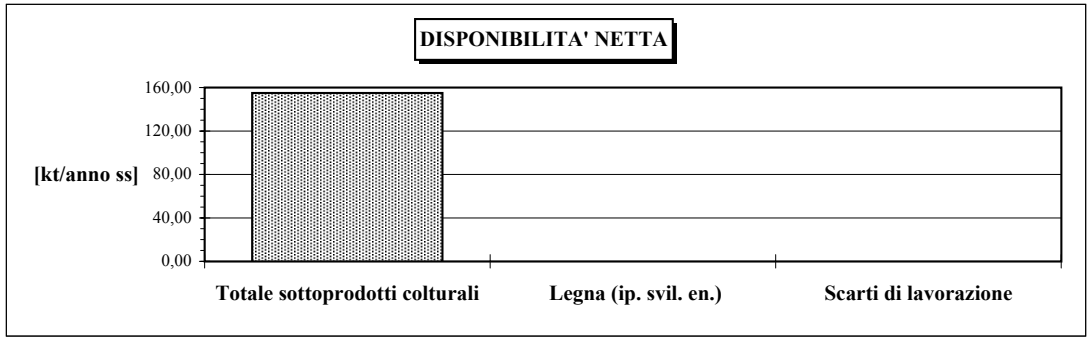
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno							
Umidità scarto	%	**60**	**10**	**20**	**15**	**30**	**15**	**0**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

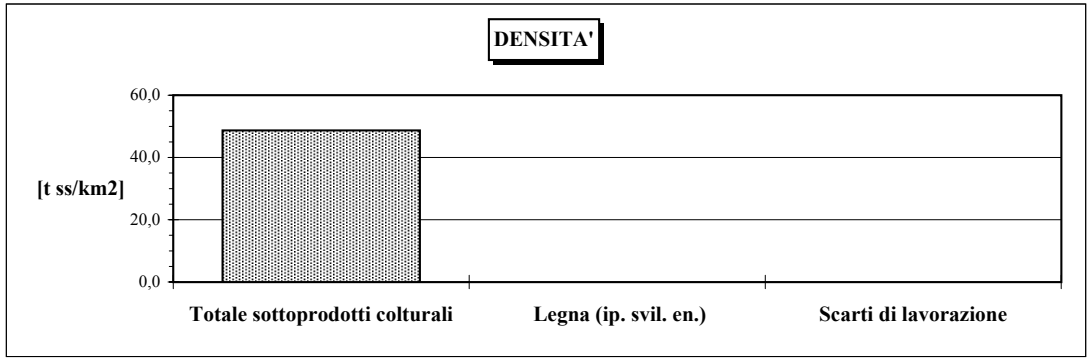
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*5,79*	*0,02*	*1,93*	*0,3*	*0,6*
Sottoprodotti colture arboree	*80,13*	*0,25*	*153,03*	*1,9*	*48,1*
Totale sottoprodotti colturali	*85,92*	*0,27*	*154,96*	*2,2*	*48,7*
Legna (ip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*-*	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*-*	*0,0*
PROVINCIA	*85,92*	*0,27*	*154,96*		*48,7*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
[kt/anno ss]
160,00
120,00
80,00
40,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
[t ss/km2]
60,0
40,0
20,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**120**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**1**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*22,7*	km
Super. territoriale dominata	*1626*	km2
Potenza elettrica	*14*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,2*	ML/kW
Investimento totale	*59*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA (L/kWh t)	(L/kcal)	INV.SPEC. (ML/kW)	GIUDIZIO	INV.SPEC. (ML/kW)	GIUDIZIO	INV.SPEC. (ML/kW)	GIUDIZIO	INV.SPEC. (ML/kW)	GIUDIZIO
0	*0,000*	*5,8*	(+)	*4,7*	(+)	*3,6*	(-)	*1,3*	(-)
20	*0,023*	*5,8*	(+)	*4,7*	(+)	*3,6*	(-)	*1,3*	(-)
30	*0,035*	*5,8*	(+)	*4,7*	(+)	*3,6*	(-)	*1,3*	(-)
40	*0,047*	*5,8*	(+)	*4,7*	(+)	*3,6*	(-)	*1,3*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	***14***	*0*	*0*	*59*	*2,0*
MINIMALE	***6***	*0*	*0*	*24*	*4,8*
MASSIMALE	***39***	*0*	*0*	-	*0,7*
TERRITORIALE	***27***	*0*	*0*	-	-

Biomassa per conversioni energetiche - Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Crotone**					
Superficie territoriale	km2	**1716,58**				
Raggio territoriale	km	*23,4*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**35,2**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*374,0*	**7,8**	**108,1**	**97,4**	**160,7**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS. GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Bacche**	**Drupe**	**Esperidi**	**Esperidi**	**Esperidi**	**Esperidi**	**Esperidi**	**Drupe**
Sottoprodotto 1 (S1)		**Paglia**	**Paglia**	**Paglia**	**Paglia**	**Paglia**	**Stocchi**	**Sarmenti**	**Frasca**	**Rami pot.**	**Rami pot.**	**Rami pot.**	**Rami pot.**	**Rami pot.**	**Rami pot.**
Sottoprodotto 2 (S2)		**Nessuna**	**Nessuna**	**Nessuna**	**Nessuna**	**Nessuna**	**Nessuna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**
Superficie in produzione	ha		**11700**	**2500**	**11500**				**16526**	**1707**					
Produzione raccolta	t/anno		**21500**	**7500**	**34500**				**89240**	**27285**					
Sottoprodotto 1/Prodotto		**0,69**	**0,70**	**0,80**	**0,70**	**0,67**	**1,30**	**(1)**	**(2)**	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**0,20**
Umidità S1	%	**15**	**15**	**15**	**15**	**25**	**55**	**50**	**50**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**
Uso attuale S1	%	**70**	**70**	**70**	**70**	**15**	**50**	**5**	**10**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
Produzione S2	t/ha	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**20**	**-**	**45**	**45**	**45**	**45**	**45**	**75**
Frequenza S2	anni	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**25**	**-**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**15**
Umidità S2	%	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**40**	**40**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**40**
Uso attuale S2	%	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**90**	**90**	**90**	**90**	**90**	**90**	**90**	**90**

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*0,00*	*3,84*	*1,53*	*6,16*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*11,84*	*6,22*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,33*	*0,10*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Totale per coltura	"	*0,00*	*3,84*	*1,53*	*6,16*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*12,17*	*6,32*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*25,70*						*18,23*							
	kt/anno ss	*11,53*						*18,49*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Superficie tagliata	ha/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**1,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*0,00*	*0,00*
	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

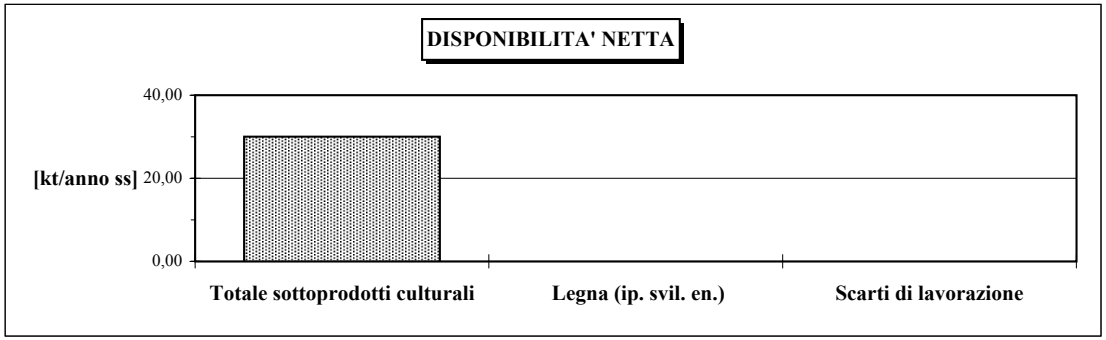
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno							
Umidità scarto	%							
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss							

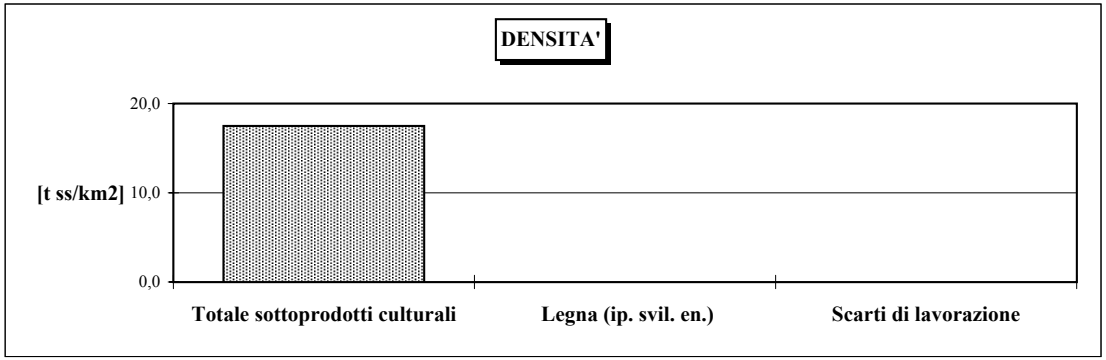
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*25,70*	*0,15*	*11,53*	*0,4*	*6,7*
Sottoprodotti colture arboree	*18,23*	*0,11*	*18,49*	*1,0*	*10,8*
Totale sottoprodotti culturali	*43,93*	*0,26*	*30,02*	*1,5*	*17,5*
Legna (ip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	-	*0,0*
PROVINCIA	*43,93*	*0,26*	*30,02*		*17,5*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
40,00
[kt/anno ss] 20,00
0,00
Totale sottoprodotti culturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
20,0
[t ss/km2] 10,0
0,0
Totale sottoprodotti culturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparaziuone	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh/kg
- costo specifico di acquisto	**120**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**1**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*32,0*	km
Super. territoriale dominata	*3217*	km2
Potenza elettrica	*10*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,0*	ML/kW
Investimento totale	*40*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)
20	*0,023*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)
30	*0,035*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)
40	*0,047*	*5,6*	(+)	*4,5*	(+)	*3,4*	(-)	*1,1*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	***10***	*0*	*0*	-	*0,5*
MINIMALE	***5***	*0*	*0*	*19*	*1,1*
MASSIMALE	***23***	*0*	*0*	-	*0,2*
TERRITORIALE	***5***	*0*	*0*	-	-

Biomassa per conversioni energetiche - Dati generali

Unità territoriale:	**PROVINCIA**					
Località:	**18-Vibo Valentia**					
Superficie territoriale	km2	**1139,47**				
Raggio territoriale	km	*19,0*				
Superficie Forestale (1997)	kha	**25,9**				
S.A.U.	kha	**(*)**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*387,7*	**9,9**	**120,1**	**107,5**	**150,2**

(*) dato aggiornato non disponibile in mancanza dei risultati del 5° Censimento generale dell'agricoltura

Sottoprodotti colturali (erbacee e arboree)

CARATTERISTICHE		FRUM. TENERO	FRUM. DURO	ORZO	AVENA	RISO	MAIS. GRAN.	Vite (vino)	Olivo	Arancio	Mandar.	Clementine	Nettarine	Limone	Pesco
Prodotto		**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Cariossidi**	**Bacche**	**Drupe**	**Esperidi**	**Esperidi**	**Esperidi**	**Esperidi**	**Esperidi**	**Drupe**
Sottoprodotto 1 (S1)		**Paglia**	**Paglia**	**Paglia**	**Paglia**	**Paglia**	**Stocchi**	**Sarmenti**	**Frasca**	**Rami pot.**	**Rami pot.**	**Rami pot.**	**Rami pot.**	**Rami pot.**	**Rami pot.**
Sottoprodotto 2 (S2)		**Nessuna**	**Nessuna**	**Nessuna**	**Nessuna**	**Nessuna**	**Nessuna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**	**Legna**
Superficie in produzione	ha	**7040**	**2202**	**1225**	**2980**		**3997**	**1300**	**14000**	**1700**		**752**			
Produzione raccolta	t/anno	**15488**	**4624**	**1405**	**3576**		**14260**	**5800**	**27448**	**43362**		**14600**			
Sottoprodotto 1/Prodotto		**0,69**	**0,70**	**0,80**	**0,70**	**0,67**	**1,30**	**(1)**	**(2)**	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**0,20**
Umidità S1	%	**15**	**15**	**15**	**15**	**25**	**55**	**50**	**50**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**	**40**
Uso attuale S1	%	**70**	**70**	**70**	**70**	**15**	**50**	**5**	**10**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
Produzione S2	t/ha	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**20**	**-**	**45**	**45**	**45**	**45**	**45**	**75**
Frequenza S2	anni	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**25**	**-**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**15**
Umidità S2	%	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**40**	**40**	**35**	**35**	**35**	**35**	**35**	**40**
Uso attuale S2	%	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**90**	**90**	**90**	**90**	**90**	**90**	**90**	**90**

Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*2,73*	*0,83*	*0,29*	*0,64*	*0,00*	*4,17*	*1,55*	*7,59*	*9,89*	*0,00*	*3,33*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,06*	*0,21*	*0,10*	*0,00*	*0,04*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Totale per coltura	"	*2,73*	*0,83*	*0,29*	*0,64*	*0,00*	*4,17*	*1,61*	*7,80*	*9,99*	*0,00*	*3,37*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*17,44*						*17,75*							
	kt/anno ss	*8,65*						*22,77*							

(1) 0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

(2) 0.141 + 1.229 · Superficie in produzione/Produzione raccolta

Biomassa forestale (legna e sottoprodotti)

CARATTERISTICHE		SITUAZIONE ATTUALE					IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO				
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Totale
Superficie forestale	ha					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Superficie tagliata	ha/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**2,0**	**4,0**	**4,0**	**0,0**	
Legna da lavoro	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**180,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
	%	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		**90,0**	**20,0**	**20,0**	**0,0**	
Legna da energia	m3/anno					*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
(da ardere e carbonella)	m3/ha	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*		*20,0*	*80,0*	*80,0*	*0,0*	
	%	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*		*10,0*	*80,0*	*80,0*	*100,0*	
Totale legna (tq)	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Massa volumica	t/m3 tq	**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**		**0,90**	**0,90**	**0,90**	**0,90**	
Umidità	%	**40**	**40**	**40**	**40**		**40**	**40**	**40**	**40**	
Totale legna (ss)	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Legna da energia aggiuntiva	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Sottoprodotti forestali	%	**20**	**20**	**20**	**0**		**20**	**20**	**20**	**0**	
	m3/anno	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*

		ATTUALE	SVILUPPO ENERG.
Dispon. Legna da energia agg.	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
Dispon. Sottoprodotti forestali	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*
PROVINCIA	kha	*0,00*	*0,00*
	kt/anno ss	*0,00*	*0,00*

Scarti di lavorazione (agro-industrie)

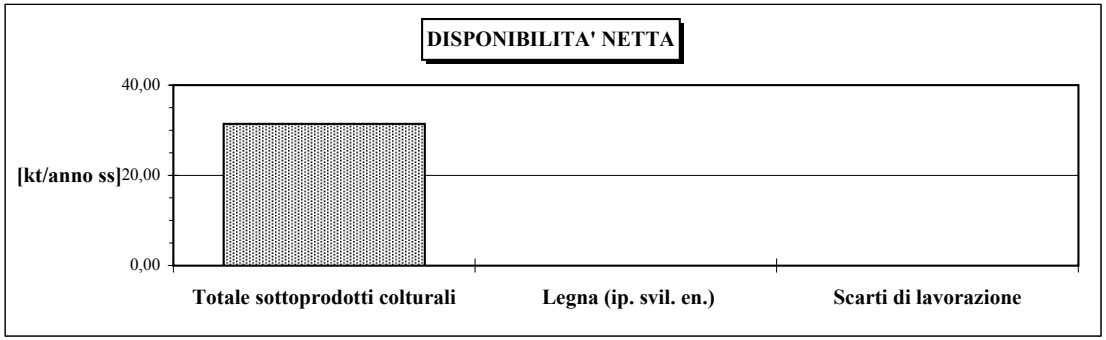
CARATTERISTICHE		VINACCE	SANSE ESAUSTE	GUSCI e NOCC.	LOLLA di RISO	IMBALL. AGR-IND	CARTONE	ALTRO
Disponibilità scarto (tq)	t/anno							
Umidità scarto	%							
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss							

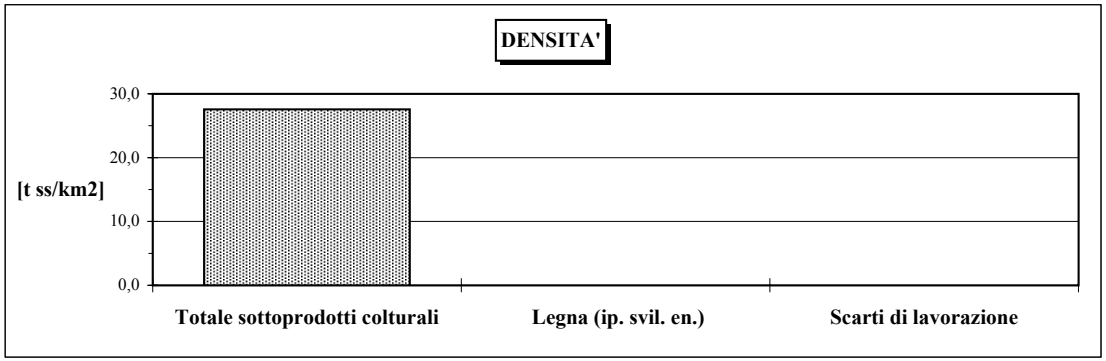
PROVINCIA	kt/anno ss	*0,00*

Quadro riassuntivo

TIPO di BIOMASSA	SUPERFICIE		DISPON.	DENSITA'	
	kha	Indice (1)	kt/anno ss	t ss/ha (2)	t ss/km2 (3)
Sottoprodotti colture erbacee	*17,44*	*0,15*	*8,65*	*0,5*	*7,6*
Sottoprodotti colture arboree	*17,75*	*0,16*	*22,77*	*1,3*	*20,0*
Totale sottoprodotti colturali	*35,20*	*0,31*	*31,41*	*1,8*	*27,6*
Legna (ip. svil. en.)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*-*	*0,0*
Scarti di lavorazione	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*-*	*0,0*
PROVINCIA	*35,20*	*0,31*	*31,41*		*27,6*

(1) Superficie occupata/Superficie territoriale
(2) Disponibilità/Superficie occupata
(3) Disponibilità/Superficie territoriale


DISPONIBILITA' NETTA
40,00
[kt/anno ss]20,00
0,00
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione


DENSITA'
30,0
20,0
[t ss/km2]
10,0
0,0
Totale sottoprodotti colturali
Legna (ip. svil. en.)
Scarti di lavorazione

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**120**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**1**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*27,5*	km
Super. territoriale dominata	*2375*	km2
Potenza elettrica	*11*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,1*	ML/kW
Investimento totale	*47*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
20	*0,023*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
30	*0,035*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
40	*0,047*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	***11***	*0*	*0*	-	*0,5*
MINIMALE	***5***	*0*	*0*	*21*	*1,1*
MASSIMALE	***29***	*0*	*0*	-	*0,2*
TERRITORIALE	***5***	*0*	*0*	-	-

CALABRIA

Unità territoriale:	**REGIONE**					
Superficie territoriale	km2	**15080,32**				
Superficie Forestale (1998)	kha	**480,0**				
S.A.U. (1998)	kha	**633,3**				
		Totale	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestici
Consumi elettrici (2000)	GWh	*4582,1*	**129,2**	**1039,1**	**1496,7**	**1917,1**

CARATTERISTICHE		**FRUM. TENERO**	**FRUM. DURO**	**ORZO**	**AVENA**	**RISO**	**MAIS GRAN.**	**Vite (vino)**	**Olivo**	**Arancio**	**Mandar.**	**Clementine**	**Nettarine**	**Limone**	**Pesco**
Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	*9,39*	*16,69*	*5,82*	*9,50*	*0*	*9,49*	*28.88*	*128,75*	*143,39*	*7,45*	*43,16*	*1,86*	*3,54*	*2,58*
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1,16*	*3,58*	*1,56*	*0,08*	*0,57*	*0,04*	*0,05*	*0,52*
Totale per coltura	"	*9,39*	*16,69*	*5,82*	*9,50*	*0*	*9,49*	*30,04*	*132,33*	*144,95*	*7,53*	*43,73*	*1,90*	*3,59*	*3,10*
REGIONE	kt/anno ss	***50,89***						***367,17***							

CARATTERISTICHE		**SITUAZIONE ATTUALE**				**IPOTESI DI SVILUPPO ENERGETICO**			
		Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia	Fustaie	Cedui S.	Cedui C.	Macchia
Dispon. Legna da energia agg.	t/anno ss	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Dispon. Sottoprodotti forestali	"	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Totale per forma di governo	"	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
REGIONE	kt/anno ss	***0,00***				***0,00***			

CARATTERISTICHE		**VINACCE**	**SANSE ESAUSTE**	**GUSCI e NOCC.**	**LOLLA di RISO**	**IMBALL. AGR-IND**	**CARTONE**	**ALTRO**
Disponibilità scarto (ss)	t/anno ss							
REGIONE	kt/anno ss	***0,00***						

Densità media	t/km2 ss	***28***

Analisi territoriale

1 - DATI di INPUT

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	**7000**	h/anno
- vita utile	**8**	anni
- rendimento elettrico	**0,25**	-
- rendimento termico		-
- fattore utilizzazione E. termica		-
- coeff.manutenzione e riparazione	**0,03**	-
MANODOPERA:		
- numero	**12**	ul
- stipendio lordo medio unitario	**50**	ML/a · ul
BIOMASSA SECCA:		
- potere calorifico inferiore	**4,9**	kWh t/kg
- costo specifico di acquisto	**120**	L/kg
- costo specifico di trasporto	**1**	L/kg · km
ENERGIA:		
- prezzo E. elettrica	**270**	L/kWh e
- prezzo E. termica	**0**	L/kWh t
	0,000	L/kcal
PARAMETRI FINANZIARI:		
- Tasso Interno di Rendimento	**0,15**	-
VALORI LIMITE:		
- potenza elettrica minima	**5**	MW e
- investimento specifico	**4,0**	ML/kW e

2 - SOLUZIONE OTTIMALE

Raggio territoriale dominato	*27,4*	km
Super. territoriale dominata	*2366*	km2
Potenza elettrica	*11*	MW e
Potenza termica	*0*	MW t
	0	Gcal/h
Investimento specifico	*4,1*	ML/kW
Investimento totale	*48*	GL

3 - ATTENZIONE !

Sussistono le condizioni per realizzare almeno un impianto ?

SI

4 - ANALISI di SENSIBILITA' della SOLUZIONE OTTIMALE

		COSTO SPECIFICO di ACQUISTO della BIOMASSA							
		50	L/kg	**100**	L/kg	**150**	L/kg	**250**	L/kg
PREZZO EN. TERMICA		INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO	INV.SPEC.	GIUDIZIO
(L/kWh t)	(L/kcal)	(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)		(ML/kW)	
0	*0,000*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
20	*0,023*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
30	*0,035*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)
40	*0,047*	*5,7*	(+)	*4,6*	(+)	*3,5*	(-)	*1,2*	(-)

Nota: (-) non fattibile (+) fattibile (++) attrattivo

5 - SOLUZIONI e INVESTIMENTI ECONOMICAMENTE CONSENTITI

	POTENZA IMPIANTO			IMPIANTI	
	ELETT.	TERMICA		INVEST. UNITARIO	NUMERO
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)	(GL)	-
OTTIMALE	***11***	*0*	*0*	*48*	*6,4*
MINIMALE	***5***	*0*	*0*	*21*	*14,3*
MASSIMALE	***29***	*0*	*0*	*120*	*2,5*
TERRITORIALE	***73***	*0*	*0*	-	-

Capitolo 15 – Valorizzazione energetica dei rifiuti

15.1 - Obiettivi del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti 2001.

Gli indirizzi del Piano di Gestione dei Rifiuti della Calabria 2001 affrontano il problema della gestione dei rifiuti attraverso l'individuazione di precisi obiettivi , metodologie definite e soprattutto trasparenti , nonché tipologie impiantistiche innovative , senza soluzione di continuità con il Piano dell'Emergenza adottato dal Commissario Delegato ai sensi dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n°2696 del 21 Ottobre 1997.

Gli obiettivi del Piano 2001 tengono conto del nuovo modello operativo previsto dal Decreto Legislativo 22/97 e , pertanto , il sistema integrato dei rifiuti è articolato nelle diverse fasi di produzione , raccolta , trasporto , recupero , riutilizzo e smaltimento finale , che costituiscono azioni coordinate ed integrate nell'ambito dell'intero processo.

La nuova politica regionale dei rifiuti sarà in grado di superare la gestione e lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani (RSU) così come vengono prodotti - altrimenti definiti "tal quali"- per passare ad una gestione delle risorse costituite dai rifiuti stessi , attraverso una seria raccolta differenziata , impianti "leggeri" di recupero delle risorse da avviare al riciclaggio mediante la selezione , il compostaggio della frazione organica , la produzione di energia ed un uso contenuto al minimo degli impianti ultimi di destinazione a discarica dei rifiuti .

In relazione agli indirizzi generali di cui sopra gli obiettivi principali della gestione dei rifiuti in Calabria sono individuati prevedendo la realizzazione di un sistema basato su :

- Riduzione delle quantità prodotte e della pericolosità dei rifiuti ;
- Conseguimento dei target percentuali di raccolta differenziata e riutilizzo previsti dal Decreto Legislativo 22/97 , da intendersi come obiettivi minimali del sistema in un'ottica di progressivo incremento (35% a partire dal 2003) ;
- Tendenziale abbandono della discarica come sistema di smaltimento , con la messa a discarica di una quantità di rifiuto tal quale molto ridotta , sia attraverso l'ottimizzazione a livello regionale delle fermate degli impianti di selezione , sia attraverso l'uso combinato di trattamenti termici e biologici a valle della selezione ;

- Sviluppo del riutilizzo e della valorizzazione del rifiuto - come residuo rinnovabile - anche in campo energetico ;
- Minimizzazione dell'impatto ambientale degli impianti ;
- Contenimento dei costi , anche attraverso il dimensionamento ottimale degli impianti ;
- Attivazione di opportunità di lavoro connesse al sistema di gestione dei rifiuti;
- Assicurazione costante della trasparenza dei processi decisionali .

Il Piano Regionale determina così i criteri generali della pianificazione e fissa divieti , vincoli ed obiettivi , che dovranno trovare comunque implementazione nella futura elaborazione dei Piani Provinciali .

I Piani Provinciali (V. Fig. 15.1 – 15.2 – 15.3 – 15.4 – 15.5) - definiti a livello di ciascun Ambito Territoriale Ottimale (ATO) , coincidente col territorio provinciale - rappresentano il primo livello di pianificazione strettamente collegata al territorio e dovranno:

- Essere conformi ai principi generali della pianificazione regionale ;
- Garantire che in ciascun Ambito Territoriale Ottimale siano conseguiti gli obiettivi minimi di raccolta differenziata , di recupero e di trattamento dei rifiuti ;
- Essere conformi alle linee guida ed agli indirizzi specifici relativi alla redazione dei Piani , ai criteri di selezione delle tecnologie e di definizione dei dimensionamenti ottimali , alle procedure di localizzazione e di verifica dell'impatto ambientale , nonché alla definizione dei Piani economico-finanziari elaborati in sede regionale ;
- Comprendere , per gli impianti assoggettati a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) ai sensi delle vigenti disposizione di legge nazionali e regionali , la definizione dell'opera a livello di progetto di pianificazione provinciale , che confronti le possibili alternative strategiche e le possibili localizzazioni ;
- Indicare indirizzi e criteri per la determinazione delle tariffe all'interno di ciascun sottoambito , al fine di garantire che le stesse assicurino la funzionalità del servizio e , al contempo , il corretto rapporto fra costi e benefici ;

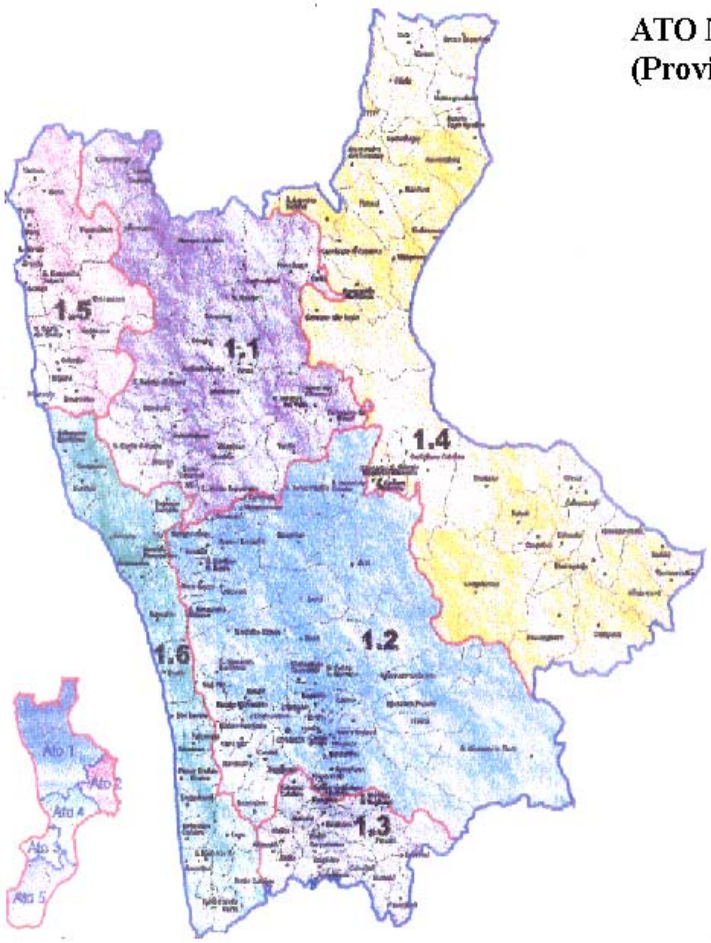
Tali Piani Provinciali si baseranno , comunque , su :

L'estensione al massimo livello possibile , compatibilmente con il bilancio costi-benefici e con le potenzialità di recupero utile , delle raccolte differenziate e riciclo , con i relativi impianti di trattamento a valle della raccolta stessa (di selezione e di valorizzazione , di trattamento aerobico della frazione organica,

Fig.1

REGIONE CALABRIA

ATO N°1
(Provincia di Cosenza)



Ufficio del Commissario delegato per l'Emergenza ambientale nella Regione Calabria

Fig.2

REGIONE CALABRIA

ATO N°2
(Provincia di Crotone)

Ufficio del Commissario delegato per l'Emergenza ambientale nella Regione Calabria

Fig.3

REGIONE CALABRIA

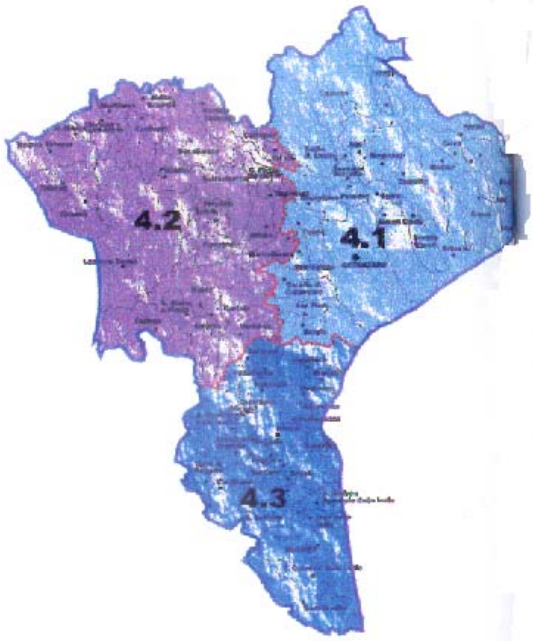
ATO N° 3
(Provincia di Vibo Valentia)

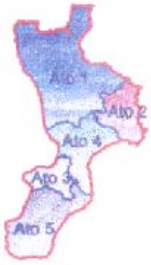
Ufficio del Commissario delegato per l'Emergenza ambientale nella Regione Calabria

Fig.4

REGIONE CALABRIA

ATO N° 4
(Provincia di Catanzaro)



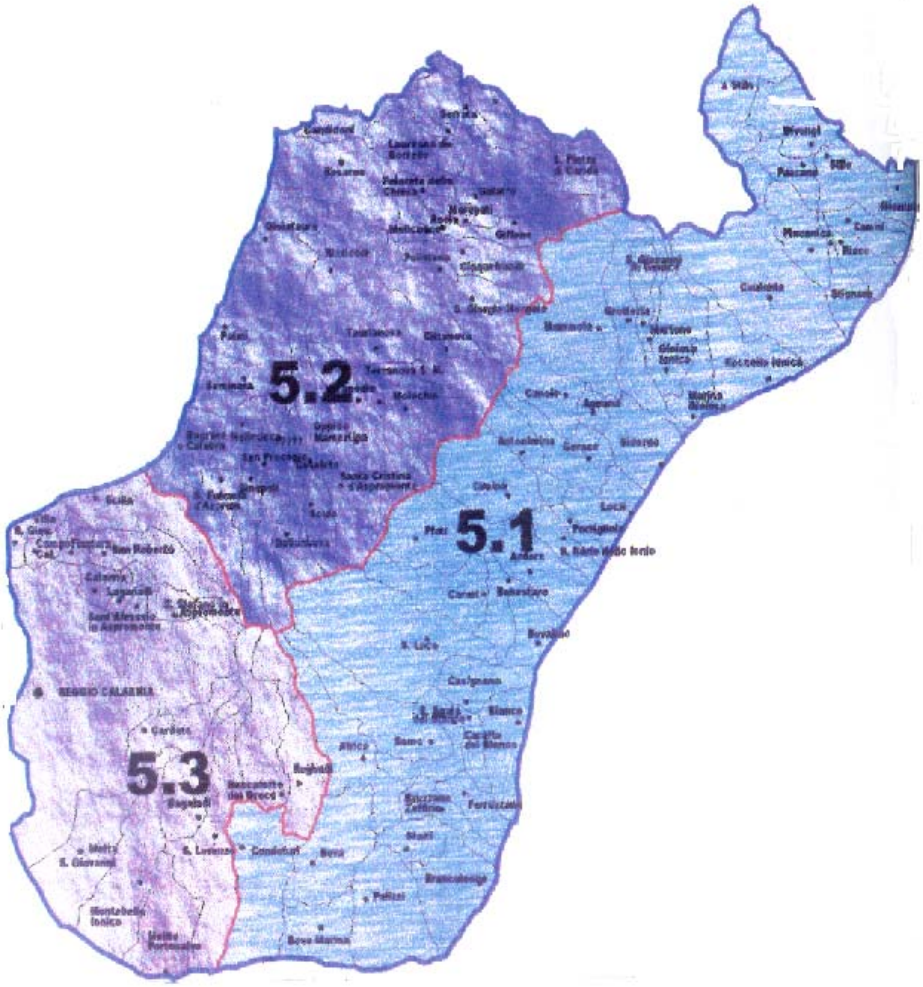


Ufficio del Commissario delegato per l'Emergenza ambientale nella Regione Calabria

Fig.5

REGIONE CALABRIA

ATO N°5
(Provincia di Reggio Calabria)



Ufficio del Commissario delegato per l'Emergenza ambientale nella Regione Calabria

ecc.) esistenti o in corso di realizzazione ; la raccolta differenziata delle frazioni secche (carta , cartoni , plastiche , vetro , metalli e legno) sarà coordinata con il sistema di raccolta e riciclo degli imballaggi ; il sistema di raccolta differenziata prevederà anche la raccolta del verde , della frazione organica derivante dalle grandi utenze e dalla ristorazione , nonché della frazione organica proveniente dalle utenze domestiche (FORSU) per il successivo compostaggio/stabilizzazione;

- La valorizzazione energetica della frazione combustibile dei rifiuti ottenuta per selezione meccanica negli impianti di trattamento termico dedicati in corso di realizzazione;
- Il trattamento della frazione umida residua da selezionare ai fini della sua stabilizzazione aerobica (FOS) ;
- Il recupero , nella misura massima possibile , per interventi di ripristino ambientale della frazione organica stabilizzata e/o del compost non utilizzabile ai fini agronomici ;
- La messa a discarica finale del materiale stabilizzato , di frazioni biologicamente inerti (ad esempio sovvalli non putrescibili) e di residui inertizzati di trattamento delle scorie , in quantità limitate rispetto al rifiuto inizialmente prodotto.

Al fine di ottimizzare il sistema , nei limiti della fattibilità tecnico -economica e della sostenibilità ambientale , si dovrà considerare :

- L'impiego degli impianti esistenti , con gli eventuali futuri adeguamenti necessari a garantire il mantenimento degli standard ambientali più avanzati relativamente sia ai prodotti del riciclo del rifiuto (siano essi compost o energia) , sia alle emissioni ed agli altri impatti ambientali ;
- La necessità di garantire la copertura dei periodi di fermo degli impianti per la manutenzione ordinaria e straordinaria , con opportuna e programmata rotazione tra le sezioni degli impianti equivalenti previsti a livello regionale , in maniera tale da evitare nella maniera più assoluta lo smaltimento finale del rifiuto senza trattamento ;
- La necessità di manutenere i programmati impianti di trattamento , in maniera idonea a garantire prestazioni elevate sia sotto il profilo dell'affidabilità che sotto quello dell'impatto ambientale e dei costi economici del servizio .

15.2 - Il sistema integrato dei rifiuti.

Lo schema di flusso del sistema integrato di gestione dei rifiuti solidi urbani a livello regionale è sinteticamente rappresentato in fig. 15.6 .

I rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata vengono convogliati negli undici Centri di Valorizzazione previsti dal Piano Generale degli Interventi di Emergenza (v. Tab. 15.1) .

In Tab. 15.2 è sintetizzato il prospetto riepilogativo degli obiettivi di raccolta differenziata.

Presso i Centri di Valorizzazione i rifiuti vengono suddivisi per tipologia , puliti , pressati , triturati ed imballati per essere poi trasferiti al CONAI (Consorzio Nazionale Imballaggi)il quale poi provvederà a trasferirli verso le filiere industriali che trasformeranno il rifiuto in materia prima-seconda , seguendo apposite modalità di trattamento.

Per la parte umido-verde gli impianti di valorizzazione provvederanno ad effettuare il compostaggio per un successivo reimpiego.

Ad integrazione del sistema sono previste anche stazioni di trasferimento per lo stoccaggio provvisorio dei Rifiuti Solidi Urbani e dei rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata , con l'obiettivo di limitare al minimo il continuo flusso di rifiuti su tutto il territorio regionale - ottimizzando la logistica dei trasporti e così limitando l'impatto ambientale - e di ridurre il più possibile il costo di trattamento dei rifiuti a carico dei Comuni .

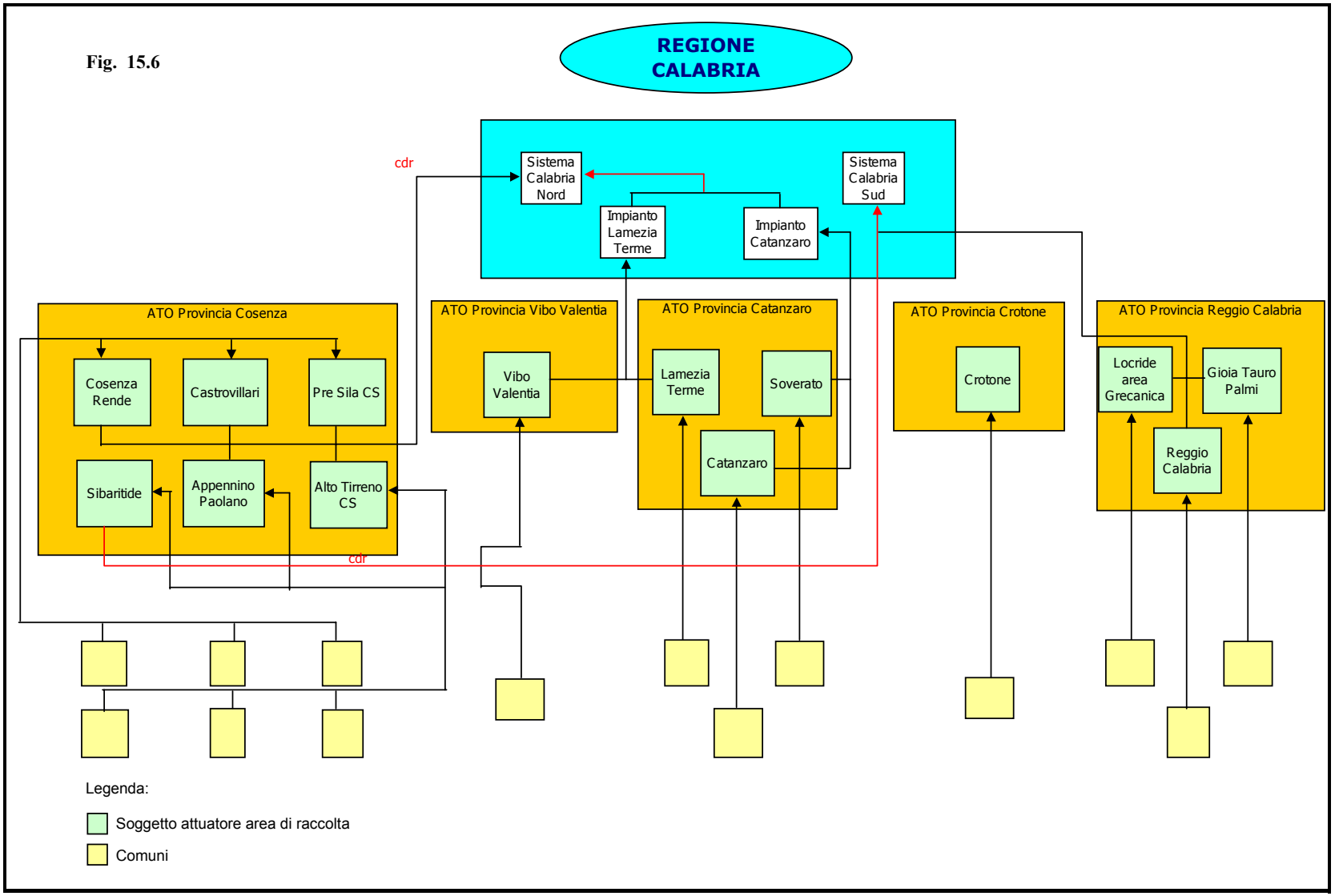
Nelle Tabelle 15.3 e 15.4 sono illustrati i confronti fra l'offerta ed il fabbisogno di smaltimento a livello di bacino regionale con raccolta differenziata al 35% agli anni 2003 e 2010.

Dal confronto tra le potenzialità impiantistiche disponibili a livello regionale e i fabbisogni di smaltimento emerge che , se gli obiettivi di raccolta differenziata su base regionale si attestassero intorno al 35% , all'anno 2003 l'offerta impiantistica risulterebbe in pieno equilibrio con la domanda di smaltimento.

Viceversa , sotto le stesse ipotesi e con un trend di crescita della produzione dei rifiuti del 2% annuo , l'offerta impiantistica risulterebbe insufficiente , salvo che non si agisca , là dove possibile , su un incremento della produttività degli impianti.

Come descritto in fig.15.6 ed in Tab. 15.3 , sui flussi di Rifiuti Solidi Urbani , che residuano dal prefigurato sistema della raccolta differenziata (circa 345.000 t/a al 2003) , è prevista la stabilizzazione della frazione organica non intercettata dalla raccolta differenziata a monte (con la produzione di circa 96.000 t/a al 2003 di FOS) ed il recupero di combustibile derivato da rifiuti - da avviare al recupero energetico - per un ammontare di circa 256.000 t/a al 2003 , da utilizzare negli impianti di termovalorizzazione di Bisignano (CS) e Gioia Tauro (RC) .

Il fabbisogno di impianti di discarica potrà essere così ridotto ai volumi relativi agli scarti di processo (circa 192.000 t/a al 2003) e alle scorie (circa 26.000 t/a al 2003).



Ufficio del Commissario delegato per l'Emergenza ambientale nella Regione Calabria

Tab. 15.1 - Impianti di trattamento meccanico-biologico per il rifiuto residuo

Potenzialità impianto di Castrovillari		
Selezione secco/umido	t/a	50.000
Valorizzazione RD	t/a	25.000
Potenzialità impianto di Rende		
Selezione secco/umido	t/a	0
Valorizzazione RD	t/a	40.000
Potenzialità impianto di Rossano		
Selezione secco/umido	t/a	51.000
Valorizzazione RD	t/a	20.000
Potenzialità impianto di Crotone		
Selezione secco/umido	t/a	40.000
Valorizzazione RD	t/a	25.000
Potenzialità impianto di Bisignano		
Selezione secco/umido	t/a	70.000
Termovalorizzazione Cdr	t/a	120.000
Potenzialità impianto di Acquappesa		
Selezione secco/umido	t/a	30.000
Valorizzazione RD	t/a	50.000
Potenzialità impianto di Catanzaro Alli		
Selezione secco/umido	t/a	74.000
Valorizzazione RD	t/a	40.000
Potenzialità impianto di Lamezia		
Selezione secco/umido	t/a	74.000
Valorizzazione RD	t/a	40.000
Potenzialità impianto di Reggio Calabria		
Selezione secco/umido	t/a	85.000
Valorizzazione RD	t/a	45.000
Potenzialità impianto di Siderno		
Selezione secco/umido	t/a	40.000
Valorizzazione RD	t/a	45.000
Potenzialità impianto di Gioia Tauro		
Selezione secco/umido	t/a	40.000
Termovalorizzazione Cdr	t/a	120:000

Fonte:Piano Gestione Rifiuti 2001

Tab. 15.2 -Prospetto riepilogativo degli obiettivi di Raccolta Differenziata

Materiali	REGIONE CALABRIA								
	%all'origine	Produzione		Ob.Interc.		Ob.RD		Comp.Art.24	
	%	t/a	%	%	%	t/a	%	%Tot prod.	%
Carta/cartoni	25	246.049	25,0	40,40		99.404	28,9	10,10	28,9
Vetro	7	68.894		40		27.557		2,80	
Plastica	10	98.419	10,0	30		29.526	8,6	3	8,6
Metalli	4	39.368	4,0	50		19.684	5,7	2	5,7
Organico e verde	38	373.994	38,0	45		168.297	48,9	17,10	48,9
Legno	3	29.526		-		-			
Tessili	2	19.684		-		-			
Sottovaglio	7	68.894		-		-			
Inerti non vetrosi	4	39.368		-		-			
Totale Produzione	100	984.196		205		344.468		35	

Fonte:Piano Gestione Rifiuti 2001

Tab. 15.3 -Confronto tra l'offerta e il fabbisogno di smaltimento al 2003

Potenzialità impianto di Castrovillari			**Fabbisogni di smaltimento**				
Selezione secco/umido	t/a	50.000					
Valorizzazione RD	t/a	25.000	Selezione	Valorizzazione RD		Val.En.	Discarica
Potenzialità impianto di Rende				secco	umido/v		
Selezione secco/umido	t/a	0	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Valorizzazione RD	t/a	40.000					
Potenzialità impianto di Rossano			222.386	124.194		88.954	84.507 ATO 1
Selezione secco/umido	t/a	51.000					
Valorizzazione RD	t/a	20.000	60.945	34.036		24.378	23.159 ATO 2
Potenzialità impianto di Crotone							
Selezione secco/umido	t/a	40.000	49.487	27.637		19.795	18.805 ATO 3
Valorizzazione RD	t/a	25.000					
Potenzialità impianto di Bisignano			119.525	66.750		47.810	45.419 ATO 4
Selezione secco/umido	t/a	70.000					
Termovalorizzazione Cdr	t/a	120.000	187.383	104.646		74.953	71.206 ATO 5
Potenzialità impianto di Acquappesa							
Selezione secco/umido	t/a	30.000	639.726	357.263		255.891	243.096 Tot.reg
Valorizzazione RD	t/a	50.000					
Potenzialità impianto di Catanzaro							
Selezione secco/umido	t/a	74.000	nell'ipotesi di raccolta differenziata al 35 %				
Valorizzazione RD	t/a	40.000					
Potenzialità impianto di Lamezia			**Riepilogo offerta complessiva di smaltimento**				
Selezione secco/umido	t/a	74.000	Selezione	Valorizzazione RD		Val.En.	Discarica
Valorizzazione RD	t/a	40.000		secco	umido/v		
Potenzialità impianto di Reggio C.			t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Selezione secco/umido	t/a	85.000	554.000	330.000		240.000	
Valorizzazione RD	t/a	45.000					
Potenzialità impianto di Siderno							
Selezione secco/umido	t/a	40.000	Fonte :Piano Gestione Rifiuti 2001				
Valorizzazione RD	t/a	45.000					
Potenzialità impianto di Gioia Tauro							
Selezione secco/umido	t/a	40.000					
Termovalorizzazione Cdr	t/a	120.000					

Tab. 15.4 -Confronto tra l'offerta e il fabbisogno di smaltimento al 2010

Potenzialità impianto di Castrovillari			**Fabbisogni di smaltimento**				
Selezione secco/umido	t/a	50.000					
Valorizzazione RD	t/a	25.000	Selezione	Valorizzazione RD		Val.En.	Discarica
Potenzialità impianto di Rende				secco	umido/v		
Selezione secco/umido	t/a	0	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Valorizzazione RD	t/a	40.000					
Potenzialità impianto di Rossano			252.844	141.204		101.138	96.081 ATO 1
Selezione secco/umido	t/a	51.000					
Valorizzazione RD	t/a	20.000	69.545	38.838		27.818	26.427 ATO 2
Potenzialità impianto di Crotone							
Selezione secco/umido	t/a	40.000	56.352	31470		22.541	21.414 ATO 3
Valorizzazione RD	t/a	25.000					
Potenzialità impianto di Bisignano			136.437	76.195		54.575	51.846 ATO 4
Selezione secco/umido	t/a	70.000					
Termovalorizzazione Cdr	t/a	120.000	214.075	119.553		86.630	81.348 ATO 5
Potenzialità impianto di Acquappesa							
Selezione secco/umido	t/a	30.000	729.254	407.260		291.701	277.116 Tot.reg
Valorizzazione RD	t/a	50.000					
Potenzialità impianto di Catanzaro							
Selezione secco/umido	t/a	74.000	nell'ipotesi di raccolta differenziata al 35 %				
Valorizzazione RD	t/a	40.000					
Potenzialità impianto di Lamezia			**Riepilogo offerta complessiva di smaltimento**				
Selezione secco/umido	t/a	74.000	Selezione	Valorizzazione RD		Val.En.	Discarica
Valorizzazione RD	t/a	40.000		secco	umido/v		
Potenzialità impianto di Reggio C.			t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Selezione secco/umido	t/a	85.000	554.000	330.000		240.000	
Valorizzazione RD	t/a	45.000					
Potenzialità impianto di Siderno							
Selezione secco/umido	t/a	40.000					
Valorizzazione RD	t/a	45.000	Fonte :Piano Gestione Rifiuti 2001				
Potenzialità impianto di Gioia Tauro							
Selezione secco/umido	t/a	40.000					
		120.000					

15.3 - La valorizzazione energetica dei rifiuti.

15.3.1 Il combustibile derivato dai rifiuti (RDF)

Nell'ambito del sistema integrato di gestione dei rifiuti , la frazione secca combustibile generata dal trattamento di selezione del rifiuto residuo – opportunamente valorizzata – unitamente ad altri scarti combustibili derivati dai trattamenti di recupero dei materiali provenienti dalla raccolta differenziata viene destinata al recupero energetico e costituisce una fonte energetica assimilabile alle fonti rinnovabili.

Nella Regione Calabria il recupero energetico dovrà avvenire negli impianti all'uopo dedicati di Bisignano (CS) e Gioia Tauro (RC) idonei a valorizzare la frazione combustibile derivante dalla gestione dei rifiuti nel pieno rispetto dei più rigorosi standard ambientali , così come previsto nel menzionato Piano di Emergenza e riconfermato dal Piano 2001.

Il fabbisogno complessivo di trattamento termico è stato individuato dall'atto pianificatorio commissariale in 275.000 t/a di rifiuto con potere calorifico di 15,5MJ/kg .

La frazione residua secca degli impianti di selezione e stabilizzazione opportunamente valorizzata presenterà un potere calorifico superiore rispetto a quello del rifiuto tal quale per effetto della forte sottrazione delle componenti inerti (vetro e metalli) e delle componenti ad alta umidità (frazione verde ed organica) , a fronte di un recupero inferiore della componente plastica a più alto potere calorifico.

La frazione secca residua avrà , quindi , un potere calorifico superiore ai 15MJ/kg e un contenuto di umidità inferiore al 20%.

Tale frazione secca residua risulterà pertanto possedere caratteristiche coerenti con i requisiti richiesti dalla vigente normativa sui combustibili derivati dai rifiuti:

Il Piano di Emergenza ha , infine , previsto l'obbligo di trattamenti specifici di raffinazione sul combustibile RDF , in modo da garantire il rispetto dei limiti previsti per il contenuto di cloro (Cl inferiore a 0,5 mg/kg) .

15.3.2 - Gli impianti di combustione e di produzione di energia elettrica .

La combustione a letto fluido – indicata come preferibile dal Piano dell'Emergenza – è una tecnologia molto utilizzata per la combustione ed il recupero energetico del combustibile derivato dai rifiuti nei Paesi dove tale pratica è ormai diffusa da molti anni.

Le tre principali varianti tecnologiche industrialmente provate e diffuse in centinaia di impianti in esercizio da anni nel pieno rispetto dell'ambiente sono :

- Letto fluido bollente , utilizzato nell'incenerimento dei fanghi e rifiuti a basso potere calorifico (compreso fra 6,5 e 13MJ/kg) ;
- Letto fluido rotante (che è una variante del letto fluido bollente) , utilizzato per la combustione anche di rifiuti solidi urbani e combustibile derivato dai rifiuti con potere calorifico compreso fra 7 e 20MJ/kg , eventualmente in co-combustione con fanghi ;
- Letto fluido circolante , dove l'alta velocità di fluidizzazione consente la combustione di rifiuti con un potere calorifico compreso fra i 7 e i 22MJ/kg.

Il recupero energetico , per gli impianti a letto fluido , avviene con un'efficienza del processo analoga a quella dell' incenerimento a griglia ed i rendimenti netti sono sostanzialmente equivalenti.

Negli impianti a letto fluido , viceversa , il trattamento dei fumi può essere parzialmente semplificato rispetto ad un inceneritore a griglia poiché , in generale, non risulta necessaria una sezione specifica dedicata per il trattamento degli ossidi di azoto.

I due impianti di termovalorizzazione del combustibile derivato dai rifiuti – localizzati dal Piano dell'Emergenza a Bisignano e Gioia Tauro – risultano dimensionati per il trattamento di identiche quantità di combustibile derivato dai rifiuti (120.000-140.000 t/a) e , nell'ipotesi di utilizzo dell'intera energia termica recuperata per la produzione di energia elettrica potranno garantire la produzione di 200-250 milioni di kwh ciascuno , con una potenza elettrica installata di 30-35Mva in ciascun impianto.

Il sistema di combustione dovrà essere provvisto di:

- Bruciatore pilota a combustibile gassoso o liquido ;
- Alimentazione automatica del combustibile ;
- Regolazione automatica del rapporto aria-combustibile anche nelle fasi di avviamento;
- Controllo in continuo dell'ossigeno , del monossido di carbonio , delle polveri , degli ossidi di azoto , dell'acido cloridrico , della temperatura degli effluenti gassosi nonché della temperatura nella camera di combustione:

Dovranno essere , inoltre , garantiti in tutte le condizioni di esercizio i seguenti requisiti operativi minimi :

- Temperatura minima dei gas nella camera di combustione di 850°C , raggiunta anche in prossimità della parete interna ;
- Tempo di permanenza minimo dei gas nella camera di combustione non inferiore ai due secondi:

Infine per gli impianti di trattamento termico occorrerà prevedere , in sede di progettazione :

- Che gli impianti stessi siano dotati , di norma , di almeno due linee indipendenti di combustione e depurazione dei fumi di uguale potenzialità ciascuno ;
- Che l'affidabilità della componentistica e le caratteristiche funzionali assicurino una disponibilità minima garantita di funzionamento di ciascuna linea di combustione e di depurazione dei fumi non inferiore all'85% su base annua ;
- L'impiego di tecnologie collaudate a livello europeo e che tengano , comunque , conto delle effettive caratteristiche chimico-fisiche del rifiuto in ingresso e delle loro prevedibili variazioni durante la vita utile dell'impianto ; dette caratteristiche dovranno essere oggetto di apposito studio e di valutazioni sperimentali ;

- Una scelta della componentistica del sistema di combustione finalizzata a massimizzare il rendimento termico e a minimizzare la formazione di microinquinanti organici , di ossidi di azoto e del monossido di carbonio;
- Che l'impianto sia dotato di sistemi di depurazione dei fumi costituiti da :

  -Sezione di abbattimento dei gas acidi ;

  -Sezione di abbattimento delle polveri ;

  -Sezione di abbattimento degli ossidi di azoto ;

  -Sezione di abbattimento dei microinquinanti organici e del mercurio.
- Che l'impianto sia dotato di un sistema di monitoraggio delle emissioni in atmosfera , realizzato secondo le migliori tecnologie disponibili , certificato ed in grado di effettuare la rilevazione delle emissioni su diversi range di misura , che includeranno in modo appropriato gli intervalli di concentrazione ipotizzabili in ogni condizione di funzionamento;
- Che il sistema di combustione sia tale da assicurare la produzione di scorie con tenore di carbonio totale residuo inferiore al 3% in peso sul secco in ogni condizione di funzionamento garantita e qualità delle scorie in uscita dalla sezione di combustione tale da garantirne la classificabilità come rifiuti speciali non equiparabili ai rifiuti tossici e nocivi e , preferenzialmente di qualità idonea ad un loro potenziale reimpiego.
- Che l'impianto sia dotato di sistemi di recupero dell'energia di elevata efficienza , compatibilmente con le esigenze di affidabilità ed economicità del sistema; nell'utilizzazione sarà data la priorità alle forme di recupero dell'energia termica e , pertanto , la localizzazione dell'impianto dovrà essere , compatibilmente con gli altri vincoli , in prossimità di grandi utenze termiche civili e/o industriali , favorevoli a schemi cogenerativi ; in alternativa o , in maniera complementare , sarà prevista la conversione totale o parziale dell'energia termica in energia elettrica e la sua immissione nella rete elettrica;
- Che l'impianto sia sottoposto alle procedure di certificazione di qualità e di certificazione ambientale.

15.3.3 - Il controllo delle emissioni ed il monitoraggio ambientale.

Gli impianti di termovalorizzazione del combustibile derivato dalla gestione dei rifiuti dovranno rispettare i valori limite per le emissioni fissati dal Decreto del Presidente della Repubblica 24 Maggio 1998 n°203 e dal Decreto Ministeriale 5 Febbraio 1998.

In particolare i valore limite di emissione – riferiti ad un tenore di ossigeno nei fumi anidri dell'11% in volume – per gli inquinanti maggiormente critici risultano fissati in :

Zinco 5mg/Nm^3

(valore medio rilevato per un periodo

di campionamento di 1 h)

Ossidi di azoto 120mg/Nm^3

(valore medio giornaliero)

PCDD+PCDF (come diossina equivalente) 0,1ng/Nm^3

(valore medio rilevato per un periodo

di campionamento di 8 h)

idrocarburi policiclici aromatici (IPA) 0,01mg/Nm^3

(valore medio rilevato per un periodo

di campionamento di 8 h)

Per gli altri elementi presenti nelle emissioni dovranno essere comunque rispettati i valori limite fissati nel suballegato 2 del già citato Decreto Ministeriale.

Per gli impianti di termovalorizzazione risulta fondamentale – oltre al monitoraggio delle emissioni in atmosfera , come già menzionato al punto 4.2 – la previsione del monitoraggio delle immissioni al suolo .

Si riportano di seguito le Linee Guida specifiche previste nel Piano di Gestione dei Rifiuti 2001 in materia ambientale.

- E'obbligatoria l'installazione di almeno n°2 centraline di analisi al suolo ed una postazione centrale per il monitoraggio delle immissioni al suolo , collegate a mezzo modem/linea telefonica commutata:
- E' obbligatoria , inoltre , l'installazione di un sistema di monitoraggio in continuo al camino dei fumi emessi dall'impianto di termovalorizzazione.
- Il sistema di rilevamento dovrà monitorare i principali parametri relativi alle emissioni in accordo alla normativa vigente ed alle richieste specifiche del Piano di Gestione dei Rifiuti 2001.
- Dovranno , in particolare , essere monitorati i seguenti parametri de fumi :

- Portata volumetrica	Nm^3/h
-Temperatura	°C
-Pressione	bar
-Polveri	mg/Nm^3
-Monossido di carbonio	mg/Nm^3 CO
-Ossidi di azoto	mg/Nm^3 NO_2
-Acido Cloridrico	mg/Nm^3 HCl
-Ossigeno	% volume
-Ossidi di Zolfo	mg/Nm^3SO_2
-Acqua	% volume

- Dovrà essere , inoltre , messo a disposizione del pubblico un sistema di visualizzazione dei dati ambientali interconnesso , tramite linea telefonica commutata , con il calcolatore della Sala Controllo dell'impianto di termovalorizzazione.

  Tale postazione , denominata "Sportello Ecologico " , sarà costituita da un calcolatore in grado di supportare la comunicazione con il centro per l'aggiornamento dei dati di analisi nonché da una serie di pagine grafiche per la visualizzazione in tempo reale dei parametri sotto osservazione.

15.4 - Impianti di termodistruzione/termovalorizzazione dei rifiuti speciali.

E' da premettere che il quadro normativo nazionale (Decreto Legislativo 22/97 e successive modificazioni) prevede che la gestione dei rifiuti speciali sia disciplinata dall'Ente Pubblico , mentre l'onere dello smaltimento degli stessi rifiuti speciali (nella cui categoria rientrano anche i rifiuti pericolosi , tossici e nocivi) ricade interamente a carico del produttore stesso .

Per tale motivo la pianificazione regionale non deve individuare , come per i rifiuti urbani , i singoli impianti di trattamento e smaltimento necessari , ma soltanto criteri per soddisfare i fabbisogni.

Pertanto le informazioni di seguito riportate possono considerarsi soltanto un primo inquadramento della situazione regionale.

In Tab.15.5 è segnalata l'attuale situazione degli impianti di termodistruzione dei rifiuti , anche pericolosi ; ad essi potranno aggiungersi in tempi brevi gli impianti di termovalorizzazione di Tab. 15.6 , per cui risultano attualmente in istruttoria le richieste di autorizzazione.

Infine , un significativo flusso di rifiuti di origine agroalimentare nella Regione è rappresentato dalle sanse olearie , per le quali è stimabile una produzione di circa 450.000 tonnellate all'anno.

E' stato previsto un sistema di trattamento e valorizzazione delle sanse di cui sopra nell'ambito di un servizio integrato di valorizzazione delle biomasse , da realizzarsi in provincia di Crotone .

Si tratta di un impianto di trattamento delle sanse olearie umide (iniziativa della Società Euro Best Energy , partecipata in maggioranza dalla Euro Energy Group e da Sviluppo Italia) collegato ad un impianto di generazione di energia elettrica – ubicato nel Comune di Cutro (KR) - per la valorizzazione energetica di biomasse residuali di origine agroindustriale , agricola , forestale e dell'industria della prima lavorazione del legno .

Quest'ultima iniziativa è inserita nel Contratto d'Area di Crotone della Società ETA Srl , partecipata in maggioranza dalla Euro Energy Group .

L'impianto di generazione dell'energia elettrica da biomasse potrà utilizzare , oltre alle sanse umide provenienti dall'impianto di trattamento , residui provenienti

Tab. 15.5 - Impianti di Termodistruzionedei rifiuti anche pericolosi autorizzati

Provincia	n°impianti	capacità autorizzata t/a	tipo trattamento	stato	Tipologia di rifiuti
Catanzaro	1	7.000	D10	in esercizio	Rifiuti sanitari anche pericolosi ed alcune cat.di speciali
Crotone	2	8.500 22.000	D10 R1 ,R13	in esercizio non in esercizio	Rifiuti sanitari anche pericolosi ed alcune cat.di speciali
Reggio Calabria	1	5.100	D10	in esercizio	Rifiuti sanitari anche pericolosi ed alcune cat.di speciali
TOTALE	4	42.600			

Fonte:Piano Gestione Rifiuti 2001

Tab. 15.6 - Impianti di Termovalorizzazione dei rifiuti in corso di autorizzazione

Provincia	n°impianti	capacità autorizzata t/a	tipo trattamento	stato	Tipologia di rifiuti
Catanzaro	1	ND	D10	istruttoria in corso	Carcasse animali e residui macellazione
Crotone	1	21.600	D10	richiesta procedura di VIA	Pneumatici fuori uso e altri speciali non pericolosi
Cosenza	1	ND	D10	istruttoria in corso	Carcasse animali e residui macellazione
TOTALE	3	21.600+ND			

Fonte:Piano Gestione Rifiuti 2001

dalla manutenzione boschiva , potature agricole , vinacce e residui della lavorazione del legno , con un processo il cui fondamento si basa sull'ottenimento di una miscela stabile delle materie prime , in modo da valorizzarne il contenuto energetico , nel totale rispetto dei limiti di emissione richiesti dalla vigente legislazione.

L'impianto - della potenza netta di 14 Mw - potrà trattare circa 200.000 tonnellate all'anno di biomasse , cedendo alla rete elettrica oltre 100 milioni di kwh .

Nella Tab.7 sono riassunte le principali caratteristiche dell'impianto di Cutro , per cui Euro Energy Group ha sviluppato il progetto di fattibilità.

Nel mese di Febbraio 2002 la Società Elettroambiente del Gruppo ENEL ha siglato un accordo per entrare - attraverso la sottoscrizione di un aumento di capitale - nella struttura societaria di ETA Srl in vista della realizzazione dell'impianto.

L'impianto sarà realizzato da Enelpower , la Società di ingegneria del Gruppo Enel, insieme a Fortum Engineering e prevede un sistema di combustione a letto fluido che assicura un'elevata efficienza energetica , garantendo al contempo ottimi risultati sotto il profilo ambientale.

Tab 15.7 - Principali caratteristiche impianto termovalorizzazione biomasse di Cutro

Potenza lorda installata	Mw	16,5
Potenza netta installata	Mw	14
Funzionamento medio annuo	h	7.600
Produzione media annua	Gwh	106,4
Efficienza impianto	%	22% (sulla potenza netta)
Tipologia combustibile		Biomassa di origine ligneocellulosa Sansa
Quantità combustibile annua	t/a t/a	100.000 Ligneocellulosa 100.000 Sansa
Potere Calorifico Inferiore	kCal/kg kCal/kg	2.700 Ligneocellulosa 1.200 Sansa
Personale impiegato	unità unità	dirette:32 nell'indotto:150
Investimento complessivo	MEuro	50