



PROVINCIA
DI ROMA

Vice Presidenza
Assessorato Tutela Ambientale.

VICE PRESIDENTE E ASSESSORE ALLA TUTELA AMBIENTALE
Pina Rozzo

PROPOSTA DI



Sezione 5

**Studi di settore sulla potenzialità delle
Fonti Energetiche Rinnovabili**



**DIPARTIMENTO IV TUTELA AMBIENTALE
OSSERVATORIO PROMOZIONE QUALITÀ AMBIENTALE**
Direttore dott. Bruno Panico
Consulente scientifico ing. Andrea Masullo

SERVIZIO N. 3 . TUTELA ARIA ED ENERGIA
Dirigente dott. arch. Salvatore Nicoletti

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	ENERGIA GEOTERMICA.....	3
	2.1 Caratterizzazione geotermica del territorio nazionale e regionale	5
	2.2 Caratterizzazione geotermica del territorio romano.....	7
	2.3 Applicazioni per usi non elettrici	8
	2.4 Rassegna dei progetti in corso sull'utilizzo della risorsa	11
	2.5 Stima del potenziale geotermico.....	12
3	ENERGIA SOLARE TERMICA.....	15
	3.1 Elaborazione dei dati climatici	15
	3.2 Analisi territoriale	20
	3.3 Valutazioni conclusive	21
4	ENERGIA SOLARE FOTOVOLTAICA.....	22
	4.1 Valutazione del potenziale energetico.....	23
	4.2 Valutazioni conclusive	23
5	ENERGIA DA BIOMASSE.....	24
	5.1 Rassegna degli studi pregressi.....	24
	5.2 Individuazione delle superfici vocate agli usi energetici	27
	5.3 Potenziale delle biomasse agricole	29
	5.4 Potenziale delle biomasse forestali	30
	5.5 Potenziale delle biomasse zootecniche.....	32
	5.6 Potenziale dei biocarburanti	33
	5.7 Valutazioni conclusive	35
6	ENERGIA EOLICA.....	38
7	ENERGIA RISPARMIATA CON LA PREVENZIONE DEI RIFIUTI.....	42
	7.1 Linee di azione per una gestione "sostenibile" dei rifiuti.....	43
	7.1.1 Misure specifiche per la prevenzione	45
	7.2 Approccio "Life Cycle" alla gestione dei rifiuti.....	48

7.3 Stima del risparmio energetico associato ad uno scenario gestionale innovativo ..	50
7.4 Quadro riepilogativo.....	53
8 BIBLIOGRAFIA.....	54
APPENDICE A5.....	55

ELENCO TABELLE

Tabella 2.1 – Aree di possibile reperimento di fluidi geotermici	8
Tabella 3.1 - Irradiazione solare globale su superfici inclinate di 30° [MJ/m ² /g]	17
Tabella 3.2 Energia termica recuperata per metro quadro di collettore	19
Tabella 5.1 - Riepilogo dei quantitativi di biomassa disponibili (PER Lazio)	25
Tabella 5.2- Biomassa complessiva in t s.s. annue (Sviluppo Lazio)	27
Tabella 5.3 - Disaggregazione delle superficie provinciale totale (ha)	28
Tabella 5.4 - Disaggregazione della Superficie Agricola Totale (SAT) (ha)	28
Tabella 5.5 - Parametri di calcolo utilizzati per la valutazione dei quantitativi di biomassa di origine agricola	30
Tabella 5.6 – Bilancio energetico della filiera colza-biodiesel	34
Tabella 5.7 - Riepilogo del potenziale tecnico delle biomasse	37
Tabella 6.1- Siti eolici in Provincia di Roma individuati nel PER Lazio	39
Tabella 7.1 – Vantaggi energetici delle componenti merceologiche del rifiuto in funzione delle destinazioni finali	49
Tabella 7.2 – Disaggregazione merceologica della Raccolta Differenziata e del Residuo	51
Tabella 7.3 – Risparmio energetico ottenibile nei tre scenari a confronto	53

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:3/58
---	---	--

ELENCO FIGURE

Figura 2.1- Diagramma di Lindal con utilizzazioni dei fluidi geotermici tra 20° e 180°C.....	4
Figura 3.1 – Irradiazione solare su superfici inclinate di 30°	17
Figura 3.2 - Energia termica recuperata per metro quadro di collettore.	20
Figura 5.1 - Confronto tra le spese energetiche totali e il solo contributo energetico fornito dal biodiesel (valori in GJ/ha coltivato).	34
Figura 6.1 – Area di Civitavecchia – Tolfa: dettaglio estratto dalla mappa eolica del CESI	38
Figura 6.2 – Localizzazione dei siti eolici effettuata nel PER Lazio	40

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:1/58
---	---	--

1 PREMESSA

Nella presente sezione vengono stimati i benefici energetici derivanti dall'attuazione di interventi di sostituzione di fonti e vettori energetici tradizionali con risorse rinnovabili.

In particolare vengono esaminati i seguenti "ambiti di intervento":

- utilizzo della risorsa geotermica a bassa entalpia ;
- utilizzo della risorsa solare per usi termici nel civile
- utilizzo della risorsa solare per usi elettrici nel civile (pannelli fotovoltaici);
- utilizzo delle biomasse per usi termici nel civile per trazione nel trasporto ;
- utilizzo della risorsa eolica
- prevenzione nella produzione dei rifiuti

Gli interventi possono essere classificati in due categorie:

- interventi di tipo "diffuso", che interessano la collettività (le famiglie, i privati, etc) e quindi non sono tecnicamente georeferenziabili (tutti quelli del settore civile e il rinnovo del parco veicolare)
- interventi puntuali, che riguardano le infrastrutture e gli impianti e che sono facilmente individuabili.

Preme sottolineare che il Piano Energetico Provinciale costituisce lo strumento di base con cui la Provincia può delineare una politica energetica sostenibile. Si tratta pertanto di uno studio di primo livello (esteso ad un territorio di area vasta) che non può scendere nel dettaglio delle singole realtà comunali.

Per ogni ambito di intervento viene stimata l'energia finale non consumata (complessiva provinciale) su base annua (espressa in tep/a) grazie all'attuazione di quella tipologia di intervento. Detto valore costituisce il "potenziale energetico tecnico" dell'ambito di intervento da intendersi come il valore massimo tecnicamente conseguibile al netto di vincoli territoriali, limiti tecnico-economici, interventi già realizzati e nell'ipotesi che la tecnologia si diffonda completamente sul territorio provinciale (100%) .

Tenendo conto che gli interventi "diffusi" richiedono tempo per diffondersi presso la

	<p style="text-align: center;">PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER</p>	<p>Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:2/58</p>
---	---	---

collettività e che gli interventi puntuali richiedono tempo per essere realizzati, per ogni ambito di intervento è stato individuato il “profilo temporale di penetrazione della tecnologia”, che permette di calcolare i risparmi energetici conseguibili ai vari orizzonti temporali (2010, 2015, 2020, 2025, 2030) e quindi di tracciare gli scenari di correzione del bilancio energetico provinciale inerziale (“scenari energetici correttivi”)

Nei paragrafi che seguono sono descritte le tipologie di intervento, i criteri con i quali sono state effettuate le valutazioni energetiche e i risultati finali. Le tabelle di output contenenti il dettaglio delle elaborazioni sono riportate tutte nell'Appendice A5.

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:3/58
---	---	--

2 ENERGIA GEOTERMICA

Per energia geotermica si intende quella contenuta, sotto forma di "calore", all'interno della terra. L'origine di questo calore è in relazione con la natura interna del nostro pianeta e con i processi fisici che in esso hanno luogo. Tale calore (presente in quantità enorme, praticamente inesauribile) si dissipa con regolarità verso la superficie della terra, la quale emana calore nello spazio quantificabile in una corrente termica media di 0,065 Watt per metro quadrato. Il gradiente geotermico è in media di 3°C ogni 100 m di profondità, ossia 30°C ogni km.

Oltre alla produzione di energia elettrica con i vapori delle acque prelevate ad oltre 100 gradi centigradi, esiste un vastissimo territorio ove e' possibile il prelievo di acque calde sotto i 100 gradi centigradi, reperibili alle profondità già raggiunte dai tanti pozzi scavati nella ricerca del petrolio che potrebbero far fronte al riscaldamento domestico di interi quartieri e cittadine.

Tutta la zona dalla Toscana al Napoletano (Campi Flegrei) e' ricchissima di vapori e acque calde, con utilizzi (tutti da progettare e realizzare) di energia ad alta e bassa entalpia, cioè superiori e inferiori a 100 gradi centigradi.

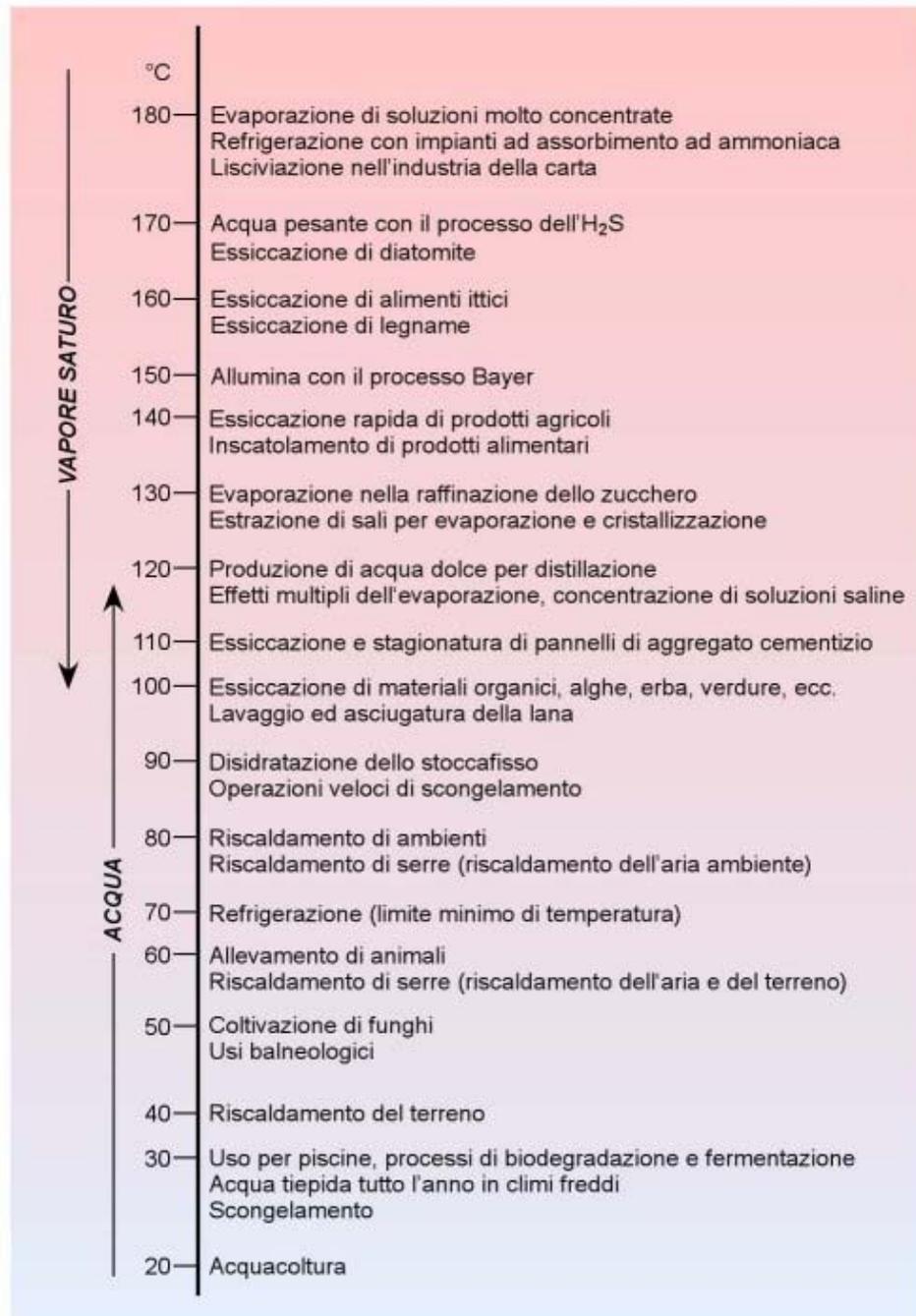
La produzione di elettricità è la forma di utilizzazione più importante delle risorse geotermiche ad alta temperatura (>150°C). Le risorse a temperatura medio – bassa (<150°C) sono adatte a molti tipi di impiego. Il classico diagramma di Lindal (Lindal, 1973), che mostra i possibili usi dei fluidi geotermici alle varie temperature, è sempre attuale e richiede soltanto l'aggiunta della generazione di elettricità con cicli binari sopra 85°C. Il limite inferiore di 20°C è oltrepassato solo in casi particolari o con l'uso delle pompe di calore. Il diagramma di Lindal mette in evidenza due aspetti importanti dell'utilizzazione delle risorse geotermiche:

- (a) con progetti a cascata o combinati è possibile estendere lo sfruttamento delle risorse;
- (b) la temperatura dei fluidi costituisce il principale fattore limitante la possibile utilizzazione.

L'ingegneria degli impianti industriali già esistenti, che utilizzano processi termici, può, in alcuni casi, essere modificata ed adattata ai fluidi geotermici, estendendone le possibili

applicazioni.

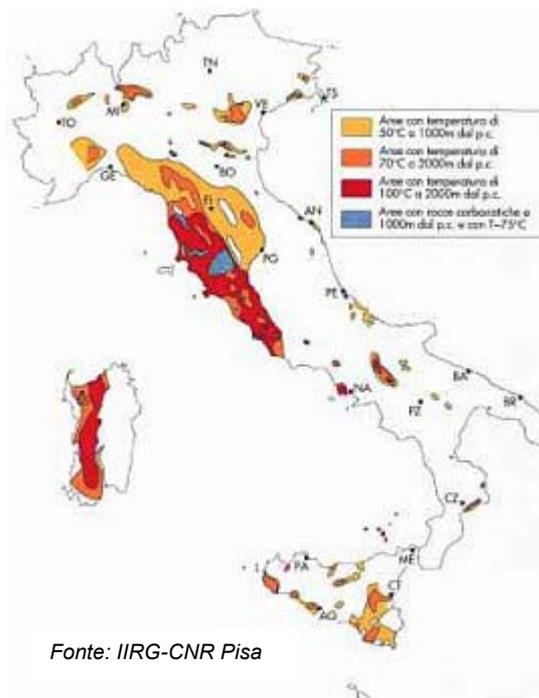
Figura 2.1- Diagramma di Lindal con utilizzazioni dei fluidi geotermici tra 20° e 180°C



2.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTERMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E REGIONALE

I risultati delle ricerche geotermiche condotte sul territorio nazionale negli ultimi anni hanno messo in luce notevoli potenzialità energetiche diffuse e a profondità economicamente accessibili, principalmente per uso diretto del calore.

L'Istituto Internazionale per le Ricerche Geotermiche (IIRG -CNR) ha realizzato un inventario con la caratterizzazione del territorio nazionale, utilizzando tutti i dati termici strutturali ed idrogeologici raccolti direttamente per ricerche geotermiche e indirettamente per altre ricerche minerarie, specialmente quelle per idrocarburi, resi disponibili da enti pubblici (ENEL-AGIP-CNR) e da compagnie private.



Fonte: IIRG-CNR Pisa

Il territorio nazionale è stato classificato in categorie a vario grado di interesse, a seconda della profondità del potenziale serbatoio e della temperatura in esso prevedibile. Sono state costruite mappe di temperatura alle profondità di 1000, 2000, 3000 m dal piano campagna e la mappa delle aree a maggiore interesse geotermico.

Il Lazio è coinvolto da un fenomeno geotermico che interessa tutta la fascia tirrenica preappenninica compresa tra l'Arno e la penisola sorrentina.

Le carte mettono in evidenza la presenza di una grande, praticamente unica, anomalia che interessa tutta la fascia preappenninica laziale compresa tra il Tevere ed il mare, a nord di Roma e la valle Latina ed il mare, a Sud.

All'interno di questa grande anomalia, le carte pongono in risalto una serie di "anomalie di

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:6/58
---	---	--

zona” centrate sulle strutture vulcaniche di Bolsena, Vico, Bracciano, Colli Albani, associate prevedibilmente alla risalita di fusi magmatici ed alle intrusioni che stanno alla radice dei suddetti vulcani.

Infine esistono “anomalie locali” o “superficiali” dovute a concentrazioni di fluidi caldi a modesta profondità in strutture particolarmente permeabili che coincidono con i campi geotermici (Alfina, Latera, Cesano).

Le formazioni prevalentemente carbonatiche d’età mesozoica della Serie Toscana, Umbro-Sabina e Laziale-Abruzzese costituiscono il potenziale serbatoio di interesse regionale¹.

Le potenzialità geotermiche del territorio regionale si possono quindi sintetizzare nei seguenti punti:

- nel Lazio settentrionale esistono ampie zone nelle quali si hanno notevoli probabilità di trovare, entro 1000 metri di profondità dal piano campagna acque a temperatura uguale o superiore a 50 °C, nell’ambito del potenziale serbatoio. La circolazione e l’emergenza di queste acque è spesso associata a strutture affioranti (Monte Canino) o sepolte a debole profondità del serbatoio carbonatico regionale (zona Viterbo, M.della Tolfa), altre volte, più raramente, le acque emergono dalla coltre vulcanica e tale emergenza corrisponde probabilmente a disturbi tettonici²;
- nel Lazio meridionale, nella zona immediatamente a sud di Roma il vulcano centrale dei Colli Albani ospita una notevole circolazione di “acque fredde” che mascherano, in parte, gli apporti profondi. Le principali sorgenti sono collocate ai margini del vulcano soprattutto in prossimità di affioramenti carbonatici. Una concentrazione di manifestazioni termali (20°C÷60°C) è presente al confine tra Lazio e Campania in prossimità dell’apparato vulcanico di Roccamonfina;
- il Lazio orientale (dove il serbatoio carbonatico affiora estesamente ed è sede di acque di infiltrazione meteorica) è pressochè sguarnito di indizi termali ad

¹ Per potenziale serbatoio geotermico si intende una formazione o un gruppo di formazioni geologiche che, per caratteristiche di permeabilità e volumetria, è in grado di ospitare fluidi economicamente e industrialmente sfruttabili (profondità modeste e temperature sufficientemente elevate) per produzione di energia elettrica e/o calore.

² Le manifestazioni termali sono localizzate per lo più intorno agli apparati vulcanici dei monti Volsini (18°÷35°C), Cimini e Sabatini (22°÷57°C), con massimi addensamenti nelle zone di Viterbo (63°C) e tra i monti della Tolfa ed il Lago di Bracciano (48°C÷57°C).

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:7/58
---	---	--

esclusione di una sorgente a 26°C in provincia di Rieti.

2.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTERMICA DEL TERRITORIO ROMANO

La principale base dati del presente studio è rappresentato dal Piano Energetico della Regione Lazio - Volume 16 "Geotermia" – Enea-Aicom 2001.

Il PER Lazio ha recepito uno studio svolto nel 1999 da ENEL- Divisione Produzione – Direzione di Produzione Geotermica che riportava gli esiti delle esplorazioni (fatte in JV con AGIP) sul territorio laziale. Lo studio ENEL andava quindi a completare la caratterizzazione geotermica della Regione Lazio che era stata avviata con le ricerche geotermiche degli anni 50 e 60. Dalla lettura delle ultime pubblicazioni dell'IIRG – CNR è emerso che dal 1999 non sono state effettuate nuove campagne esplorative sul suolo laziale.

Si può quindi concludere che lo stato delle conoscenze in materia è rimasto pressoché invariato.

Si riporta di seguito l'elenco dei siti geotermici ad oggi conosciuti sul territorio romano. La tavola TER05 illustra la localizzazione delle aree con temperature $\geq 50^{\circ}\text{C}$ all'interno dei serbatoi fino a 2000 m dal piano campagna³:

- nell'area tra Civitavecchia, Allumiere, Tolfa e S. Marinella sono presenti emergenze di acque calde in corrispondenza di un sistema idrotermale nelle formazioni carbonatiche, accertato da alcuni pozzi, a profondità di centinaia di metri e temperature di 50 – 80 °C. In località Pantani, alla periferia di Civitavecchia, è operativo un complesso di serre totalmente riscaldate con calore geotermico;
- nell'area di Bagni di Stigliano (ad Ovest di Manziana-Bracciano) emergono acque con circa 50 °C; ancora non è stato definito univocamente la natura del

³ Le carte geotermiche vanno considerate per i loro aspetti generali, poiché vi è un fattore di incertezza dovuto ai dati disponibili che è quello legato alla permeabilità delle rocce serbatoio. Se infatti queste, per definizione, possono essere considerate permeabili in generale, non è detto che lo siano sempre su un piano locale e puntuale: localmente, cioè, quello che è un potenziale serbatoio può essere poco permeabile o addirittura impermeabile e quindi, anche se caldo, non in grado di cedere energia in quantità apprezzabili.

sistema idrotermale profondo, che potrebbe essere legato a quello della Tolfa o a quello più profondo e più caldo dei Monti Sabatini;

- a sud di Roma un pozzo (profondo solo 790 m) perforato nell'area del Divino Amore rivela la presenza di temperature non elevate (circa 50 °C);
- nell'area dei Colli Albani la zona più interessante dovrebbe essere quella centrale dell'edificio vulcanico, sulla quale insiste il parco naturale. In questa zona il serbatoio geotermico profondo dovrebbe trovarsi a circa 1500 - 2000 metri di profondità, con temperature stimabili di almeno 100-150 °C. Il potenziale serbatoio geotermico si approfondisce allontanandosi dalla parte centrale dell'edificio vulcanico verso Ovest e Sud;
- nell'area di Ariccia, il serbatoio dovrebbe essere localizzato ad una profondità di 2000-2500 metri con una temperatura degli eventuali fluidi contenuti presumibilmente compresa tra 100 e 150 °C.

Le aree segnalate sono indicative; esse servono come valida base per la pianificazione dell'uso delle risorse geotermiche presenti e per l'impostazione di ricerche di dettaglio per il loro reperimento con pozzi.

Tabella 2.1 – Aree di possibile reperimento di fluidi geotermici

Località	Temperatura prevista (°C)	Profondità' del tetto del potenziale serbatoio (m)
Civitavecchia – Tolfa	50÷80	300÷1000
Colli Albani – Ariccia	100÷150	1600

Come si evince dal quadro su riportato si tratta di sorgenti geotermiche a bassa entalpia che si prestano per applicazioni nel campo degli usi termici e del riscaldamento/raffrescamento nel settore residenziale e terziario.

2.3 APPLICAZIONI PER USI NON ELETTRICI

Nel campo della “bassa entalpia” a seconda della temperatura del fluido geotermico sono possibili svariati impieghi:

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:9/58
---	---	--

- acquicoltura (al massimo 38 °C),
- serricoltura (38 - 80 °C),
- usi civili (riscaldamento ambientale, riscaldamento di piscine e serre, pompe di calore, teleriscaldamento) (80 - 100 °C),
- usi industriali (almeno 150 °C),
- e molti altri.

Uno dei principali limiti nell'utilizzazione diretta dei fluidi geotermici risiede nella necessità del loro uso locale. Infatti risulta troppo costoso trasportare il fluido, con lunghe condutture coibentate lontano dai pozzi di perforazione. Inoltre per il miglior utilizzo delle risorse geotermiche come fonte di calore si dovrebbe sfruttare al massimo il valore termico del fluido, con i seguenti accorgimenti:

- estendere al massimo l'impiego del calore ; operare quindi in zone con più lunga stagione di riscaldamento oppure utilizzare il calore per il raffreddamento estivo di uffici o abitazioni ; usare il riscaldamento di sera in inverno ed essiccatoi in estate per prodotti agricoli, ecc ;
- usare il calore in cascata (riscaldando prima serre e quindi un impianto che ha bisogno di poca temperatura come la piscicoltura).

Impianti geotermici per teleriscaldamento

Il teleriscaldamento è uno dei modi più interessanti per usare direttamente i fluidi geotermici a bassa temperatura (80 - 100 °C).

Consiste nell'usare il fluido geotermico per scaldare direttamente, tramite degli scambiatori di calore, l'acqua circolante nei corpi scaldanti (radiatori, termoconvettori o pannelli radianti) dell'impianto di riscaldamento delle abitazioni.

I locali necessari per una centrale di teleriscaldamento geotermico sono contenuti nei volumi e possono essere mimetizzati in ambito cittadino, anche perché nel sistema non sono coinvolti combustibili e il fluido utilizzato non ha temperature tali da creare pressioni pericolose.

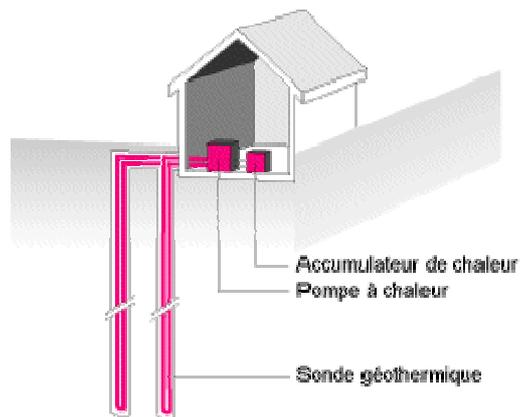
I parametri prestazionali di impianti già in esercizio in altre realtà italiane (p.e. Ferrara e Castelnuovo) dicono che

- i risparmi energetici dei sistemi dove la risorsa geotermica ha una temperatura di circa 100 °C sono eccellenti, sia in valore assoluto che in percentuale;
- l'utilizzazione della potenza geotermica in sistemi grandi, è più elevata di quella dei piccoli sistemi, per quanto alta possa essere la temperatura della fonte di calore.

Sistemi a sonde per geoscambio termico a pompa di calore

Detti anche GHP (Geothermal Heat Pump, pompe di calore geotermiche) sono sistemi elettrici di riscaldamento e raffreddamento che traggono vantaggio dalla temperatura relativamente costante del suolo durante tutto l'arco dell'anno. Possono essere applicati ad una vasta gamma di costruzioni, in qualsiasi luogo del mondo, abitazioni residenziali, villette, edifici commerciali, scuole, piscine, serre e capannoni, hotel e uffici.

Le sonde geotermiche sono degli scambiatori di calore interrati verticalmente (si tratta, normalmente, di tubi ad U) nei quali circola un fluido termoconduttore.



Durante l'inverno l'ambiente viene riscaldato trasferendo energia dal terreno all'abitazione mentre durante l'estate il sistema s'inverte estraendo calore dall'ambiente e trasferendolo al terreno.

Di inverno per mantenere gli ambienti abitati a temperatura di comfort intorno ai 20°, è necessario garantire un salto di temperatura di solo 20°-25° (infatti le temperature per i fluidi di riscaldamento degli impianti è sufficiente che arrivino 35°, partendo da acqua disponibile già a 10°- 15°). In queste condizioni, il rapporto tra calore reso all'impianto di riscaldamento e la potenza richiesta dalla pompa di calore nelle buone macchine moderne si aggira intorno a 4, potendo giungere anche a 5. Ciò significa che, spendendo 1 kW elettrico per l'azionamento dell'impianto si ottengono almeno 4 kW termici per l'utenza; gli altri 3 KW, ovvero il 75% del fabbisogno termico, vengono prelevati dal

	<p>PEP ROMA</p> <p>SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER</p>	<p>Commessa: n. 692</p> <p>Data: 12-07-06</p> <p>N° Pagine:11/58</p>
---	--	--

sottosuolo. Per questo l'impianto ad energia geotermica costa, in esercizio, circa 1/3 di un impianto tradizionale⁴

2.4 RASSEGNA DEI PROGETTI IN CORSO SULL'UTILIZZO DELLA RISORSA

Si possono segnalare due studi in merito alle possibili applicazioni della risorsa geotermica a bassa entalpia sul territorio della Provincia di Roma

- F. Asdrubali, R. Baruffa: "Possibilità di sfruttamento di un nuovo bacino geotermico nei Castelli Romani", Quaderno CIRIAF n. 1, Perugia, dicembre 1998.
- "Utilizzo dell'energia geotermica del sottosuolo romano" - UniRoma3 – Prof. Barberi

Nella pubblicazione del CIRIAF sono presentati i risultati di uno studio di fattibilità tecnico - economica sul possibile impiego della risorsa geotermica presente ad Ariccia per il teleriscaldamento e la climatizzazione estiva.

La zona in cui dovrebbe essere disponibile il fluido geotermico (temperatura prevista 130-150°C; portata 100-400 m³/h) è infatti caratterizzata da una discreta presenza di edifici residenziali e di un policlinico da 500 posti letto (in corso di realizzazione), con consistenti fabbisogni termici nell'arco di tutto l'anno.

Si sono calcolati i carichi termici estivi ed invernali delle utenze e, sulla base dei dati relativi a portate e temperature attese del fluido geotermico, si è dimensionata una rete di teleriscaldamento a servizio di una cubatura residenziale di circa 200.000 mc (oltre 2.000 abitanti) e del Policlinico (circa 160.000 mc). La rete alimenta, nel periodo invernale, gli impianti di riscaldamento degli edifici residenziali e le diverse utenze termiche dell'Ospedale, mentre nel periodo estivo la macchina frigorifera ad assorbimento a servizio dell'impianto di condizionamento del Policlinico.

⁴ Una abitazione da circa 20 KW di fabbisogno che necessita di 1800 ore di funzionamento all'anno ottiene un fabbisogno energetico di circa 40000 KWh/anno (compresa acqua calda sanitaria), con una spesa in gasolio di circa 4500 €/anno, tenendo presente il potere calorico teorico del combustibile ed il rendimento medio annuo. Lo stesso fabbisogno energetico con l'impianto geotermico, ponendo il rendimento medio pari a 4, necessita di un'energia elettrica di circa 10000 KWh, che equivale a circa 1400 €/anno.

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:12/58
---	---	---

Si è pertanto simulato il funzionamento dell'impianto e si è effettuata un'analisi economica dei costi complessivi dell'intervento.

I risultati mostrano che, per soddisfare il fabbisogno termico delle utenze considerate, è sufficiente una portata, pari a 250 m³/h, compatibile con quella attesa dalle perforazioni, e che l'investimento complessivo ha un tempo di ritorno sufficientemente breve.

L'analisi tecnico-economica mostra che l'intervento proposto è particolarmente interessante ed incoraggia la prosecuzione dello studio con l'analisi di altre utenze (serre, impianti termali) a valle della rete di teleriscaldamento.

Lo studio del Prof. Barberi presso l'Università di Roma 3 fa invece riferimento all'utilizzo del fluido geotermico nella città di Roma. Si tratta di un progetto pilota che dovrebbe coinvolgere un primo gruppo di abitazioni per dimostrare la fattibilità e la convenienza dell'uso dei fluidi geotermici. Si è individuata una prima zona cittadina corrispondente all'area di riqualificazione urbana di via Giustiniano Imperatore (zona Marconi -Ostiense Colombo) approfittando del fatto che diversi edifici devono essere abbattuti e ricostruiti a causa di gravi dissesti. Una volta conclusa la sperimentazione, il sistema potrebbe essere esteso a tutti quegli altri quartieri della Capitale in cui risulta conveniente applicarlo. Per quanto riguarda i finanziamenti si pensa di attingere a un capitolo dei Programmi Strategici di Ricerca specificatamente dedicato al risparmio energetico, che prevede il coinvolgimento di soggetti pubblici e privati.

2.5 STIMA DEL POTENZIALE GEOTERMICO

Presentiamo di seguito una stima ragionata degli usi termici della geotermia in Provincia di Roma. Si è seguita la seguente procedura:

1. si è stimata l'energia geotermica estraibile da quei siti su cui sono in corso progetti e/o studi di fattibilità in merito a possibili iniziative di sfruttamento;
2. partendo dal risultato ottenuto si è fatta una ipotesi di possibile diffusione della tecnologia (se stimolata dalle azioni che l'Amministrazione Provinciale dovrà promuovere) per stimare un potenziale ragionevolmente utilizzabile nel 2030.

Nel compilare i dati ci si è attenuti alle regole adottate a livello internazionale (Atti dei Congressi WGC 1995 e 2000) con alcune semplificazioni indotte dalla disponibilità di dati

nonché dalla necessità di snellire le elaborazioni, considerato il livello di approfondimento del presente studio. Il tabulato internazionale standard riporta i seguenti dati:

- tipo di uso;
- portata massima (kg/s) erogabile dall'impianto
- temperatura di entrata (massima) e di uscita (minima) (°C);
- potenza termica dell'impianto (MWt);
- utilizzo nel corso dell'anno (effettivo) con valori di portata media annua (kg/s);
- energia utilizzata (TJ/a);
- fattore di potenza (utilizzo %).

Si riporta di seguito un prospetto che illustra sinteticamente il metodo di calcolo con cui si è stimata l'energia geotermica utilizzabile per ogni sito. Si è ipotizzato per tutti i siti l'uso per il riscaldamento ambientale.

Portata massima erogabile dall'impianto : Q_{max} [kg/s]	Stimata sulla base dei dati disponibili
Temperatura di entrata (massima) e di uscita (minima) [°C]	Stimate sulla base dei dati disponibili
Potenza termica dell'impianto : P [MWt]	Calcolata: $Q_{max} \times (T_{in} - T_{out}) \times 0.004184$
Fattore di utilizzo (capacity factor) nel corso dell'anno (effettivo) con valori di portata media annua : CF [%]	Desunto dalle statistiche nazionali sugli usi diretti della risorsa geotermica (per riscaldamento ambienti 40%)
Energia utilizzata : E [TJ/a]	Calcolata: $CF \times P / 0.03171$
Portata media annua : Q_m [kg/s]	$E / [(t_{in} - t_{out}) \times 0.1319]$

Nell'Appendice A5 si riporta la tabella dei risultati. Per completezza si sono riportati anche i dati consuntivi dell'impianto a servizio dell'azienda agricola di Pantani a Civitavecchia.

La metodologia descritta consente in sostanza di individuare il potenziale geotermico provinciale "minimo", cioè quello desumibile dalle conoscenze attuali sulla risorsa accertata.

Partendo da questo valore minimo si possono formulare delle ipotesi per stimare un

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:14/58
---	---	---

valore quantomeno orientativo sul potenziale geotermico provinciale proiettato al 2030.

In effetti, tenuto conto che negli ultimi anni (dal 1994 al 2000) a livello nazionale la potenza geotermica installata è triplicata e considerato che è consistente la porzione del territorio provinciale interessata dalla risorsa geotermica a bassa entalpia, è ragionevole attendersi che il potenziale provinciale possa in 20-25 anni arrivare cautelativamente a 120 ktep .

La stima prescinde da valutazioni economiche che dovranno essere prese in considerazione negli studi di fattibilità delle singole iniziative.

Il risultato positivo emerso nello studio relativo al caso di Ariccia comunque costituisce un promettente punto di partenza.

Probabilmente per vincere le inerzie iniziali sono ancora oggi necessari incentivi economici. Tuttavia non si possono trascurare i vantaggi ambientali, ed il conseguente miglioramento della qualità della vita, che questo tipo di progetti permette di realizzare. Il loro sostegno pubblico é pertanto giustificato, anche perché appare tra i meno onerosi per il perseguimento degli obiettivi di Kyoto.

E' necessaria anche una diffusione di conoscenze tecniche che oggi i responsabili delle decisioni, sia operatori privati che amministratori pubblici, non hanno.

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:15/58
---	---	---

3 ENERGIA SOLARE TERMICA

I captatori solari a bassa temperatura raccolgono l'energia radiante del sole e la convertono in energia termica che trasferiscono ad un fluido termovettore utilizzato, in genere, per il riscaldamento di acqua sanitaria.

Il più noto captatore solare a bassa temperatura è il pannello solare (o collettore solare). Esso è generalmente costituito da una piastra canalizzata (di rame o di alluminio), in cui la faccia esposta alla radiazione solare è annerita (per massimizzare l'assorbimento dell'energia solare) ed è coperta con il vetro (che è trasparente alla radiazione solare ma opaco alla radiazione infrarossa emessa dalla piastra che si riscalda).

Le limitazioni tecnologiche dei collettori solari in genere non consentono di soddisfare integralmente il fabbisogno termico, qualunque sia la tipologia di utenza.

I problemi emergono soprattutto nei mesi freddi, quando la domanda cresce e l'offerta diminuisce. L'impianto tipo deve quindi essere comunque integrato da una caldaia di soccorso.

La stima del potenziale della risorsa solare scaturisce dall'incrocio dell'"offerta" rappresentata dalla disponibilità di superfici da occupare con i pannelli solari, con la "domanda" di energia compatibile con i livelli termici consentiti da questi sistemi (prevalentemente acqua calda sanitaria).

L'analisi si articolerà nelle seguenti fasi:

- calcolo dell'offerta termica per superficie unitaria di collettori;
- valutazione delle superfici impegnabili;
- stima dell'energia termica producibile.

3.1 ELABORAZIONE DEI DATI CLIMATICI

Per quantificare l'energia utilizzabile si è tenuto conto che solo una parte dell'energia incidente sulla superficie captante riesce ad essere trasferita al circuito utilizzatore.

H_0 [kWh/m²/g] è l'irradiazione solare globale giornaliera media mensile che incide su una

superficie inclinata sull'orizzontale di un angolo. Questa grandezza rappresenta l'energia solare che arriva per unità di area al suolo terrestre e si calcola utilizzando opportuni coefficienti correttivi (che tengono conto anche dell'azimut), con la seguente formula:

$$H = C \times H_0$$

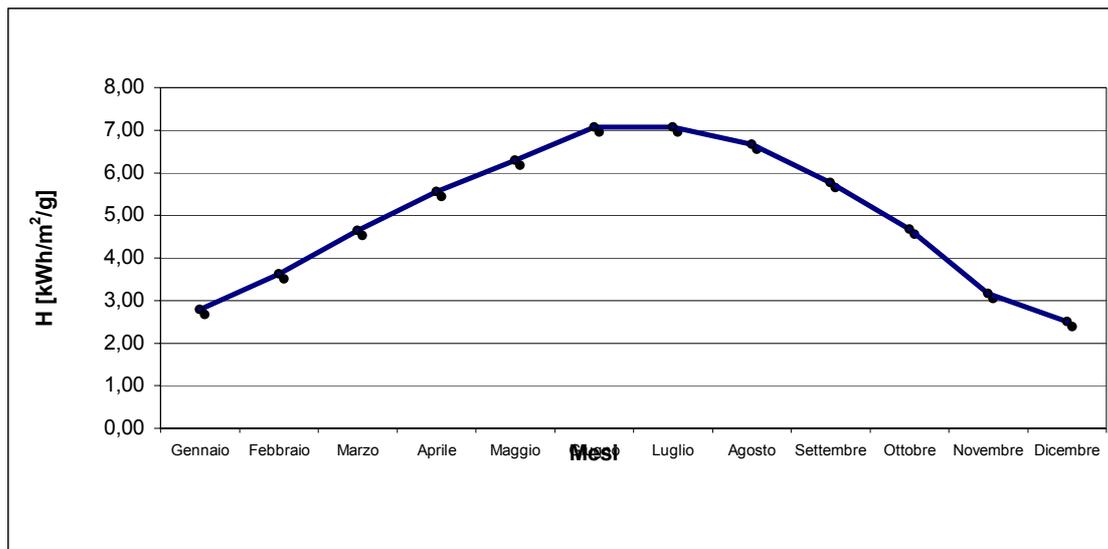
Dalla normativa Uni 10349 è possibile acquisire i dati climatici convenzionali necessari per la stima dell'irradiazione solare globale giornaliera.

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:17/58
---	---	---

Tabella 3.1 - Irradiazione solare globale su superfici inclinate di 30° [MJ/m²/g]

mese	H _{bd} diretta	H _{dd} diffusa	H _o totale	Variante:	H _q [30°]	H _m [30°]
	(MJ/m ² /g)			coeff	[MJ/m ² /g]	[kWh/m ² /mese]
Gennaio	2,9	3,4	6,3	1,59	10,017	86,26
Febbraio	3,9	5,3	9,2	1,42	13,064	101,61
Marzo	5,3	8,4	13,7	1,22	16,714	143,93
Aprile	6,7	12,2	18,9	1,06	20,034	166,95
Maggio	7,3	16,3	23,6	0,96	22,656	195,09
Giugno	7,5	18,2	25,7	0,99	25,443	212,03
Luglio	6,6	20,5	27,1	0,94	25,474	219,36
Agosto	6,2	17,1	23,3	1,03	23,999	206,66
Settembre	5,3	12,3	17,6	1,18	20,768	173,07
Ottobre	4,1	8,1	12,2	1,38	16,836	144,98
Novembre	3,1	4,2	7,3	1,56	11,388	94,90
Dicembre	2,6	2,8	5,4	1,67	9,018	77,66
media	5,1	10,7	15,9		17,95	1822,5

Figura 3.1 – Irradiazione solare su superfici inclinate di 30°



	<p>PEP ROMA</p> <p>SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER</p>	<p>Commessa: n. 692</p> <p>Data: 12-07-06</p> <p>N° Pagine:18/58</p>
---	--	--

Il rendimento

Il rendimento (R) di un collettore solare è funzione delle varie temperature del fluido termovettore e dell'ambiente a cui è esposto:

- Tfi, temperatura di ingresso del fluido termovettore;
- Tfu, temperatura di uscita del fluido termovettore;
- Tm, temperatura media giornaliera dell'area esterna.

Un aspetto termofisico molto importante che limita pesantemente l'uso dei collettori solari interessa proprio il rendimento, che può assumere valori negativi quando l'irradiazione non è sufficiente a bilanciare le fughe termiche dalla piastra.

Il fenomeno si manifesta soprattutto in inverno quando la differenza Tfi-Tm è consistente mentre l'irradiazione si trova sui valori minimi dell'anno.

E' evidente quindi che l'efficienza è maggiore nelle applicazioni a bassa temperatura. Ciò significa che in inverno è opportuno limitare sia la temperatura di ingresso del fluido nel collettore (Tfi) che quella di uscita del fluido dal collettore solare (ovvero la temperatura di utilizzo, Tfu).

Tenuto conto di queste considerazioni si sono stimate le due temperature del fluido termovettore pari a:

- Tfi=35°C;
- Tfu=50°C.

Ipotesi cautelative

Allo scopo di valutare con un certo margine di sicurezza l'apporto potenziale dell'energia solare al soddisfacimento del fabbisogno di acqua calda per usi sanitari sono state fatte alcune assunzioni riduttive:

- 1) come temperatura media giornaliera dell'area esterna (Tm) è stata scelta quella media mensile, che viene riportata in documenti ufficiali (vedi UNI-CTI n° 10349), al posto della più corretta temperatura diurna media mensile. Con ciò si ha un incremento delle perdite convettive verso l'ambiente esterno, con una riduzione dell'energia utile raccolta; in ogni caso la riduzione è molto modesta e quindi tale da non influire sul livello di approssimazione dei risultati;
- 2) il collettore scelto presenta un solo vetro di copertura e una verniciatura non selettiva della piastra assorbente: è quindi il componente che garantisce le

minime prestazioni;

- 3) la temperatura di ingresso del fluido termovettore nel collettore solare è stata scelta costante e pari a 42°C; la scelta della costanza della temperatura è imposta dalla metodologia di calcolo, che fornisce risultati tanto più precisi quanto più elevato è il rapporto tra il volume di accumulo e la superficie dei collettori. La scelta del valore di 42°C è legata al livello termico a cui viene utilizzata l'acqua calda, e si assume che tutta l'energia solare immagazzinata a partire da quel livello termico venga utilizzata per soddisfare il fabbisogno di acqua calda sanitaria.

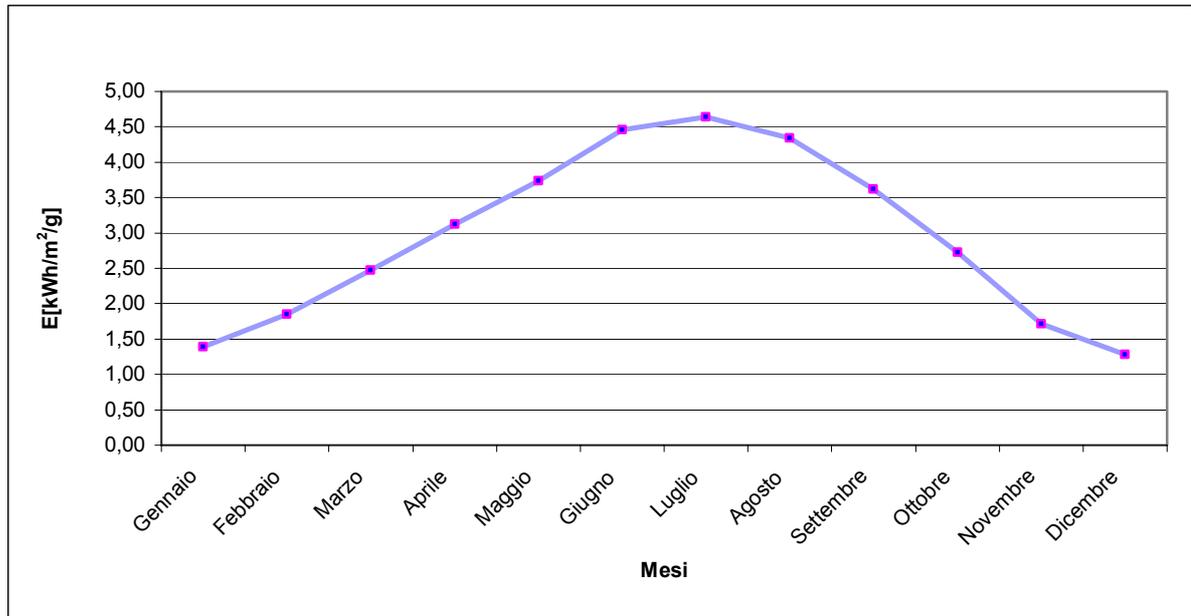
Sintesi dei risultati

Nella tabella sottostante è riportata una sintesi dei risultati delle elaborazioni. Sono evidenziati i dati climatici di ingresso e l'energia utile recuperata (E) per m² di collettore.

Tabella 3.2 Energia termica recuperata per metro quadro di collettore

Mese	H [kWh/m ² /g]	Ta [°C]	ΔT [°C]	η	E/giorno x m ² [kWh/m ² /g]
Gennaio	2,78	7,60	34,90	0,50	1,39
Febbraio	3,63	8,70	33,80	0,51	1,85
Marzo	4,64	11,40	31,10	0,53	2,47
Aprile	5,57	14,70	27,80	0,56	3,12
Maggio	6,29	18,50	24,00	0,59	3,73
Giugno	7,07	22,90	19,60	0,63	4,46
Luglio	7,08	25,70	16,80	0,66	4,64
Agosto	6,67	25,30	17,20	0,65	4,35
Settembre	5,77	22,40	20,10	0,63	3,62
Ottobre	4,68	17,40	25,10	0,58	2,73
Novembre	3,16	12,60	29,90	0,54	1,72
Dicembre	2,51	8,90	33,60	0,51	1,28
Media	4,99	16,34	26,16	0,57	2,95

Figura 3.2 - Energia termica recuperata per metro quadro di collettore.



L'energia utile recuperata (E) viene utilizzata nell'Analisi territoriale per la stima delle superfici da impegnare.

3.2 ANALISI TERRITORIALE

L'analisi territoriale sarà finalizzata alla determinazione della superficie captante disponibile. Questa superficie, costituita essenzialmente da una determinata porzione della superficie totale dei tetti, è stata stimata in base alle caratteristiche (anno di costruzione e tipologia edilizia) delle abitazioni presenti sul territorio provinciale.

I dati ISTAT hanno consentito di approfondire lo studio del patrimonio residenziale. In particolare si sono suddivise le varie tipologie edilizie in:

- Edifici "storici";
- Edifici "non storici";

La superficie utilizzabile sulle coperture per le applicazioni solari, di seguito definita "superficie utile", è stata calcolata adottando le seguenti percentuali:

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:21/58
---	---	---

- 23% per gli edifici "storici" (con tetti a falda)
- 45% per gli edifici "non storici" (con coperture piane).

Il potenziale tecnico della risorsa è stato ricostruito immaginando di coinvolgere il 50% dell'intero parco edilizio provinciale.

3.3 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Per stimare l'energia termica producibile è stato valutato il potenziale della risorsa utilizzando dei valori di energia utile recuperabile e di temperatura media giornaliera dell'area esterna pari alla media annuale:

- $H = 4,99 \text{ kWh/m}^2/\text{g}$
- $T_m = 16,34 \text{ °C}$

In queste condizioni ambientali, il rendimento (R) del collettore e l'energia termica recuperata per metro quadro di collettore (E) risultano pari a:

- $R = 57\%$
- $E = 3,43 \text{ kWh/m}^2/\text{g}$

Si riporta in appendice A5 la tabella riepilogativa in cui sono sintetizzati i dati sul patrimonio abitativo e l'energia termica recuperabile.

Dai risultati ottenuti emerge la possibilità di coprire per intero il fabbisogno termico provinciale per la produzione di acqua calda sanitaria (670 kWh/anno/ab) e per circa il 20% il fabbisogno termico provinciale per il riscaldamento ambientale (3700 kWh/anno/ab).

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:22/58
---	---	---

4 ENERGIA SOLARE FOTOVOLTAICA

Il processo fotovoltaico si basa sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori opportunamente trattati, come il silicio, di generare direttamente energia elettrica quando vengono esposti alla radiazione solare. La conversione della radiazione solare avviene con un rendimento del 12% ÷ 15% nella cella fotovoltaica; ogni cella è in grado di produrre circa 1,5 W a tensione di 0,6 V. Decine di celle collegate elettricamente formano un modulo (50 ÷ 100 W), componente elementare dei sistemi fotovoltaici. Più moduli collegati in serie e parallelo sono in grado di fornire potenza richiesta dalle diverse applicazioni. Altro componente dell'impianto è l'inverter che trasforma la corrente continua generata dall'impianto in corrente alternata.

Al momento le applicazioni impiantistiche di maggiore interesse riguardano gli impianti a servizio diretto di utenze civili, siano esse isolate o connesse alla rete elettrica.

Per le utenze isolate l'energia fotovoltaica può rivelarsi competitiva allorché si prendono in considerazione i benefici (ottenibili in termini di salvaguardia di contesti ambientali spesso pregiati) ed i costi evitati: costi di allacciamento (che possono essere anche molto elevati); costi per trasporto di combustibile (quando l'utenza è servita con generatori diesel); costi per manutenzione dell'impianto.

Per le utenze grid-connected i sistemi prevedono taglie comprese tra 1 e 100 kW da collegare alla rete elettrica in bassa tensione a mezzo di convertitori statici. Questi impianti non necessitano di accumulo in quanto nelle ore in cui il generatore non produce energia sufficiente per coprire la domanda di elettricità è la rete a fornire l'energia richiesta. Viceversa se il sistema fotovoltaico produce più energia elettrica di quanto sia effettivamente richiesto dal carico, il surplus viene trasferito alla rete. Due contatori contabilizzano gli scambi tra utente e la rete.

Lo sfruttamento della risorsa solare presenta ampi margini di diffusione; venendo a mancare un limite superiore alla potenzialità naturale della risorsa (la radiazione solare) gli unici fattori che possono controllare lo sviluppo di questa forma di energia sono quelli culturali e di mercato.

4.1 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ENERGETICO

La formula per calcolare l'energia producibile dall'unità di superficie captante su base mensile è la seguente:

$$G_{\text{mese}} = \varepsilon_{\text{mod}} \times H_{\text{mese}} \quad [\text{kWh/m}^2\text{g}]$$

dove:

- ε_{mod} è il rendimento medio per l'efficienza di conversione dei moduli fotovoltaici; è stato fissato pari al 12%;
- H_{mese} è l'irradiazione solare globale media del mese.

Anche per le applicazioni fotovoltaiche, la superficie utilizzabile sulle coperture, di seguito definita superficie utile, è stata calcolata adottando le seguenti percentuali:

- 23% per gli edifici "storici" (con tetti a falda)
- 45% per gli edifici "non storici" (con coperture piane).

Il potenziale tecnico della risorsa è stato ricostruito immaginando di coinvolgere il 40% dell'intero parco edilizio provinciale.

4.2 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Le considerazioni sviluppate per il "solare termico" possono essere estese al "solare fotovoltaico". Anche per questa risorsa il fattore che controlla lo sviluppo della tecnologia è l'evoluzione della domanda più che la disponibilità di spazi o la potenza della radiazione solare.

Nella tabella in appendice A5 si riportano i valori di superficie utile e di energia elettrica producibile mediante le applicazioni fotovoltaiche.

Si può notare che il fabbisogno energetico totale della Provincia di Roma per la produzione di energia elettrica (corrispondente a 1.300 KWhe/anno/ab) verrebbe coperto per circa il 28,5% dall'installazione dei pannelli FV (scenario di massimo potenziale tecnico).

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:24/58
---	---	---

5 ENERGIA DA BIOMASSE

La biomassa rappresenta la più consistente tra le fonti di energia rinnovabile anche se esistono molteplici difficoltà di impiego dovute all'ampiezza e all'articolazione delle fasi che costituiscono le singole filiere.

Le biomasse possono essere classificate in dipendenza del tipo di origine e di utilizzo dei prodotti energetici finali. Più in particolare si distinguono:

- biomasse residuali o dedicate di origine agro – forestale da destinare alla produzione di combustibili solidi (materiale sfuso, legna da ardere in ciocchi, cippato, pellet ecc.) idonei per impianti termici di piccola, media e grande taglia (potenze termiche massime di 50-100 MW e minime di pochi kW);
- biomasse residuali solide umide (>60-70%; esempio: cascami della lavorazione delle produzioni orticole e fruttifere, fanghi di depurazione dell'industria alimentare, deiezioni animali, residui dell'industria saccarifera ecc.) da avviare a processi di fermentazione anaerobica per la produzione di biogas da destinare a scopi energetici (calore e/o elettricità);
- biomasse idonee per la produzione di biocombustibili liquidi, da impiegare nell'autotrazione in sostituzione del gasolio e della benzina.

5.1 RASSEGNA DEGLI STUDI PREGRESSI

Si riportano le conclusioni di due autorevoli studi relativi alla valutazione del potenziale energetico delle biomasse nella Provincia di Roma:

- Piano Energetico della Regione Lazio – Volume 20 “Biomasse vegetali” - Enea 2001
- Quaderni di Sviluppo Lazio – Anno II – Numero 5 “Le potenzialità della biomassa nel Lazio” – Ottobre 2005

La stima dell'istituto Sviluppo Lazio è stata eseguita con un metodo speditivo ma ha il pregio di essere più aggiornata e più completa poiché abbraccia anche la potenzialità del "verde pubblico" e della "selvicoltura a breve rotazione (SRF)".

In entrambi gli studi manca la valutazione del producibilità potenziale di biocarburanti da colture dedicate.

Risultati dello Studio ENEA (PER Lazio)

Lo Studio ENEA ha consentito di stimare in circa 165 kt/anno di sostanza secca il quantitativo complessivo di biomasse vegetali potenzialmente utilizzabile a fini energetici nella Provincia di Roma.

Tabella 5.1 - Riepilogo dei quantitativi di biomassa disponibili (PER Lazio)

<i>(kt/anno s.s.)</i>	<i>Sottoprodotti⁵</i>				
<i>Bacino</i>	<i>Erbacee</i>	<i>Arborei</i>	<i>Forestali</i>	<i>Agroind.</i>	<i>Totale</i>
Roma	23,8	61,5	45,1	35	165,4
Lazio	160,3	210,8	306,5	84,2	761,8

Lo Studio ENEA ha tuttavia messo in evidenza come solo le biomasse erbacee (paglie dei cereali e gli stocchi del mais) siano realisticamente utilizzabili. Il loro quantitativo è stimato in 24 ktss/a per la Provincia di Roma. A sostegno di questa tesi vengono addotte le seguenti considerazioni di natura economica:

- le attività agricole sono preponderanti in termini di superfici investite (SAU/ST=48,4%, 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 già effettuate per altre finalità;
- le paglie attualmente non raccolte hanno un valore di mercato nullo e sono

⁵Erbacei: scarti da coltivazioni di orzo, mais, frumento; Arborei: scarti derivanti da frutteti, viti, ulivi

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:26/58
---	---	---

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 sono limitati e trovano attualmente un ampio mercato,

L'analisi economica presente nello Studio ENEA, inoltre, ha dimostrato la difficoltà di individuare soluzioni impiantistiche che, in assenza di incentivazioni di carattere finanziario, utilizzassero le biomasse disponibili sul territorio regionale. Infatti, stante la situazione fotografata dallo Studio nell'anno 1999, il prezzo di vendita dell'energia elettrica e termica prodotta da questi impianti non sarebbe competitivo rispetto a quello richiesto dai produttori e fornitori tradizionali⁶.

Vengono comunque individuate alcune opportunità interessanti per il rilancio del settore:

- eventuali concentrazioni di residui già esistenti in quantitativi rilevanti per i quali si pone il problema dello smaltimento (industrie agro-alimentari) possono rendere conveniente la conversione energetica anche in assenza di incentivazioni;
- l'impiego energetico dei residui delle coltivazioni attualmente non utilizzati e normalmente interrati al termine del raccolto del prodotto principale può costituire una fonte di reddito aggiuntivo per gli agricoltori. A tal fine può risultare determinante il contributo delle associazioni di categoria agricole (contoterzisti) in quanto il loro coinvolgimento diretto nella gestione degli impianti termici potrebbe consentire di ridurre, in particolare, i costi di raccolta e di trasporto dei sottoprodotti all'impianto;
- le operazioni di raccolta e di trasporto di alcuni sottoprodotti agricoli, in particolare delle paglie, vengono già realizzate attualmente per altri impieghi, a costi congrui. Rendendo disponibili gli stessi mezzi di raccolta e trasporto sarebbe possibile estendere le operazioni di raccolta a costi contenuti alle altre tipologie di biomassa (in particolare i sottoprodotti arborei).

⁶ Nel PER Lazio sono riportati i costi di raccolta e trasporto per le varie biomasse, desunti da studi e indagini effettuate in ambito nazionale. Sono emersi i seguenti valori (1996) :2-4 c€/kgss per le paglie; 7-13 c€/kgss per residui agricoli di potatura; 5 c€/kgss per residui forestali di potatura; 3,6-5,6 c€/kgss per gli scarti agro-industriali. Nell'analisi economica è stata messa in evidenza la necessità di limitare ad un massimo di 5-6 c€/kgss il costo specifico di acquisto della biomassa

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:27/58
---	---	---

Risultati dello Studio di Sviluppo Italia

Si riporta di seguito la stima approssimativa delle biomasse legnose ed agricole disponibili nelle province di Frosinone, Latina e Roma svolta da Sviluppo Lazio.

Tabella 5.2- Biomassa complessiva in t s.s. annue (Sviluppo Lazio)

Provincia	Biomassa Legnosa			Biomassa Agricola			Verde Pubblico	Totale t.s.s accessibile
	Ceduo	Fustaie	SRF	Residui Arborei	Residui Erbacei	Residui Agro-industriali		
Frosinone	18.351	6.633	35.217	9.364	23.506	3.000	0	103.070
Latina	5.259	14.449	26.766	11.798	11.808	1.380	0	74.680
Roma	25.081	12.042	55.726	22.369	26.180	0	4.500	145.898
Totale	48.691	33.123	117.709	43.531	61.494	4.380	4.500	313.428

Le quantità in tabella sono da leggere come l'ammontare di biomassa accessibile, legnosa, agricola e da verde pubblico, che è stata calcolata come il 30% della biomassa presente sul territorio considerato, espressa in tonnellate di sostanza secca annua.

5.2 INDIVIDUAZIONE DELLE SUPERFICI VOCATE AGLI USI ENERGETICI

Nel presente studio si intende valutare il potenziale energetico delle seguenti categorie di biomasse:

- sottoprodotti colturali erbacei (derivanti da frumento, orzo, avena, riso, mais da granella) ed arborei (vite, olivo, frutteti);
- legna e sottoprodotti derivanti dalla manutenzione dei boschi (governati a fustaia, ceduo composto, macchia mediterranea) sia privati che demaniali;
- biomasse zootecniche derivanti dall'allevamento di suini e bovini
- biocarburanti derivabili da colture dedicate nell'ipotesi di valorizzazione delle aree marginali abbandonate.

I dati di base per sviluppare le elaborazioni sono costituiti dall'estensione delle superfici agricole e boscate di fonte ISTAT. Si riportano di seguito due prospetti di riepilogo delle superfici, disaggregate per usi dei terreni nella Provincia di Roma.

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:28/58
---	---	---

Tabella 5.3 - Disaggregazione delle superficie provinciale totale (ha)

Superficie Urbanizzata e industrializzata	65.598
Superfici Agricole Totali	290.709
Superficie Foreste demaniali	64.919
Superfici varie	113.023
Superficie totale	534.249

Fonte: elaborazioni su dati CUS

Tabella 5.4 - Disaggregazione della Superficie Agricola Totale (SAT) (ha)

Superficie agricola utilizzata (SAU)	Seminativi	90.743
	Coltivazioni legnose agrarie	43.311
	Prati permanenti e pascoli	59.441
		193.494
Superficie agricola non utilizzata	Arboricoltura da legno	2.295
	Boschi	68.895
	non utilizzata	10.144
	Altro	13.119
		94.452
Superficie Agricola Totale (SAT)		290.709

Fonte: Istat 2000 (5° Censimento Agricoltura)

Nelle tabelle precedenti sono evidenziati i dati utilizzati nelle elaborazioni e per i quali è disponibile anche il dettaglio comunale.

Le superfici delle foreste demaniali sono stati stimati per differenza dalle superfici boscate totali (desunte dal CUS 2000, ricostruito su ortofoto scattate tra 1998 e il 1999) e le superfici boscate agricole (dati Istat raccolti tra il 2000 e il 2001).

	<p>PEP ROMA</p> <p>SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER</p>	<p>Commessa: n. 692</p> <p>Data: 12-07-06</p> <p>N° Pagine:29/58</p>
---	--	--

5.3 POTENZIALE DELLE BIOMASSE AGRICOLE

Il calcolo delle disponibilità delle biomasse agricole si articola nelle seguenti fasi:

- individuazione delle superfici agrarie;
- quantificazione della produzione annua dei prodotti principali;
- quantificazione della produzione di scarti e sottoprodotti derivanti dalla lavorazione dei prodotti principali
- determinazione della sostanza secca effettivamente utilizzabile a fini energetici.

I parametri necessari all'elaborazione sono:

- i valori delle Rese Produttive (t/ha/a) per ogni specie coltivata
- Il rapporto sottoprodotto principale / prodotto principale ($r=SP/P$); questo rapporto si può 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.
- l'umidità del sottoprodotto (U) rappresenta il contenuto medio in acqua del sottoprodotto al momento del recupero;
- la frazione di questi sottoprodotti recuperabili che si ipotizza destinabili all'utilizzo energetico

I valori delle Rese Produttive sono stati desunti dalle statistiche ISTAT, Regione Lazio, Ministero Risorse Agricole relative alla Provincia di Roma per gli anni 2003-2004 (riportate in Archivio Numerico alla sezione Agricoltura). Per gli altri parametri sono stati assunti valori medi di fonte ENEA. Le biomasse agricole si possono distinguere in:

- biomasse erbacee costituite da sottoprodotti di cereali, frumento, colture ortive etc
- biomasse arboree costituite da sottoprodotti di viti, olivi, frutteti.

Il quantitativo di sostanza secca potenzialmente ritraibile da ogni specie coltivata, per fini energetici è stato pertanto stimato per ogni Comune con la seguente relazione:

$$Q_{sp} = S_f \cdot R \cdot r \cdot (1-f) \cdot (1 - U)$$

nella quale:

Qp: quantità di sottoprodotto della specie coltivata effettivamente utilizzabile per fini energetici (ts.s./anno)

Sf: superficie comunale coltivata con la specie considerata (ha)

R: valore medio di resa produttiva espressa in t/anno/ha:

r: rapporto sottoprodotto/prodotto = SP/P

U: tasso di umidità della biomassa

1-f: quota parte del sottoprodotto attualmente non utilizzato

Si riportano di seguito i valori dei parametri utilizzati nelle elaborazioni.

Tabella 5.5 - Parametri di calcolo utilizzati per la valutazione dei quantitativi di biomassa di origine agricola

Coltura	Rese Produttive prodotto principale (t/ha/a)	Sottoprodotti (SP)	r=SP/P	U (%)	f (quota utilizzo attuale)
Cereali	3,0	Paglie, stocchi mais, etc	70%	15%	70%
Vigneti		Sarmenti	3,47t/ha/a	50%	5%
Oliveti		Frasche	2,52 t/ha/a	50%	5%
Frutteti	9,0	Residui potatura	60%	40%	5%

Per le coltivazioni di viti e oliveti si è partiti direttamente dalla produzione specifica dei sottoprodotti.

5.4 POTENZIALE DELLE BIOMASSE FORESTALI

La valutazione della quantità di biomasse forestali utilizzabile a fini energetici si articola nelle seguenti fasi:

- individuazione delle superfici boscate. Per completezza di informazione si sono disaggregate quelle private da quelle demaniali. L'estensione delle superfici

demaniali sono state stimate per differenza dalle superfici boscate totali (desunte dal CUS) e le superfici boscate delle attività agricole (desunte dall'ISTAT);

- stima delle superfici “accessibili” dove eseguire il taglio e la manutenzione, si tratta delle zone esterne ai vincoli di varia natura (idrogeologici, aree protette, etc.), prive di asperità orografiche (pendenze) e agevoli da raggiungere (adeguatezza della rete viaria di collegamento); si è ipotizzato 60% per i boschi privati e 30% per i boschi demaniali;
- stima dell'accrescimento della massa legnosa forestale. Si è ipotizzato 30 m³/anno/ha per i boschi privati (immaginando una semplice attività di manutenzione che mira a conservare la situazione attuale) e 100 m³/anno/ha per i boschi demaniali (ipotizzando una gestione del patrimonio boschivo con specifici fini energetici)⁷;
- stima della quota di biomasse destinabile a fini energetici. Ad oggi l'utilizzazione dei sottoprodotti del patrimonio boschivo è modesta. Le ramaglie e gli scarti delle potature e delle attività di manutenzione delle foreste vengono lasciati sul terreno.

Il quantitativo di sostanza secca potenzialmente ritraibile dalle superfici boscate per fini energetici è stato pertanto stimato per ogni Comune con la seguente relazione:

$$Q_{sp} = Sf \cdot A \cdot r \cdot p \cdot (1 - U)$$

nella quale:

Qp: quantità di biomasse forestale utilizzabile per fini energetici (ts.s./anno)

Sf: superficie comunale boscata “accessibile “ (ha)

A: accrescimento della massa legnosa (m³/ha/a)

p: peso specifico legno 0,9 t/m³

⁷ Attualmente i pini e i lecci hanno un'età media di 60 anni ed hanno raggiunto la loro massima altezza (12 m). Il diametro medio dei fusti è di circa 130 cm. Nelle attuali condizioni di fittezza (si stimano mediamente 700 piante ad ettaro) la produzione legnosa è attestata sui 30 m³/anno/ha (l'incremento diametrico è pari a 1 cm l'anno mentre la crescita in altezza è di 50 cm l'anno).

La stima della potenzialità delle biomasse forestali parte dall'ipotesi di un potenziamento delle attività forestali a fini energetici (subordinatamente a vincoli normativi ed a costi di raccolta e trasporto congrui). Infatti una gestione ottimizzata del patrimonio boschivo potrebbe prevedere di ridurre la densità superficiale delle piante (più o meno come agli inizi del secolo) per consentire alle stesse (opportunitamente distanziate e raggiunte dai raggi solari) di crescere soprattutto in senso diametrico ed aumentare così la produzione legnosa, arrivando anche a 100 mc/ha/anno.

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:32/58
---	---	---

- r: rapporto sottoprodotto/prodotto (SP/P = 20%)
 U: tasso di umidità della biomassa (40%)

5.5 POTENZIALE DELLE BIOMASSE ZOOTECHNICHE

Dal Rapporto sullo stato della bioenergia in Italia al 2002 (Itabia 2003), emerge un quadro interessante sulla diffusione della digestione anaerobica in Europa e in Italia.

In particolare sono stati censiti 700 impianti (che operano sui reflui zootecnici) in Europa e ben 100 in Italia. Di questi ultimi la quasi totalità degli impianti è localizzata nelle regioni del nord (Lombardia, Emilia Romagna, Trentino Alto Adige). La maggior parte degli impianti operano su liquame suino. Solo 5 sono centralizzati ed hanno volumi di reattore tra 5000 e 14000 m³. Gli altri sono aziendali.

Per la stima della produzione di biogas da reattori per la digestione anaerobica dei liquami zootecnici sono state assunte le seguenti ipotesi:

- quota di attuale sfruttamento fissata pari al10%;
- si sono considerate solo le biomasse derivanti dai capi bovini e suini;
- sono state fissate delle soglie di trattabilità; ovvero si è assunto di recuperare biogas da allevamenti con consistenza minima di 100 capi per i bovini e 500 capi per i suini. In questo modo si sono individuati i comuni dove è possibile realizzare impianti piccoli di taglia aziendale. Per tutti gli altri comuni l'unica possibilità di recuperare il biogas rimane nell'allestimento di un circuito di raccolta che debba conferire i bottini a pochi impianti "centralizzati" (che andrebbero localizzati). Considerando i valori delle produzioni in gioco, nel presente studio si è stimato il potenziale tecnico dei soli impianti aziendali.

Per le elaborazioni sono stati utilizzati i seguenti parametri:

- Peso vivo dell'animale: 100 kg per i suini, 400 kg per i bovini, 55 kg per ovini e caprini
- Produzione unitaria di letame (espressa in kg/d per tonnellata di peso vivo):
- Produzione specifica di sostanza organica: 0.1 ÷ 0.3 g COD/g letame
- Produzione specifica biogas: 0.54 Nm³/kg COD

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:33/58
---	---	---

- Rendimento medio del reattore: 0,48
- PCI biogas: 5000 kcal/m³

5.6 POTENZIALE DEI BIOCARBURANTI

I biocarburanti (bioetanolo, biometanolo, biodiesel, biogas) sono prodotti derivati dalla biomassa che, oltre a prestarsi per produrre calore e/o energia elettrica, possono essere usati per autotrazione, sia miscelati con i carburanti da combustibili fossili e sia, in alcuni casi, utilizzati puri.

Secondo la direttiva 2003/30/CE sulla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti, gli Stati membri dovrebbero provvedere affinché una percentuale minima di biocarburanti sia immessa sui loro mercati, con l'obiettivo di raggiungere il 2% di tutta la benzina e del diesel per trasporti immessi sui loro mercati entro il 31 dicembre 2005 e il 5.75% entro il 31 dicembre 2010.

Le materie prime necessarie per la produzione del biodiesel sono olii vegetali (anche usati) ottenuti dalla spremitura di semi oleginosi di colza, soia, girasole ecc.. e da una reazione detta di transesterificazione, che determina la sostituzione dei componenti alcolici d'origine (glicerolo) con alcool metilico (metanolo).

Il settore di utilizzo più interessante del biodiesel è l'autotrazione. Il funzionamento, l'usura dei motori e le prestazioni sono del tutto assimilabili a quelle ottenute con gasolio tradizionale in termini di resa ed affidabilità. Può essere usato:

- puro al 100 % od in miscela con gasolio in qualunque proporzione, in tutti i mezzi di trasporto dotati di motore diesel di recente concezione, i quali possono usufruirne senza accorgimenti tecnici;
- puro al 100 % in tutti i mezzi di trasporto dotati di motore diesel di produzione antecedente, con lievi modifiche da eseguire in officina (sostituzione di guarnizioni e condotti il gomma, eventuali semplici modifiche al circuito di iniezione);

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:34/58
---	---	---

- in miscela con gasolio fino al 30- 40% su tutti i mezzi di trasporto dotati di motore diesel, di qualunque età, senza la necessità di accorgimenti tecnici.

Bilancio energetico

Il biodiesel fornisce più energia di quella necessaria per la sua produzione. Questo combustibile, quindi non "consuma" risorse. Si riporta di seguito il bilancio energetico completo della filiera di produzione del biodiesel a partire dalla colza.

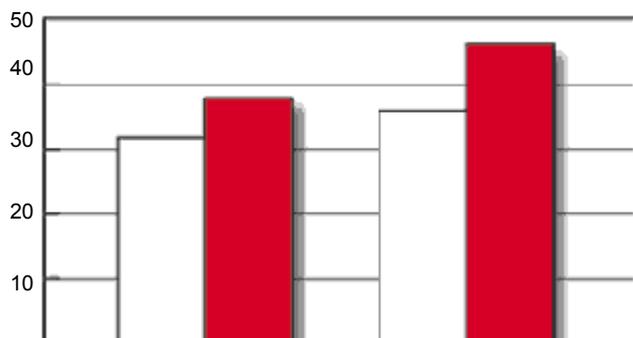
Tabella 5.6 – Bilancio energetico della filiera colza-biodiesel

Caratteristica	Quantità	Consumo Energetico	Consumo Energetico
	(t/ha)	Specifico (MJ/t)	Totale (MJ/ha)
Spese di Energia	*	*	*
• Coltivazione Colza	3	7.615	22.844
• Estrazione Olio	3	1.245	3.735
• Raffinazione Olio	1,2	1.660	1.992
• Trasformazione in Biodiesel	1,08	388	419
• Alcool Necessario	0,13	20.000	2.662
Totale	*	*	31.612
Ricavi di Energia	*	*	*
• Biodiesel	1,04	36.500	37.930
• Pannello Proteico	1,6	15.000	24.000
• Altri Sottoprodotti	0,06	38.181	2.291
• Residui Colturali	4,8	12.500	60.000
• Glicerina	0,09	17.500	1.540
Totale			125.761

Fonte: www.biofox.com

L'analisi della filiera relativa al girasole mostra un bilancio energetico ancora più conveniente.

Figura 5.1 - Confronto tra le spese energetiche totali e il solo contributo energetico fornito dal biodiesel (valori in GJ/ha coltivato).



	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:35/58
---	---	---

Energia Spesa Energia dal Solo Biodiesel

Valutazione del potenziale energetico tecnico

La stima è stata effettuata ipotizzando di valorizzare energeticamente quelle zone povere del territorio provinciale (terreni marginali) in passato adibite a coltivazione ed attualmente abbandonate. Potrebbero fin da subito specializzarsi nella produzione di semi di colza, soia e girasole ad alto contenuto oleico, dando così nuove opportunità al mercato del lavoro locale.

5.7 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio si è basato sull'elaborazione di dati statistici e parametri di calcolo medi. Un'analisi più dettagliata richiede dati puntuali non sempre disponibili e, comunque, quasi sempre reperibili solo direttamente con indagini sul campo. Pertanto i quantitativi valutati sono da considerarsi un potenziale tecnicamente disponibile allo stato attuale e previsionale delle coltivazioni agricole e della silvicoltura, ma prescindendo dai relativi prezzi e vincoli di mercato.

La difficoltà nell'implementare progetti basati sulla biomassa sta spesso nella difficoltà di creare le condizioni favorevoli per la realizzazione della cosiddetta filiera biomassa-energia: l'approvvigionamento (raccolta e trasporto), lo stoccaggio intermedio e finale, la sua conversione in biocombustibile solido o liquido, la consegna all'impianto, la produzione dell'energia. Se ciascun comparto di questa filiera non è ottimizzato, il costo finale dell'energia prodotta dall'impianto può risultare non competitivo in confronto col costo energetico dovuto al combustibile fossile tradizionale⁸.

⁸ Giova ricordare per esempio che l'impiego energetico delle biomasse agricole è condizionato dalle problematiche legate alla loro stagionalità. La disponibilità 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) e lo sfasamento temporale tra offerta e domanda ha rilevanti conseguenze economiche dovute all'inserimento di una fase di stoccaggio

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:36/58
---	---	---

Il processo include una serie di passaggi obbligati che necessitano un forte coordinamento e un'armonizzazione dei processi che compongono la filiera con, da un lato, le esigenze economiche e produttive e, dall'altro con le politiche tese alla conservazione e valorizzazione del territorio.

Sotto questo profilo la Provincia rappresenta il soggetto di promozione e coordinamento maggiormente adeguato per lo sviluppo della filiera biomasse-energia.

Per impostare una programmazione del settore che valorizzi il lato imprenditoriale della filiera, è indispensabile un'analisi su larga scala che, si avvalga di strumenti GIS per la stima dei costi di localizzazione e gestione. Tale approccio consentirebbe di ottimizzare la collocazione geografica di ogni segmento della filiera, e la scelta della tipologia di biomassa idonea, valutando e, possibilmente, minimizzando l'effetto di ciascun fattore sul costo finale dell'energia prodotta.

Tabella 5.7 - Riepilogo del potenziale tecnico delle biomasse

	Disponibilità		Potere Calorifico Inferiore		Energia primaria risparmiata	
	UM	v.a.	UM	v.a.	MWh/a	tep/a
Agricole	tss/a	82.548	MWh/tss	4,9	403.212	34.676
Forestali	tss/a	313.823	MWh/tss	4,9	1.532.901	131.829
Zootecniche	Nm3/a	25.121.455	MWh/Nm3	0,0058	146.081	12.563
Biocarburanti	t/a	8.320				7.262
Totale					2.082.194	186.331

6 ENERGIA EOLICA

L'energia eolica è l'energia posseduta dal vento, tuttavia solo da pochi decenni si è deciso di impiegarla per produrre energia elettrica.

Alla base dell'utilizzo attuale dell'energia del vento ci sono gli aerogeneratori, il principio di funzionamento è quello di trasmettere l'energia cinetica delle pale ad un generatore che produce energia elettrica. Tra gli aerogeneratori quello più diffuso è di taglia media, alto oltre 50 metri, con due o tre pale lunghe circa 20 metri. Questo tipo di aerogeneratore è in grado di erogare una potenza di 500-600 kW e soddisfa il fabbisogno elettrico giornaliero di circa 500 famiglie.

Dalla mappa del CESI risulta che il Lazio non fa parte delle aree italiane con elevate potenzialità di sfruttamento dell'energia eolica. Tuttavia, all'interno del territorio regionale ci sono zone in cui il vento raggiunge livelli d'intensità apprezzabili. Per quanto riguarda la Provincia di Roma è stata segnalata la costa tirrenica tra Ladispoli e Tarquinia (Roma/Viterbo) e i monti della Tolfa. Questi sono i risultati dello studio riportato nei Quaderni di Sviluppo Lazio – Anno I – Numero 6 “Speciale Energia Eolica” (Dicembre 2004).

Figura 6.1 – Area di Civitavecchia – Tolfa: dettaglio estratto dalla mappa eolica del CESI



	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:39/58
---	---	---

m/s
 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Fonte: Cesi S.p.A.

Le conclusioni dello studio di Sviluppo Lazio trovano riscontro in un altro lavoro svolto da Conphoebus-ENEA nell'ambito del Piano Energetico della Regione Lazio (Volume 18 – Risorsa eolica – 2001).

Lo studio sitologico svolto da Conphoebus (con un software dedicato) ha portato ad individuare all'interno della Provincia di Roma tre aree potenzialmente utili per la generazione eolica e rispondenti, in base ai dati di base utilizzati, ai requisiti tecnico economici necessari alla realizzazione di centrali eoliche connesse alla rete elettrica.

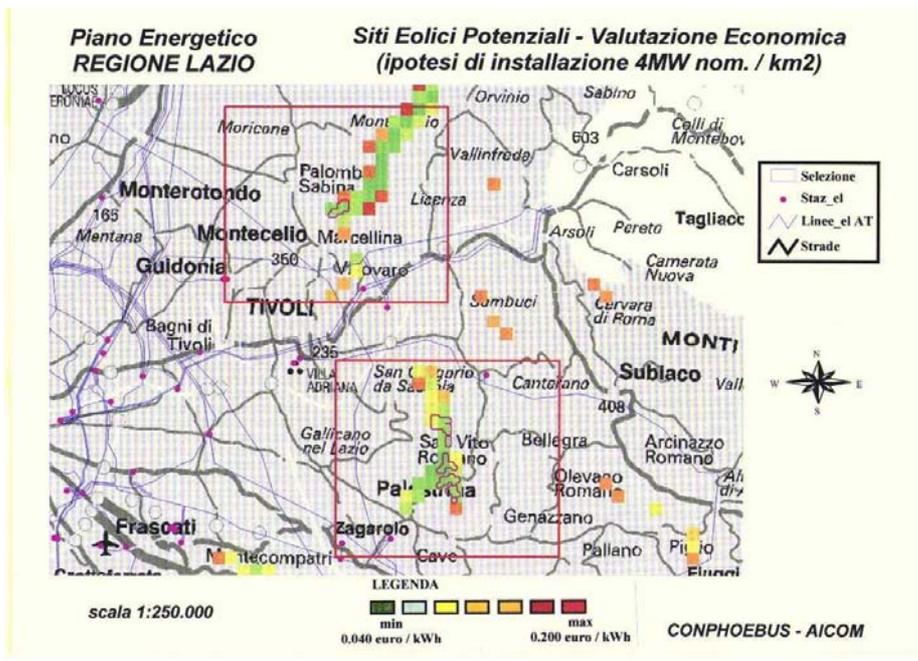
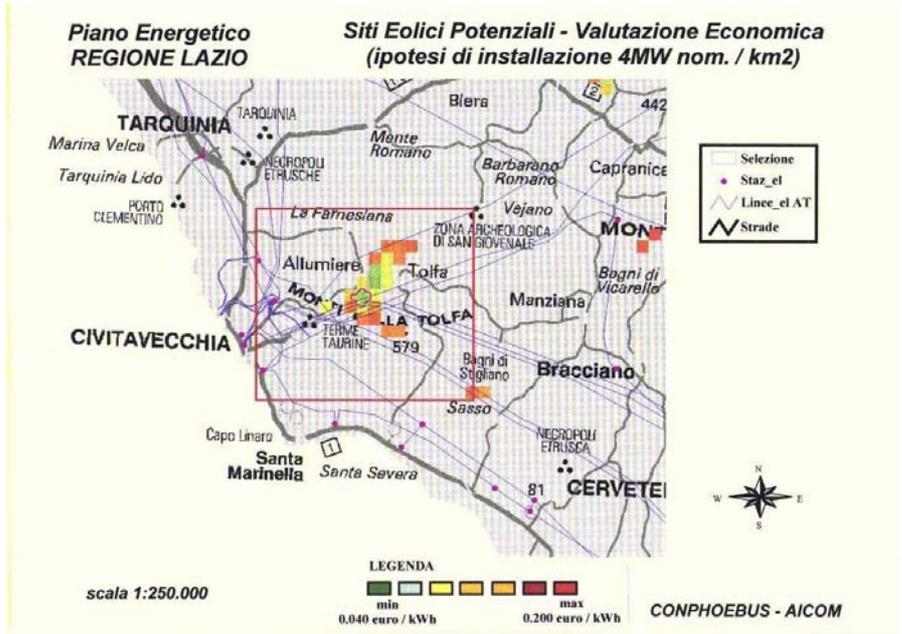
Supponendo di installare macchine eoliche per un totale di 4 MW nominali per ogni km² lo studio Conphoebus individua la potenza complessiva installabile sul territorio della Provincia di Roma, che ammonterebbe a circa 32,4 MW nominali.

Tabella 6.1- Siti eolici in Provincia di Roma individuati nel PER Lazio

Sito	Codice PER	superficie [kmq]	Potenza nominale (MW)
Tolfa	2	1,4	5,60
Tivoli	5	1,2	4,80
Palestrina	6	5,5	22,00
Totale		8,1	32,40

Si riportano di seguito due elaborati grafici estratti dal PER Lazio

Figura 6.2 – Localizzazione dei siti eolici effettuata nel PER Lazio



Nell'ipotesi di una disponibilità eolica (media sui siti) in termini di velocità del vento media annua alla quota di utilizzo (hub height) di 8 m/s, utilizzando macchine eoliche con una velocità del vento di riferimento (rated wind speed) di 12 m/s è legittimo attendersi un fattore di capacità (Capacity Factor) intorno a 0,33. L'energia producibile annua ammonterebbe pertanto a:

$$E = CF \times P_{\text{nom}} \times 8760 = 0,33 \times 32,40 \times 8760 = 93.700 \text{ MWh / anno}$$

Il potenziale energetico eolico disponibile nella Provincia di Roma è stimato pertanto di circa 94.000 MWh/anno x 0.086 = 8000 tep/a.

Si tratta però di un potenziale teorico che deve essere verificato alla luce dei vincoli territoriali esistenti. Trattandosi di una quota marginale nello scenario energetico tendenziale (0,08%), si ritiene ragionevole tralasciare gli ulteriori approfondimenti e non tener conto del contributo della risorsa eolica nelle valutazioni energetiche conclusive del presente PEP.

	<p>PEP ROMA</p> <p>SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER</p>	<p>Commessa: n. 692</p> <p>Data: 12-07-06</p> <p>N° Pagine:42/58</p>
---	--	--

7 ENERGIA RISPARMIATA CON LA PREVENZIONE DEI RIFIUTI

La valutazione del potenziale energetico della “risorsa rifiuti” scaturisce da un approccio critico nei confronti del Piano Regionale di Gestione dei rifiuti PGRU Lazio (pubblicato sul Bollettino Ufficiale del 30 settembre 2002) e della Proposta di revisione del Piano Energetico Regione Lazio (PER).

Il PGRU contiene delle norme in contrasto con il D.Lgs. n. 22 del 5 febbraio 1997 poiché:

- assume di fatto il limite del 35% di Raccolta Differenziata fino al 2015 come percentuale massima da raggiungere, ponendosi in netto contrasto con quanto disposto dalla legge che non indica assolutamente dei limiti ma, al contrario, individua le percentuali minime da raggiungere entro determinate date – 15% entro il 2 marzo 1999 – 25% entro il 2 marzo 2001 – 35% entro il 2 marzo 2003;
- non rispetta la normativa quadro che pone all’apice dei criteri di gestione la prevenzione della produzione del rifiuto e, solo successivamente, il riciclaggio, le altre forme di recupero per ottenere dai rifiuti materie prime, l’adozione di misure economiche per l’impiego di materiali recuperati, l’utilizzazione principale dei rifiuti come combustibile per produrre energie. Lo smaltimento costituisce quindi solo l’ultima fase del ciclo di gestione;
- promuove la termovalorizzazione come forma privilegiata di smaltimento delle frazioni residue dalla RD (pari al 65% della produzione di rifiuti)

L’impostazione del PGRU trova riscontro nella Proposta di revisione del PER dove viene data particolare enfasi alla termovalorizzazione dei rifiuti, i quali vengono assimilati alle altre fonti rinnovabili, facendo riferimento al decreto legislativo 387/2003. In realtà questo decreto presenta una anomalia rispetto alle indicazioni europee, perché include nella schiera delle energie pulite e non climalteranti anche l’incenerimento a scopi cogenerativi della frazione di rifiuti urbani non biodegradabili (in contrasto con la direttiva 77/2001CE che parla solo di rifiuti biodegradabili), ammettendolo a beneficiare del regime riservato alle fonti energetiche rinnovabili.

Il settore dello smaltimento dei rifiuti ed il settore delle rinnovabili sono attualmente

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:43/58
---	---	---

entrambi “deboli” e ancora in una fase embrionale di sviluppo, tali da richiedere contributi ad hoc che non vanno confusi.

Aver inserito l’incenerimento dei rifiuti fra le fonti rinnovabili di energia (attraverso il meccanismo dei certificati verdi) ha fatto in modo che i rifiuti assorbissero in Italia negli ultimi anni oltre il 50% del totale degli stanziamenti previsti per le fonti rinnovabili. Questo ha posto un ulteriore ostacolo al mercato nazionale delle rinnovabili già in stato di grave arretratezza (soprattutto per quelle tecnologie ancora non competitive economicamente) e si ripercuoterà sulle politiche future non solo a livello energetico, ma anche in materia di gestione dei rifiuti: nel prossimo futuro verrebbe limitata l’espansione del settore del riciclaggio per mantenere in vita gli impianti esistenti. Per questo gli incentivi al settore dei rifiuti dovrebbero riguardare l’organizzazione della raccolta differenziata.

7.1 LINEE DI AZIONE PER UNA GESTIONE “SOSTENIBILE” DEI RIFIUTI

La provincia di Roma, individuata come ATO n. 2 nel Piano Regionale, ha prodotto, nel 2004, 2.493.175 tonnellate di rifiuti. Dall’introduzione del decreto Ronchi tale produzione ha subito dal 1998 al 2004 un incremento del 30%, segno evidente che non è stata praticata alcuna attività di prevenzione.

La raccolta differenziata attestatasi sul 13% non ha attivato un circuito virtuoso di aziende di filiera dedite al riciclo dei materiali recuperati se non per alcune tipologie, quali carta e vetro per il forte interessamento dei Consorzi.

Per rispettare le norme nazionali ed europee e contribuire ad un uso sostenibile delle risorse naturali bisogna prendere rapidamente iniziative concrete sui seguenti temi.

La prevenzione della produzione dei rifiuti

È il passo più importante nello stabilire una politica dei rifiuti, proprio da qui si determina di fatto la modalità di chiusura del ciclo. Una strategia di prevenzione della produzione dei rifiuti mette fuori gioco la termovalorizzazione, perché contribuirebbe a ridurre la disponibilità di “combustibile” da bruciare.

Una Commissione di esperti nominata dal Comune di Roma, ha indicato una serie di

	<p>PEP ROMA</p> <p>SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER</p>	<p>Commessa: n. 692</p> <p>Data: 12-07-06</p> <p>N° Pagine:44/58</p>
---	--	--

interventi di prevenzione (vedi paragrafo successivo) la cui attuazione può portare ragionevolmente a stimare una riduzione di circa il 20% dell'attuale produzione di rifiuti nell'arco di pochi anni.

La de-assimilazione dei rifiuti delle attività produttive da quelli domestici

La separazione dei rifiuti domestici da quelli derivanti dalle attività commerciali, artigianali, rende praticabile la gestione di una massa pur grande e risponde al principio stabilito dalle direttive europee "chi inquina paga". Nei cassonetti stradali, infatti, i rifiuti di un'attività sono da 4 a 6 volte maggiori di quelli di una famiglia.

La raccolta differenziata porta a porta

La raccolta differenziata ovunque è stata realizzata con cassonetti stradali e pur con un'ottima gestione degli stessi, ha fornito al massimo il 15% di materiali raccolti, mentre si dovrebbe essere già arrivati ad un minimo del 35%.

Nelle strade devono restare pochi cassonetti per le esigenze minute di cittadini e turisti, mentre occorre intercettare i flussi dei rifiuti più vicino possibile ai luoghi della loro produzione con l'introduzione dei cassonetti condominiali o di caseggiato.

Passando ad una moderna raccolta porta a porta con frequenze diverse a seconda delle diverse tipologie di rifiuti si possono raggiungere in breve tempo, come è avvenuto in altre parti d'Italia, alti livelli di differenziazione riducendo drasticamente la quantità da smaltire. Nei piccoli centri è possibile progettare tale sistema con facilità, mentre per quanto riguarda Roma la dimensione ottimale per la realizzazione delle attività di raccolta è quella dei singoli municipi.

Il recupero e il riciclo

La raccolta differenziata senza il recupero e il riciclo dei materiali non ha alcuna rilevanza, anzi diventa un inganno dei cittadini e un disincentivo a continuare la separazione. Occorre favorire anche con interventi pubblici la nascita di un circuito di aziende che lavorino i materiali delle diverse filiere, come ad esempio oggi avviene per la carta, realizzando così buone possibilità occupazionali e reimmissione nel ciclo delle

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:45/58
---	---	---

merci materie prima destinate allo smaltimento, con una conseguente riduzione del prelievo di risorse naturali.

In particolare, devono essere previsti impianti di compostaggio dell'organico per rispettare la Direttiva 99/31/CE che impone una drastica riduzione del conferimento in discarica di rifiuti biodegradabili. Inoltre, il compost ricopre il ruolo di "carbon sink" della sostanza organica disciolta nei terreni e diventa uno strumento di un'attività agricola sostenibile.

In questo ambito deve essere incentivato il mercato dell'usato e delle merci prodotte con materiale riciclato.

La chiusura del ciclo

Questa impostazione del ciclo dei rifiuti renderebbe la parte residua dell'intera gestione del ciclo talmente inconsistente da rendere antieconomico, per la scarsa quantità e per il basso potere calorico, l'incenerimento. Pertanto, tutta e sola la parte non recuperabile in qualche modo andrebbe in discarica controllata o avviata a processi che prevedano l'utilizzo di tecnologie "a freddo", con le quali si eviterebbe la produzione di scorie tossiche da incenerimento.

7.1.1 MISURE SPECIFICHE PER LA PREVENZIONE

La prevenzione della produzione dei rifiuti è la prima delle opzioni nella gerarchia di gestione integrata dei rifiuti. Per prevenzione, al fine di una minor produzione di rifiuti e di una riduzione della loro pericolosità, si può intendere:

- minor prelievo di risorse (ovvero minor input di materie prime nei processi produttivi) e maggiore efficienza nei processi di trasformazione;
- sostituzione di risorse non rinnovabili con risorse rinnovabili;
- sostituzione delle sostanze pericolose con sostanze non pericolose;

ma il termine prevenzione può essere inteso anche come riprogettazione dei processi e dei prodotti al fine di ottenere:

	<p>PEP ROMA</p> <p>SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER</p>	<p>Commessa: n. 692</p> <p>Data: 12-07-06</p> <p>N° Pagine:46/58</p>
---	--	--

- un maggior utilizzo di materiali recuperati (ex materie prime seconde), nei processi;
- prodotti monomateriale, o con basso numero di materiali diversi;
- materiali ben identificati e facilmente gestibili a fine vita;
- facilità di montaggio e disassemblaggio a fine vita;
- rafforzare l'uso dei marchi di qualità (ECOLABEL).

Gli interventi fondamentali ai fini della prevenzione dei rifiuti riguardano essenzialmente il ciclo di vita dei prodotti, ma iniziative importanti possono essere realizzate anche a livello di Enti Locali. Obiettivi prioritari delle azioni di minimizzazione dei rifiuti, quale parte integrante delle azioni di gestione degli stessi, dovrebbero essere almeno i seguenti:

- riduzione dei consumi di merci a perdere qualora esse siano sostituibili, a parità di prestazioni, da prodotti utilizzabili più volte;
- sostegno a forme di consumo e di distribuzione delle merci che intrinsecamente minimizzino la generazione di rifiuto;
- sostegno alla diffusione e all'impiego di prodotti che intrinsecamente minimizzino la generazione di rifiuti;
- riduzione dell'immissione di rifiuti verdi ed organici attraverso la valorizzazione dell'auto-compostaggio;

Per il perseguimento di questi obiettivi si possono mettere in campo una molteplicità di strumenti:

- accordi volontari e di programma con enti, associazioni di categoria, operatori economici e cooperative;
- norme amministrative dirette alla regolamentazione di specifici consumi o alla limitazione della formazione di specifiche tipologie di rifiuto (utilizzo di materiale non di tipo uso e getta nelle mense pubbliche, nella ristorazione collettiva, ecc; sostituzione anche di parte degli imballi per bevande a perdere con imballi a rendere);
- strumenti economici diretti a incentivare il riutilizzo e la minimizzazione dei rifiuti;
- azioni informative, di promozione sociale e di assistenza tecnologica;

- promozione di un accordo tra l'industria romana e le Università impegnate in tema di ecodesign delle merci, tecnologie più pulite;
- favorire, d'intesa con CCIAA Roma, percorsi incentivanti per le imprese romane interessate a conseguire la certificazione ECOLABEL ed EMAS;
- favorire politiche di scambio/baratto di mobilio, vestiario, ecc. (istituire le piazze domenicali del baratto e del riuso).
- adottare tutte le misure idonee a favorire la minimizzazione dei rifiuti e a tal fine di attivare tavoli di concertazione con enti e operatori economici finalizzati alla stipula di accordi volontari e accordi di programma per la minimizzazione di rifiuti in alcuni settori. Si riportano di seguito alcune indicazioni per la stipula di accordi di programma con varie associazioni.

Enti economici	Contenuti degli accordi di programma
Grande Distribuzione	<p>modalità di distribuzione e imballo dei prodotti freschi che riducano la presenza di imballi o che prevedano l'utilizzo di imballi in materiali compostabili;</p> <p>impiego di imballi per il trasporto riutilizzabili, sia nel settore dei pallet (e dei box-pallet) sia nel settore delle cassette per ortofrutta;</p> <p>presenza di bevande in contenitori riutilizzabili con deposito cauzionale;</p> <p>distribuzione di bevande in contenitori di plastica rigida (policarbonati o polietilene) riutilizzabili. Il produttore dovrebbe garantire il ritiro, la sterilizzazione e la ricarica delle bottiglie usate;</p> <p>diffusione di sistemi di distribuzione a erogatore per alcune tipologie di prodotto (detergenti per la pulizia della casa e personale; bevande; alimenti per animali, ecc.);</p>
Ristorazione collettiva (mense scolastiche, aziendali ecc.)	<p>la sostituzione di contenitori a perdere per le bevande (bottiglie) e per la distribuzione di alimenti e bevande (bicchieri, stoviglie, cestelli, posate a perdere);</p> <p>il ricorso a sistemi alla spina per l'erogazione di acqua minerale (potrebbe essere quella delle sorgenti romane).</p>
Esercizi pubblici (bar, pizzerie, pub, ecc.)	<p>l'erogazione alla spina di acqua minerale proveniente dalle fonti romane, tramite un accordo con i gestori delle sorgenti per il riempimento dei contenitori in acciaio;</p> <p>la sperimentazione dei vuoti a rendere per alcune categorie di bevande.</p>
Uffici dell'Amministrazione	il recupero della carta e l'impiego di carta riciclata;

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:48/58
---	---	---

Pubblica	<p>il recupero e il riciclo, attraverso contratti di assistenza, del toner esausto e delle relative cartucce;</p> <p>ricerca macchine dispensatrici prodotti a bassa produzione rifiuti (bevande “a spina” e snack senza imballaggio);</p> <p>ricorso a sistemi di leasing con assistenza e possibile recupero finale dei prodotti o di alcune parti: arredi, strumentazione e prodotti tecnologici, veicoli;</p> <p>orientamento dei capitolati d’acquisto comunali e delle Aziende di igiene urbana alla promozione di prodotti e servizi ecologicamente favorevoli (Green Public Procurement), dalla carta riciclata, ai pneumatici rigenerati all’introduzione di inerti da recupero di detriti da demolizione nel comparto delle opere civili.</p> <p>acquisto o il noleggio o il leasing da parte del Comune di stoviglie durevoli e lavastoviglie mobili con garanzie di assistenza da parte dei fornitori</p>
----------	---

7.2 APPROCCIO “LIFE CYCLE” ALLA GESTIONE DEI RIFIUTI

Per valutare il potenziale energetico dei rifiuti si ritiene corretto adottare un approccio “life cycle”.

Ogni sistema economico/produttivo è attraversato da flussi di materiali in entrata e flussi di materiali in uscita. A questi flussi di materia corrispondono flussi energetici; un flusso di energia che attraversa il sistema, vi entra producendo un beneficio, e ne esce irreversibilmente degradata.

L’analisi verrà limitata ai beni che escono dal sistema produttivo come scarti e quindi al segmento energeticamente preponderante del ciclo di vita di un prodotto.

Per effettuare questa analisi si deve introdurre il parametro “Vantaggio Energetico dei rifiuti”, ovvero il valore del risparmio di energia, associato a diverse forme di gestione dei vari rifiuti. Il Vantaggio Energetico è l’energia risparmiata nella produzione dell’oggetto, al netto dell’energia spesa per il riciclaggio dei vari materiali di cui è composto. Per ogni oggetto il parametro è funzione di due componenti:

- Ei l’energia contenuta nel materiale in entrata nel sistema di gestione dei rifiuti, costituita dall’energia spesa per produrre i materiali di cui è composto l’oggetto, l’energia spesa per la sua realizzazione (assemblaggio e forma), il potere calorifico dei materiali che costituiscono l’oggetto;

- Eu l'energia utile derivante dalla destinazione del materiale: è costituita dall'energia contenuta nel rifiuto ancora utilizzabile (per produrre nuovi oggetti da reimmettere nel sistema produttivo) al netto dell'energia spesa nelle operazioni di gestione dei rifiuti

Il Vantaggio Energetico si esprime in MJ/kg e dipende dalla forma di gestione del rifiuto: presenta il valore più alto se il suo destino è il riuso e decresce via via che si passa alle altre soluzioni (riciclo, incenerimento) fino ad annullarsi per lo smaltimento in discarica.

Nella tabella seguente è riportato il quadro di sintesi dei valori adottati per il Vantaggio Energetico delle singole frazioni di rifiuto, al netto dei costi energetici di recupero (trasporto, separazione, etc.).

Tabella 7.1 – Vantaggi energetici delle componenti merceologiche del rifiuto in funzione delle destinazioni finali

<i>Destinazioni</i>	Compost	Biogas	Riciclo	Riuso	Prevenzione dei rifiuti	Termovalorizzazione	Discarica
<i>Frazione merceologica</i>	MJ/t	MJ/m ³	MJ/kg	MJ/kg	MJ/kg	MJ/kg	MJ/kg
Organico	110,0	2,5			0,0	10,0	0,0
Carta, cartone			15,1		40,5	13,2	0,0
Plastiche			50,2	54,6	91,6	28,1	0,0
Poliaccoppiati			21,1		51,0	17,4	0,0
Vetro e inerti			3,0	16,0	20,0		0,0
Legno					0,0	13,2	0,0
Metalli **			43,9		50,0		0,0
Tessili					0,0	17,0	0,0

Fonte: Piano Energetico Regione Marche

Tra le varie destinazioni è citata anche la voce "Prevenzione dei rifiuti" intesa come produzione di rifiuti evitata. In questo caso il Vantaggio Energetico coincide con l'energia contenuta nell'oggetto "non prodotto".

	<p>PEP ROMA</p> <p>SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER</p>	<p>Commessa: n. 692</p> <p>Data: 12-07-06</p> <p>N° Pagine:50/58</p>
---	--	--

7.3 STIMA DEL RISPARMIO ENERGETICO ASSOCIATO AD UNO SCENARIO GESTIONALE INNOVATIVO

Per valutare lo schema di gestione dei rifiuti più efficiente sotto il profilo energetico ed ambientale si sono messi a confronto tre scenari.

- Scenario attuale 2004 : è lo scenario che fotografa la situazione allo stato di fatto
- Scenario previsionale 2006-2015 del PGRU Lazio: è lo scenario previsto nel Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio
- Scenario previsionale correttivo 2030: è il nuovo scenario proposto che ipotizza uno schema energeticamente ottimizzato di gestione dei rifiuti.

Per tutti e tre gli scenari le valutazioni sono state sviluppate per le grandi categorie merceologiche considerate nei sistemi di gestione dei rifiuti, adottando per ciascuna di esse parametri energetici medi. Per la stima dei flussi delle categorie merceologiche si è proceduto come di seguito illustrato:

- per i flussi provenienti dalla raccolta differenziata tramite la “disaggregazione della RD” (che si ottiene incrociando i livelli di intercettazione con la “composizione merceologica del rifiuto prodotto”). Per le simulazioni si è assunta la “disaggregazione della RD” riportata nel PGRU Lazio
- per i flussi provenienti dalla quota residuale (raccolta indifferenziata) direttamente tramite la “composizione merceologica del rifiuto prodotto”. Per le simulazioni si è assunta la “composizione merceologica” riportata nel PGRU Lazio

Tabella 7.2 – Disaggregazione merceologica della Raccolta Differenziata e del Residuo

	Disaggregazione della RD	Composizione merceologica del Residuo
Organico	45,8%	30,7%
Carta, cartone	18,8%	22,6%
Plastiche	3,4%	9,1%
Poliaccoppiati	0,0%	8,6%
Vetro e inerti	15,6%	8,5%
Legno	5,7%	7,5%
Metalli **	8,6%	4,6%
Tessili	2,0%	8,3%

Fonte: Elaborazioni su dati PGRU Lazio

Si riporta di seguito una descrizione sintetica dei tre scenari esaminati.

Scenario attuale 2004

I dati di base utilizzati nella simulazione sono desunti dal Rapporto 2004 dell'Osservatorio Rifiuti della Provincia di Roma. Lo schema di gestione del ciclo dei rifiuti è fuori norma: la raccolta differenziata per quanto in crescita negli ultimi anni è ancora al di sotto degli standard di legge (13%) mentre la discarica resta la destinazione finale dei rifiuti.

Scenario previsionale 2006-2015 del PGRU Lazio:

Lo schema gestionale a regime (2006-2015) delineato nel PGRU garantisce il rispetto dei livelli minimi di legge. Il processo di termovalorizzazione viene riconosciuto come trattamento privilegiato per i materiali residui dalla raccolta differenziata (65% della produzione prevista di rifiuti), mentre i materiali provenienti dai flussi di raccolta differenziata vengono destinati prevalentemente al "riciclo". I dati di base utilizzati nella simulazione sono desunti dal PGRU Lazio, dove non si prevedono effetti delle azioni di prevenzione della produzione di rifiuti.

Scenario previsionale correttivo 2030:

Si propone uno schema nuovo di gestione dei rifiuti più efficiente sotto il profilo energetico e impostato per raggiungere livelli di servizio superiori ai minimi di legge.

Le ipotesi assunte si possono così sintetizzare :

- tenendo conto degli effetti delle azioni di prevenzione della produzione di rifiuti non si prevedono aumenti nella produzione di rifiuti rispetto al 2004 ma, cautelativamente, neanche riduzioni. La “produzione evitata di rifiuti” può essere quantificata orientativamente come differenza tra il valore stimato dal PGRU al 2006 e il valore a consuntivo del 2004
- resa di raccolta differenziata al 80%. Si tratta di un obiettivo ambizioso ma realistico se si attuassero opportune azioni, seguendo l'esempio di interessanti realtà nel Nord Italia
- forte penetrazione della tecnica del “riuso” soprattutto per alcuni flussi merceologici provenienti dalla raccolta differenziata (vetro, tessili, legno, plastiche)
- smaltimento in discarica per la quota residuale non intercettata con la raccolta differenziata

7.4 - QUADRO RIEPILOGATIVO

Tabella 7.3 - Risparmio energetico ottenibile nei tre scenari a confronto

	GJ	tep
Scenario attuale 2004	2.713.618	64.826
Scenario previsionale 2006-2015 (ipotesi PGRU Lazi	22.349.322	533.906
Scenario previsionale correttivo 2030	29.434.034	703.154

	PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER	Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:54/58
---	---	---

8 BIBLIOGRAFIA

- Piano Energetico Regione Marche - 2004
- Piano Energetico Regione Lazio 2001 – ENEA -Conphoebus -Aicom
- I Quaderni di Sviluppo Lazio – Anno II – Numero 5 “Le potenzialità della biomassa nel Lazio” – Ottobre 2005
- I Quaderni di Sviluppo Lazio – Anno I – Numero 6 “Speciale Energia Eolica” (Dicembre 2004).
- “Obiettivo rifiuti zero” – Associazione italiana per il WWF - ONLUS - Andrea Masullo 2003
- “Una strategia di prevenzione della produzione dei rifiuti mette fuori gioco la termovalorizzazione” - Associazione italiana per il WWF - ONLUS Sezione regionale Lazio - Gennaio 2003
- “Usi non elettrici della Geotermia in Italia” - G. Borghetti-R. Carella-C. Sommaruga, soci UGI - Notiziario dell’Unione Geotermica Italiana - Anno IV- Aprile 2005; n. 11
- F. Asdrubali, R. Baruffa: "Possibilità di sfruttamento di un nuovo bacino geotermico nei Castelli Romani", Quaderno CIRIAF n. 1, Perugia, dicembre 1998.
- “Utilizzo dell’energia geotermica del sottosuolo romano” - UniRoma3 – Prof. Barberi
- “Italy: Tuscany-Latium geothermal area (Plate 39)” - Author: Baldi P., Bellani, S., Bertini, G.,Buonasorte, G., Cameli, G.M., Ceccarelli, A., Fiordelisi, A., Squarci, P., Taffi, L. - Publication: 2002 in: Atlas of Geothermal Resources in Europe. Edited by Suzanne Hurter and Ralph Haenel for the European Commission. Publication n. EUR 17811 of the European Commission, p. 40-41. – IIRG
- “Monitoring the Alban Hills (Rome, central Italy) volcanic complex by GPS - Author: Anzidei M., Galvani, A., Publication: , 1999

	<p style="text-align: center;">PEP ROMA SEZIONE 5 - Studi di settore sulla potenzialità delle FER</p>	<p>Commessa: n. 692 Data: 12-07-06 N° Pagine:55/58</p>
---	---	--

APPENDICE A5

A5 - 2 - Stima del potenziale geotermico "minimo"

Comune	Località	Temp ingresso	Temp uscita	Profondità	Portata massima		Potenza massima	Fattore di potenza (utilizzo) 2004	Energia utilizzata	Portata media annua	tempo di utilizzo	Energia utilizzata	Energia utilizzata
		°C	°C		m	m3/h	kg/s	MWt	%	TJ/a	kg/s	h/a	Gcal/a
Civitavecchia	Pantani	52	35	350-500	1080	300	21,3	23%	154,8	69,0	2000	36.965	3.696
Bracciano	Trevignano - Bagni Stigliano	52	35	600	540	150	10,7	40%	134,6	60,0	3500	32.143	3.214
Roma	Roma sud	130	90	1500-2000	400	111	18,6	40%	234,6	44,5	3500	56.023	5.602
Ariccia	Ariccia	150	110	2000-2500	400	111	18,6	40%	234,6	44,5	3500	56.023	5.602
Totale							69		758			181.155	18.116

A5 - 3 - Installazione di pannelli solari termici e fotovoltaici

Comuni	Abitazioni occupate 2004					Altezza media [m]	Superficie media [m ²]	Volume Abitazioni		Rapporto superficie tetto/volume [m ⁻¹]	Superficie tetto		Superficie tecnica		Superficie SOLARE termico		Superficie SOLARE FV			
	Storiche	Intermedie	Recenti	Nuove	occupate			Storiche	NON storiche		storiche	non storiche	storiche	non storiche	storiche	non storiche	storiche	non storiche	storiche	non storiche
Affile	205	26	320	53	603	3,28	76,47	51.429	100.001	0,07	3.600	7.000	810	3.150	405	1.575	324	1.260		
Agosta	227	71	229	113	640	3,28	86,92	64.683	118.003	0,07	4.528	8.260	1.019	3.717	509	1.859	408	1.487		
Albano Laziale	1.647	2.020	5.154	3.247	12.068	3,28	88,57	479.098	3.031.057	0,07	33.537	212.174	7.546	95.478	3.773	47.739	3.018	38.191		
Allumiere	504	325	559	176	1.564	3,28	71,19	117.888	247.758	0,07	8.252	17.343	1.857	7.804	928	3.902	743	3.122		
Anguillara Sabazia	470	292	1.767	2.531	5.060	3,28	103,33	159.649	1.557.395	0,07	11.175	109.018	2.514	49.058	1.257	24.529	1.006	19.623		
Anticoli Corrado	202	49	116	28	395	3,28	72,93	48.444	46.160	0,07	3.391	3.231	763	1.454	381	727	305	582		
Anzio	597	1.416	7.163	4.544	13.721	3,28	86,70	169.879	3.736.814	0,07	11.892	261.577	2.676	117.710	1.338	58.855	1.070	47.084		
Arcinazzo Romano	84	27	251	139	501	3,28	74,79	20.646	102.405	0,07	1.445	7.168	325	3.226	163	1.613	130	1.290		
Ardea	95	241	5.444	4.509	10.289	3,28	80,98	25.223	2.711.024	0,07	1.766	189.772	397	85.397	199	42.699	159	34.159		
Ariccia	993	659	3.126	1.476	6.253	3,28	101,03	329.359	1.745.283	0,07	23.055	122.170	5.187	54.976	2.594	27.488	2.075	21.991		
Arsoli	330	28	217	27	602	3,28	96,01	103.902	85.908	0,07	7.273	6.014	1.636	2.706	818	1.353	655	1.082		
Artena	793	646	1.676	738	3.853	3,28	95,62	248.882	961.025	0,07	17.422	67.272	3.920	30.272	1.960	15.136	1.568	12.109		
Bellegra	381	95	524	77	1.077	3,28	69,65	87.141	159.203	0,07	6.100	11.144	1.372	5.015	686	2.507	549	2.006		
Bracciano	820	801	1.639	1.894	5.154	3,28	91,80	247.264	1.306.523	0,07	17.309	91.457	3.894	41.155	1.947	20.578	1.558	16.462		
Camerata Nuova	137	6	55	10	207	3,28	74,02	33.210	17.108	0,07	2.325	1.198	523	539	262	269	209	216		
Campagnano di Roma	587	219	999	1.287	3.093	3,28	100,98	194.819	830.880	0,07	13.637	58.162	3.068	26.173	1.534	13.086	1.227	10.469		
Canale Monterano	368	131	370	449	1.317	3,28	91,77	110.915	285.994	0,07	7.764	20.020	1.747	9.009	873	4.504	699	3.604		
Canterano	87	8	32	23	150	3,28	71,95	20.593	14.850	0,07	1.441	1.039	324	468	162	234	130	187		
Capena	412	216	811	708	2.147	3,28	94,01	127.227	535.616	0,07	8.906	37.493	2.004	16.872	1.002	8.436	802	6.749		
Capranica Prenestina	148	15	3	21	186	3,28	64,25	31.148	8.098	0,07	2.180	567	491	255	245	128	196	102		
Carpineto Romano	894	148	531	180	1.752	3,28	74,15	217.622	209.006	0,07	15.234	14.630	3.428	6.584	1.714	3.292	1.371	2.633		
Casape	136	48	86	32	303	3,28	65,68	29.436	35.920	0,07	2.060	2.514	464	1.131	232	566	185	453		
Castel Gandolfo	536	197	1.310	718	2.761	3,28	90,73	159.786	662.876	0,07	11.185	46.401	2.517	20.881	1.258	10.440	1.007	8.352		
Castel Madama	691	222	1.020	394	2.327	3,28	76,31	173.175	409.978	0,07	12.122	28.698	2.728	12.914	1.364	6.457	1.091	5.166		
Castel San Pietro Romano	256	150	964	1.206	2.575	3,28	75,56	63.507	575.453	0,07	4.446	40.282	1.000	18.127	500	9.063	400	7.251		
Castelnuovo di Porto	134	26	82	35	277	3,28	107,71	47.279	50.702	0,07	3.310	3.549	745	1.597	372	799	298	639		
Cave	653	491	1.712	524	3.380	3,28	86,31	185.021	773.016	0,07	12.951	54.111	2.914	24.350	1.457	12.175	1.166	9.740		
Cerreto Laziale	150	68	155	62	435	3,28	76,28	37.534	71.435	0,07	2.627	5.000	591	2.250	296	1.125	236	900		
Cervara di Roma	86	1	36	75	199	3,28	57,43	16.309	21.223	0,07	1.142	1.486	257	669	128	334	103	267		
Cerveteri	264	708	7.463	1.988	10.424	3,28	85,03	73.769	2.837.022	0,07	5.164	198.592	1.162	89.366	581	44.683	465	35.746		
Ciampino	321	2.173	6.898	3.586	12.978	3,28	89,05	93.826	3.701.474	0,07	6.568	259.103	1.478	116.596	739	58.298	591	46.639		
Ciciliano	226	21	159	52	457	3,28	71,14	52.717	54.050	0,07	3.690	3.783	830	1.703	415	851	332	681		
Cineto Romano	159	26	53	15	253	3,28	69,68	36.452	21.442	0,07	2.552	1.501	574	675	287	338	230	270		
Civitavecchia	2.780	4.127	7.560	3.464	17.931	3,28	88,03	803.727	4.379.970	0,07	56.261	306.598	12.659	137.969	6.329	68.985	5.063	55.188		
Civitella San Paolo	287	26	264	44	620	3,28	80,01	75.329	87.578	0,07	5.273	6.130	1.186	2.759	593	1.379	475	1.103		
Colleferro	1.176	2.077	2.948	1.452	7.653	3,28	91,96	354.999	1.956.188	0,07	24.850	136.933	5.591	61.620	2.796	30.810	2.236	24.648		
Colonna	196	233	446	329	1.203	3,28	89,18	57.407	294.913	0,07	4.018	20.644	904	9.290	452	4.645	362	3.716		
Fiano Romano	223	276	992	1.392	2.882	3,28	99,40	72.648	868.125	0,07	5.085	60.769	1.144	27.346	572	13.673	458	10.938		
Filacciano	131	4	90	26	252	3,28	83,39	35.974	33.037	0,07	2.518	2.313	567	1.041	283	520	227	416		
Fiumicino	1.294	2.580	10.293	4.185	18.352	3,28	92,64	393.813	5.189.428	0,07	27.567	363.260	6.203	163.467	3.101	81.733	2.481	65.387		
Fonte Nuova	41	627	4.264	2.932	7.864	3,28	90,21	12.162	2.317.552	0,07	851	162.229	192	73.003	96	36.501	77	29.201		
Formello	201	315	1.668	1.063	3.247	3,28	133,30	87.906	1.333.496	0,07	6.153	93.345	1.385	42.005	692	21.003	554	16.802		
Frascati	1.185	2.024	2.700	1.073	6.982	3,28	95,95	373.434	1.826.599	0,07	26.140	127.862	5.882	57.538	2.941	28.769	2.353	23.015		
Galliciano nel Lazio	307	93	695	540	1.635	3,28	87,54	88.207	381.826	0,07	6.175	26.728	1.389	12.028	695	6.014	556	4.811		
Gavignano	283	71	169	111	634	3,28	90,37	84.112	104.044	0,07	5.888	7.283	1.325	3.277	662	1.639	530	1.311		
Genazzano	706	104	579	560	1.948	3,28	78,66	182.394	320.814	0,07	12.768	22.457	2.873	10.106	1.436	5.053	1.149	4.042		
Genzano di Roma	1.156	997	3.139	2.514	7.805	3,28	89,14	338.266	1.946.544	0,07	23.679	136.258	5.328	61.316	2.664	30.658	2.131	24.526		
Gerano	243	16	153	78	490	3,28	73,26	58.562	59.325	0,07	4.099	4.153	922	1.869	461	934	369	747		
Gorga	146	11	87	26	270	3,28	74,26	35.692	30.153	0,07	2.498	2.111	562	950	281	475	225	380		
Grottaferrata	743	1.009	2.978	1.421	6.151	3,28	108,14	264.027	1.920.395	0,07	18.482	134.428	4.158	60.492	2.079	30.246	1.663	24.197		
Guidonia Montecelio	1.291	2.982	10.791	8.250	23.314	3,28	89,90	381.015	6.502.035	0,07	26.671	455.142	6.001	204.814	3.000	102.407	2.400	81.926		
Jenne	102	40	39	33	214	3,28	62,88	21.008	23.183	0,07	1.471	1.623	331	730	165	365	132	292		
Labico	311	54	366	597	1.327	3,28	88,97	90.761	296.960	0,07	6.353	20.787	1.429	9.354	715	4.677	572	3.742		
Ladispoli	270	798	8.282	2.612	11.961	3,28	77,67	68.935	2.981.946	0,07	4.825	208.736	1.086	93.931	543	46.966	434	37.573		
Lanuvio	240	451	1.481	1.400	3.572	3,28	92,06	72.529	1.007.379	0,07	5.077	70.517	1.142	31.732	571	15.866	457	12.693		
Lariano	75	290	1.807	1.205	3.377	3,28	106,74	26.117	1.157.641	0,07	1.828	81.035	411	36.466	206	18.233	165	14.586		
Licenza	159	58	225	5	448	3,28	70,96	37.138	67.261	0,07	2.600	4.708	585	2.119	292	1.059	234	847		
Magliano Romano	234	35	138	139	547	3,28	80,24	61.774	82.365	0,07	4.324	5.766	973	2.595	486	1.297	389	1.038		
Mandela	139	14	64	94	311	3,28	86,75	39.524	49.077	0,07	2.767	3.435	622	1.546	311	773	249	618		
Manziana	425	219	912	705	2.261	3,28	99,51	139.046	599.831	0,07	9.733	41.988	2.190	18.895	1.095	9.447	876	7.558		
Marano Equo	112	77	119	19	326	3,28	77,21	28.341	54.319	0,07	1.984	3.802	446	1.711	223	856	179	684		
Marcellina	532	430	803	240	2.005	3,28	83,56	145.970	404.225	0,07	10.218	28.296	2.299	12.733	1.150	6.367	920	5.093		
Marino	1.670	1.606	5.775	2.808	11.860	3,28	90,07	493.904	3.014.174	0,07	34.573	210.992	7.779	94.946	3.889	47.473	3.112	37.979		
Mazzano Romano	210	98	540	155	1.004	3,28	89,85	62.102	234.146	0,07	4.347	16.390	978	7.376	4					

A5 - 3 - Installazione di pannelli solari termici e fotovoltaici

Comuni	Abitazioni occupate 2004					Altezza media [m]	Superficie media [m ²]	Volume Abitazioni		Rapporto superficie tetto/volume [m ⁻¹]	Superficie tetto		Superficie tecnica		Superficie SOLARE termico		Superficie SOLARE FV			
	Storiche	Intermedie	Recenti	Nuove	occupate			Storiche [m ³]	NON storiche [m ³]		storiche [m ²]	non storiche [m ²]	storiche [m ²]	non storiche [m ²]	storiche [m ²]	non storiche [m ²]	storiche [m ²]	non storiche [m ²]	storiche [m ²]	non storiche [m ²]
Monte Compatri	841	309	1.022	812	2.984	3,28	87,80	242.521	617.874	0,07	16.976	43.251	3.820	19.463	1.910	9.732	1.528	7.785		
Monte Porzio Catone	191	54	201	85	531	3,28	101,38	63.559	113.229	0,07	4.449	7.926	1.001	3.567	501	1.783	400	1.427		
Monteflavio	311	55	267	103	736	3,28	84,10	85.918	117.355	0,07	6.014	8.215	1.353	3.697	677	1.848	541	1.479		
Montelanico	269	468	895	254	1.886	3,28	77,23	68.303	410.032	0,07	4.781	28.702	1.076	12.916	538	6.458	430	5.166		
Montelibretti	552	167	1.550	532	2.801	3,28	92,31	167.467	681.648	0,07	11.723	47.715	2.638	21.472	1.319	10.736	1.055	8.589		
Monterotondo	1.248	1.581	5.487	4.107	12.423	3,28	87,37	357.985	3.206.471	0,07	25.059	224.453	5.638	101.004	2.819	50.502	2.255	40.402		
Montorio Romano	174	155	283	75	687	3,28	89,37	50.981	150.648	0,07	3.569	10.545	803	4.745	401	2.373	321	1.898		
Moricone	272	255	216	126	870	3,28	80,57	72.089	158.107	0,07	5.046	11.067	1.135	4.980	568	2.490	450	1.992		
Morlupo	543	251	1.152	592	2.538	3,28	106,03	188.948	694.793	0,07	13.226	48.635	2.976	21.886	1.488	10.943	1.190	8.754		
Nazzano	152	51	178	109	491	3,28	92,82	46.456	103.211	0,07	3.252	7.225	732	3.251	366	1.626	293	1.300		
Nemi	171	50	221	203	646	3,28	101,89	57.243	158.914	0,07	4.007	11.124	902	5.006	451	2.503	361	2.002		
Nerola	285	69	179	69	601	3,28	96,75	90.520	100.434	0,07	6.336	7.030	1.426	3.164	713	1.582	570	1.265		
Nettuno	893	1.582	6.916	3.537	12.929	3,28	82,72	242.661	3.269.545	0,07	16.986	228.868	3.822	102.991	1.911	51.495	1.529	41.196		
Olevano Romano	916	139	625	634	2.314	3,28	83,09	250.073	381.345	0,07	17.505	26.694	3.939	12.012	1.969	6.006	1.575	4.805		
Palestrina	849	829	2.888	1.357	5.924	3,28	94,02	262.226	1.566.884	0,07	18.356	109.682	4.130	49.357	2.065	24.678	1.652	19.743		
Palombara Sabina	961	300	1.590	1.107	3.957	3,28	89,68	282.968	882.408	0,07	19.808	61.769	4.457	27.796	2.228	13.898	1.783	11.118		
Percile	93	7	7	1	108	3,28	53,57	16.362	2.638	0,07	1.145	185	258	83	129	42	103	33		
Pisoniano	217	28	49	54	349	3,28	69,72	49.799	30.109	0,07	3.486	2.108	784	948	392	474	314	379		
Poli	284	102	273	164	822	3,28	72,52	67.571	128.193	0,07	4.730	8.974	1.064	4.038	532	2.019	426	1.615		
Pomezia	146	629	10.500	4.579	15.853	3,28	80,55	38.498	4.155.049	0,07	2.695	290.853	606	130.884	303	65.442	243	52.354		
Ponzano Romano	217	32	118	87	454	3,28	83,37	59.517	64.782	0,07	4.166	4.535	937	2.041	469	1.020	375	816		
Riano	238	412	1.339	332	2.322	3,28	113,78	89.113	778.513	0,07	6.238	54.496	1.404	24.523	702	12.262	561	9.809		
Rignano Flaminio	364	213	1.121	844	2.542	3,28	104,19	124.629	745.144	0,07	8.724	52.160	1.963	23.472	981	11.736	785	9.389		
Riofreddo	200	5	95	53	353	3,28	82,89	54.354	41.736	0,07	3.805	2.922	856	1.315	428	657	342	526		
Rocca Canterano	97	2	9	6	113	3,28	70,96	22.501	3.831	0,07	1.575	268	354	121	177	60	142	48		
Rocca di Cave	81	11	36	25	154	3,28	62,09	16.562	14.839	0,07	1.159	1.039	261	467	130	234	104	187		
Rocca di Papa	1.155	506	1.493	1.282	4.437	3,28	88,59	336.131	954.727	0,07	23.529	66.831	5.294	30.074	2.647	15.037	2.118	12.030		
Rocca Priora	68	6	36	18	128	3,28	105,60	23.490	20.899	0,07	1.644	1.463	370	658	185	329	148	263		
Rocca Santo Stefano	279	324	2.088	887	3.577	3,28	71,22	65.229	771.385	0,07	4.566	53.997	1.027	24.299	514	12.149	411	9.719		
Roccagiovine	188	56	65	44	352	3,28	74,94	46.184	40.444	0,07	3.233	2.831	727	1.274	364	637	291	510		
Roiate	126	36	122	46	329	3,28	72,18	29.753	48.233	0,07	2.083	3.376	469	1.519	234	760	187	608		
Roma	174.050	286.187	418.040	132.314	1.010.591	3,28	84,33	48.201.488	231.672.134	0,07	3.374.104	16.217.049	759.173	7.297.672	379.587	3.648.836	303.669	2.919.069		
Roviano	210	146	180	41	577	3,28	78,77	54.366	94.893	0,07	3.806	6.643	856	2.989	428	1.495	343	1.196		
Sacrofano	328	170	834	805	2.137	3,28	117,36	126.415	697.209	0,07	8.849	48.805	1.991	21.962	996	10.981	796	8.785		
Sambuci	172	78	78	24	352	3,28	63,63	36.010	37.544	0,07	2.521	2.628	567	1.183	284	591	227	473		
San Cesareo	125	253	1.931	881	3.189	3,28	99,33	40.690	999.564	0,07	2.848	69.969	641	31.486	320	15.743	256	12.595		
San Gregorio da Sassola	236	64	177	91	568	3,28	68,07	52.802	74.170	0,07	3.696	5.192	832	2.336	416	1.168	333	935		
San Polo dei Cavalieri	415	370	231	17	1.032	3,28	74,13	101.001	150.232	0,07	7.070	10.516	1.591	4.732	795	2.366	636	1.893		
San Vito Romano	318	661	3.802	1.450	6.230	3,28	72,26	75.418	1.402.977	0,07	5.279	98.208	1.188	44.194	594	22.097	475	17.678		
Santa Marinella	295	220	374	265	1.154	3,28	78,94	76.482	222.681	0,07	5.354	15.588	1.205	7.014	602	3.507	482	2.806		
Sant'Angelo Romano	545	79	428	294	1.346	3,28	81,65	146.055	214.861	0,07	10.224	15.040	2.300	6.768	1.150	3.384	920	2.707		
Sant'Oreste	612	102	326	148	1.187	3,28	83,76	168.349	158.157	0,07	11.784	11.071	2.652	4.982	1.326	2.491	1.061	1.993		
Saracinesco	53	10	31	11	106	3,28	53,16	9.336	9.169	0,07	654	642	147	289	74	144	59	116		
Segni	1.351	300	1.079	454	3.185	3,28	84,84	376.540	510.850	0,07	26.358	35.759	5.931	16.092	2.965	8.046	2.372	6.437		
Subiaco	576	557	1.798	280	3.211	3,28	75,71	143.281	655.077	0,07	10.030	45.855	2.257	20.635	1.128	10.317	903	8.254		
Tivoli	2.578	3.962	7.886	3.492	17.917	3,28	84,82	718.108	4.272.667	0,07	50.268	299.087	11.310	134.589	5.655	67.295	4.524	53.836		
Tofia	805	150	698	221	1.874	3,28	79,56	210.225	279.406	0,07	14.716	19.558	3.311	8.801	1.656	4.401	1.324	3.521		
Torrta Tiberina	153	49	89	108	399	3,28	87,65	44.032	70.817	0,07	3.082	4.957	694	2.231	347	1.115	277	892		
Trevignano Romano	438	155	504	866	1.963	3,28	100,34	144.290	502.553	0,07	10.100	35.179	2.273	15.830	1.136	7.915	909	6.332		
Vallepia	130	3	21	15	168	3,28	70,43	30.007	8.850	0,07	2.100	620	473	279	236	139	189	112		
Vallinfreda	86	2	42	6	136	3,28	61,26	17.398	9.962	0,07	1.218	697	274	314	137	157	110	126		
Valmontone	278	1.289	1.981	637	4.185	3,28	93,65	85.610	1.201.477	0,07	5.993	84.103	1.348	37.847	674	18.923	539	15.139		
Velletri	2.325	3.333	7.766	3.237	16.660	3,28	98,75	753.919	4.648.852	0,07	52.774	325.420	11.874	146.439	5.937	73.219	4.570	58.576		
Vicovaro	427	147	574	134	1.282	3,28	77,88	109.155	218.728	0,07	7.641	15.311	1.719	6.890	860	3.445	688	2.756		
Vivaro Romano	85	4	11	5	106	3,28	63,34	17.759	4.290	0,07	1.243	300	280	135	140	68	112	54		
Zagarolo	1.064	253	1.711	1.437	4.465	3,28	92,72	324.087	1.035.476	0,07	22.686	72.483	5.104	32.617	2.552	16.309	2.042	13.047		
Totale	231.042	341.343	615.714	241.334	1.429.433		84,55	64.638.561	337.663.612		4.524.699	23.636.453	1.018.057	10.636.404	509.029	5.318.202	407.223	4.254.562		

A5 - 3 - Installazione di pannelli solari termici e fotovoltaici

Comuni	Energia prodotta				Fabbisogno energetico		
	Termica	FV	Termica	FV	Acqua calda sanitaria	Riscaldamento	Energia elettrica
	[kWh/g]	[kWh/g]	[kWh/anno]	[kWh/anno]	[kWh/anno]	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Affile	8.830	1.327	1.889.575	484.336	1.087.675	6.090.982	2.175.351
Agosta	10.560	1.587	2.259.752	579.219	1.090.336	6.105.883	2.180.673
Albano Laziale	229.715	34.522	49.158.968	12.600.423	23.154.511	129.665.262	46.309.022
Allumiere	21.542	3.237	4.609.890	1.181.607	2.780.058	15.568.325	5.560.116
Anguillara Sabazia	114.992	17.281	24.608.286	6.307.594	10.542.800	59.039.679	21.085.600
Anticoli Corrado	4.943	743	1.057.875	271.154	611.360	3.423.616	1.222.720
Anzio	268.425	40.339	57.443.003	14.723.786	26.282.492	147.181.956	52.564.984
Arcinazzo Romano	7.918	1.190	1.694.363	434.299	934.669	5.234.146	1.869.338
Ardea	191.298	28.748	40.937.706	10.493.150	20.271.340	113.519.504	40.542.680
Ariccia	134.148	20.160	28.707.764	7.358.372	11.897.904	66.628.260	23.795.807
Arsoli	9.683	1.455	2.072.086	531.117	1.027.803	5.755.698	2.055.606
Artina	76.239	11.457	16.315.142	4.181.896	8.119.313	45.468.153	16.238.626
Bellegra	14.242	2.140	3.047.789	781.209	2.004.383	11.224.543	4.008.765
Bracciano	100.449	15.095	21.495.996	5.509.852	9.967.363	55.817.233	19.934.726
Camerata Nuova	2.368	356	506.726	129.884	319.983	1.791.903	639.966
Campagnano di Roma	65.199	9.798	13.952.684	3.576.351	6.244.653	34.970.057	12.489.306
Canale Monterano	23.982	3.604	5.132.198	1.315.485	2.265.824	12.688.614	4.531.648
Canterano	1.766	265	377.962	96.879	240.153	1.344.859	480.307
Capena	42.088	6.325	9.006.737	2.308.606	4.260.228	23.857.276	8.520.456
Capranica Prenestina	1.663	250	355.796	91.198	216.205	1.210.746	432.409
Carpineto Romano	22.322	3.355	4.776.964	1.224.431	3.242.403	18.157.458	6.484.806
Casape	3.557	534	761.108	195.087	524.213	2.935.592	1.048.426
Castel Gandolfo	52.169	7.840	11.164.222	2.861.613	5.680.525	31.810.943	11.361.051
Castel Madama	34.877	5.241	7.463.640	1.913.080	4.453.814	24.941.359	8.907.628
Castel San Pietro Romano	42.648	6.409	9.126.637	2.339.339	506.251	2.835.007	1.012.503
Castellnuovo di Porto	5.221	785	1.117.388	286.409	5.096.441	28.540.067	10.192.881
Cave	60.791	9.136	13.009.326	3.334.549	6.559.314	36.732.158	13.118.628
Cerreto Laziale	6.335	952	1.355.791	347.516	705.160	3.948.893	1.410.319
Cervara di Roma	2.063	310	441.556	113.180	306.013	1.713.671	612.025
Cerveteri	201.852	30.334	43.196.351	11.072.085	20.796.218	116.458.822	41.592.436
Ciampino	263.272	39.565	56.340.265	14.441.133	24.634.681	137.954.213	49.269.362
Ciciliano	5.648	849	1.208.576	309.782	802.285	4.492.797	1.604.570
Cineto Romano	2.786	419	596.232	152.826	425.091	2.380.512	850.183
Civitavecchia	335.858	50.473	71.873.524	18.422.616	33.483.767	187.509.097	66.967.535
Civitella San Paolo	8.797	1.322	1.882.463	482.513	1.014.498	5.681.191	2.028.997
Colleferro	149.862	22.521	32.070.470	8.220.300	13.733.314	76.906.558	27.466.628
Colonna	22.730	3.416	4.864.134	1.246.774	2.304.408	12.904.685	4.608.816
Fiano Romano	63.525	9.547	13.594.354	3.484.504	6.005.830	33.632.649	12.011.660
Filacciano	3.584	539	766.921	196.577	329.961	1.847.784	659.923
Fiumicino	378.315	56.854	80.959.495	20.751.532	35.256.645	197.437.211	70.513.290
Fonte Nuova	163.203	24.526	34.925.450	8.952.089	15.814.200	88.559.519	31.628.400
Formello	96.747	14.539	20.703.797	5.306.796	6.828.738	38.240.933	13.657.476
Frascati	141.408	21.251	30.261.221	7.756.554	13.226.397	74.067.826	26.452.795
Galliciano nel Lazio	29.916	4.496	6.401.953	1.640.948	3.294.292	18.448.037	6.588.585
Gavignano	10.261	1.542	2.195.960	562.868	1.196.775	6.701.942	2.393.551
Genazzano	28.938	4.349	6.192.745	1.587.324	3.638.889	20.377.779	7.277.778
Genzano di Roma	148.597	22.331	31.799.750	8.150.910	14.857.578	83.202.435	29.715.155
Gerano	6.223	935	1.331.799	341.366	798.959	4.474.171	1.597.918
Gorga	3.371	507	721.454	184.923	500.264	2.801.479	1.000.528
Grottaferrata	144.153	21.663	30.848.800	7.907.162	12.642.312	70.796.950	25.284.625
Guidonia Montecelio	470.058	70.641	100.592.497	25.783.861	47.467.879	265.820.120	94.935.757
Jenne	2.366	356	506.331	129.783	316.657	1.773.277	633.313
Labico	24.045	3.613	5.145.557	1.318.909	2.841.261	15.911.059	5.682.521
Ladispoli	211.861	31.839	45.338.305	11.621.111	21.944.431	122.888.812	43.888.862
Lanuvio	73.302	11.016	15.686.523	4.020.768	7.011.680	39.265.410	14.023.361
Lariano	82.225	12.357	17.596.234	4.510.265	7.215.245	40.405.374	14.430.491
Licenza	6.028	906	1.290.070	330.671	631.317	3.535.377	1.262.635
Magliano Romano	7.954	1.195	1.702.244	436.319	870.140	4.872.785	1.740.280
Mandela	4.835	727	1.034.677	265.208	526.209	2.946.768	1.052.417
Manziana	47.013	7.065	10.060.741	2.578.768	4.052.671	22.694.960	8.105.343
Marano Equo	4.810	723	1.029.438	263.865	528.870	2.961.670	1.057.739
Marcellina	33.517	5.037	7.172.731	1.838.514	3.790.565	21.227.164	7.581.130
Marino	229.049	34.422	49.016.473	12.563.899	24.419.807	136.750.918	48.839.613
Mazzano Romano	18.626	2.799	3.986.058	1.021.706	1.718.993	9.626.359	3.437.985
Mentana	114.422	17.195	24.486.246	6.276.313	11.953.784	66.941.191	23.907.568

A5 - 3 - Installazione di pannelli solari termici e fotovoltaici

Comuni	Energia prodotta				Fabbisogno energetico		
	Termica	FV	Termica	FV	Acqua calda sanitaria	Riscaldamento	Energia elettrica
	[kWh/g]	[kWh/g]	[kWh/anno]	[kWh/anno]	[kWh/anno]	[kWh/anno]	[kWh/anno]
Monte Compatri	51.914	7.802	11.109.585	2.847.608	5.844.176	32.727.384	11.688.351
Monte Porzio Catone	10.185	1.531	2.179.548	558.662	5.569.430	31.188.806	11.138.859
Monteflavio	11.260	1.692	2.409.599	617.628	926.686	5.189.442	1.853.372
Montelariano	31.198	4.688	6.676.318	1.711.273	1.304.545	7.305.452	2.609.090
Montelibretti	53.757	8.079	11.504.091	2.948.728	3.240.408	18.146.282	6.480.815
Monterotondo	237.782	35.734	50.885.328	13.042.923	23.535.696	131.799.900	47.071.393
Montorio Romano	12.371	1.859	2.647.453	678.595	1.257.978	7.044.677	2.515.956
Moricone	13.636	2.049	2.918.195	747.991	1.619.206	9.067.553	3.238.412
Morlupo	55.435	8.331	11.863.101	3.040.749	4.734.547	26.513.465	9.469.095
Nazzano	8.881	1.335	1.900.453	487.124	830.226	4.649.263	1.660.451
Nemi	13.172	1.979	2.818.753	722.502	1.258.643	7.048.402	2.517.286
Nerola	10.233	1.538	2.189.865	561.306	963.274	5.394.337	1.926.549
Nettuno	238.162	35.791	50.966.667	13.063.772	26.233.264	146.906.279	52.466.528
Olevano Romano	35.566	5.345	7.611.180	1.950.897	4.307.460	24.121.777	8.614.920
Palestrina	119.261	17.923	25.521.800	6.541.746	11.830.049	66.248.272	23.660.097
Palombara Sabina	71.914	10.807	15.389.645	3.944.673	7.298.401	40.871.045	14.596.802
Percile	760	114	162.610	41.680	145.023	812.131	290.047
Pisoniano	3.864	581	826.801	211.925	484.298	2.712.070	968.596
Poli	11.377	1.710	2.434.630	624.044	1.470.856	8.236.795	2.941.713
Pomezia	293.187	44.060	62.741.926	16.082.006	30.204.110	169.143.018	60.408.221
Ponzano Romano	6.640	998	1.421.002	364.231	721.125	4.038.302	1.442.251
Riano	57.809	8.688	12.371.175	3.170.979	4.602.164	25.772.116	9.204.327
Rignano Flaminio	56.713	8.523	12.136.533	3.110.835	4.937.447	27.649.703	9.874.894
Riofreddo	4.840	727	1.035.807	265.498	506.917	2.838.733	1.013.833
Rocca Canterano	1.059	159	226.692	58.106	158.994	890.364	317.987
Rocca di Cave	1.624	244	347.511	89.074	250.797	1.404.465	501.595
Rocca di Papa	78.861	11.851	16.876.176	4.325.700	9.090.570	50.907.194	18.181.141
Rocca Priora	2.293	345	490.661	125.766	7.160.695	40.099.893	14.321.390
Rocca Santo Stefano	56.470	8.486	12.084.546	3.097.510	656.597	3.676.941	1.313.193
Roccagiovine	4.463	671	954.987	244.782	195.582	1.095.259	391.164
Roiate	4.433	666	948.569	243.137	524.213	2.935.592	1.048.426
Roma	17.964.502	2.699.718	3.844.403.348	985.397.174	1.691.054.320	9.469.904.191	3.382.108.640
Roviano	8.574	1.289	1.834.871	470.314	920.699	5.155.913	1.841.398
Sacrofano	53.409	8.026	11.429.469	2.929.601	4.150.462	23.242.590	8.300.925
Sambuci	3.902	586	834.938	214.011	586.746	3.285.777	1.173.492
San Cesareo	71.634	10.765	15.329.777	3.929.327	7.015.007	39.284.037	14.030.013
San Gregorio da Sassola	7.064	1.062	1.511.641	387.464	963.940	5.398.063	1.927.879
San Polo dei Cavalieri	14.099	2.119	3.017.127	773.350	1.605.901	8.993.046	3.211.802
San Vito Romano	101.188	15.207	21.654.283	5.550.424	2.183.333	12.226.668	4.366.667
Santa Marinella	18.326	2.754	3.921.795	1.005.234	10.894.049	61.006.675	21.788.098
Sant'Angelo Romano	20.220	3.039	4.327.115	1.109.126	2.225.244	12.461.366	4.450.488
Sant'Oreste	17.020	2.558	3.642.378	933.614	2.388.894	13.377.807	4.777.788
Saracinesco	972	146	207.979	53.309	114.422	640.764	228.844
Segni	49.103	7.379	10.508.148	2.693.448	6.010.487	33.658.727	12.020.974
Subiaco	51.042	7.671	10.922.959	2.799.772	6.106.282	34.195.180	12.212.564
Tivoli	325.314	48.888	69.617.247	17.844.287	33.107.904	185.404.263	66.215.808
Tolfa	27.007	4.059	5.779.517	1.481.405	3.368.800	18.865.279	6.737.600
Torrita Tiberina	6.520	980	1.395.335	357.652	653.936	3.662.040	1.307.871
Trevignano Romano	40.365	6.066	8.638.017	2.214.096	3.275.000	18.340.001	6.550.000
Vallepiana	1.675	252	358.535	91.900	244.145	1.367.211	488.290
Vallinfreda	1.311	197	280.486	71.894	190.260	1.065.456	380.520
Valmontone	87.394	13.134	18.702.218	4.793.751	8.537.087	47.807.686	17.074.173
Velletri	352.994	53.048	75.540.639	19.362.571	33.286.190	186.402.662	66.572.379
Vicovaro	19.196	2.885	4.107.926	1.052.943	2.617.738	14.659.335	5.235.477
Vivaro Romano	925	139	197.947	50.738	143.693	804.680	287.386
Zagarolo	84.109	12.640	17.999.358	4.613.594	9.224.285	51.655.994	18.448.569
Totale	25.986.173	3.905.221	5.561.041.026	1.425.405.613	2.500.000.000	14.000.000.000	5.000.000.000

A5 - 5.3 - Disponibilità di biomasse agricole

Codice Istat	Comuni	VITE	OLIVO	FRUTTIFERI	CEREALI	VITE	OLIVO	FRUTTIFERI	CEREALI	Totale Residui Erbacei	VITE	OLIVO	FRUTTIFERI	Totale Residui Legnosi	Totale Residui Legnosi+Erbacei
		Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	t/a	t/a	t/a	t/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a
1	Affile	24,25	103,84	4,21	-	315	260	38	-	-	40	124	9	173	173
2	Agosta	5,62	6,72	1,54	2	73	17	14	0	0	9	8	3	20	21
3	Albano Laziale	380,93	98,78	41,07	73	4.952	247	370	13	13	628	118	84	830	843
4	Allumiere	42,54	142,5	133,13	1.053	553	356	1.198	188	188	70	171	273	514	702
5	Anguillara Sabazia	2,56	18,24	4,06	2.707	33	46	37	483	483	4	22	8	34	518
6	Anticoli Corrado	0,55	79,19	3,36	4	7	198	30	1	1	1	95	7	103	103
7	Anzio	24,67	13,57	0,57	317	321	34	5	57	57	41	16	1	58	115
8	Arcinazzo Romano	12,34	17,24	0,68	-	160	43	6	-	-	20	21	1	42	42
117	Ardea	187,72	105,77	65,3	1.355	2.440	264	588	242	242	309	127	134	570	812
9	Ariccia	290,25	98,8	53,48	0	3.773	247	481	0	0	478	118	110	706	706
10	Arsoli	13,7	63,78	1,53	11	178	159	14	2	2	23	76	3	102	104
11	Artena	27,05	52,26	13,28	1.379	352	131	120	246	246	45	63	27	134	381
12	Bellegra	23,72	219,14	4,09	-	308	548	37	-	-	39	263	8	310	310
13	Bracciano	27,01	254,86	257,31	3.989	351	637	2.316	712	712	45	305	528	878	1.590
14	Camerata Nuova	0,65	0,1	3,67	48	8	0	33	9	9	1	0	8	9	17
15	Campagnano di Roma	18,09	46,14	4,25	807	235	115	38	144	144	30	55	9	94	238
16	Canale Monterano	39,22	167,02	63,12	414	510	418	478	74	74	65	200	109	374	448
17	Canterano	4,08	31,38	0,5	13	53	78	5	2	2	7	38	1	45	48
18	Capena	28,72	364,15	7,07	1.803	373	910	64	322	322	47	436	15	498	820
19	Capranica Prenestina	0	2	10,4	5	-	5	94	1	1	-	2	21	24	25
20	Carpineto Romano	27,29	368,9	242,81	-	355	922	2.185	-	-	45	442	498	985	985
21	Casape	0,2	171,41	0,25	-	3	429	2	-	-	0	205	1	206	206
22	Castel Gandolfo	42,38	34,09	4,21	-	551	85	38	-	-	70	41	9	119	119
23	Castel Madama	70,93	349,66	238,24	141	922	874	2.144	25	25	117	419	489	1.025	1.050
25	Castel San Pietro Romano	14,55	205,08	17,73	859	189	513	160	153	153	24	246	36	306	459
24	Castelnuovo di Porto	7,83	68,21	18,51	50	102	171	167	9	9	13	82	38	133	142
26	Cave	28,25	79,05	70,68	166	367	198	636	30	30	47	95	145	286	316
27	Cerreto Laziale	1,39	12,1	2,31	9	18	30	21	2	2	2	14	5	22	23
28	Cervara di Roma	0	62,6	0	-	-	157	-	-	-	-	75	-	75	75
29	Cerveteri	829,28	267,07	202,47	4.247	10.781	668	1.822	758	758	1.366	320	415	2.102	2.860
118	Ciampino	149,23	24,44	2,86	-	1.940	61	26	-	-	246	29	6	281	281
30	Ciciliano	4,06	53,94	4,44	64	53	135	40	12	12	7	65	9	80	92
31	Cineto Romano	1,44	118,72	3,14	-	19	297	28	-	-	2	142	6	151	151
32	Civitavecchia	31,6	79,89	32,05	3.290	411	200	288	587	587	52	96	66	214	801
33	Civitella San Paolo	49,97	276,02	2,06	114	650	690	19	20	20	82	331	4	417	438
34	Colleferro	0	6,61	15,69	1.287	-	17	141	230	230	-	8	32	40	270
35	Colonna	101,15	40,84	17,16	-	1.315	102	154	-	-	167	49	35	251	251
36	Fiano Romano	34,76	299,28	20,66	1.242	452	748	186	222	222	57	359	42	458	680
37	Filacciano	4,3	74,97	5,55	51	56	187	50	9	9	7	90	11	108	117
120	Fiumicino	54,89	88,82	21,16	11.220	714	222	190	2.003	2.003	90	106	43	240	2.243
122	Fonte Nuova	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Formello	15,07	224,5	30,74	395	196	561	277	70	70	25	269	63	357	427
39	Frascati	674,75	285,84	16,44	9	8.772	715	148	2	2	1.112	342	34	1.488	1.490
40	Galliano nel Lazio	101,82	229,74	16,55	827	1.324	574	149	148	148	168	275	34	477	625
41	Gavignano	55,28	39,86	79	296	719	100	711	53	53	91	48	162	301	354
42	Genazzano	222,78	193,85	44,1	686	2.896	485	397	123	123	367	232	90	690	812
43	Genzano di Roma	395,28	329,03	46,84	3	5.139	823	422	1	1	651	394	96	1.142	1.142
44	Gerano	13,96	45,28	4,81	2	181	113	41	0	0	23	54	9	87	87
45	Gorga	13,97	25,4	6,52	3	182	64	59	0	0	23	30	13	67	67
46	Grottaferrata	196,89	99	9,53	-	2.560	248	86	-	-	324	119	20	463	463
47	Guidonia Montecelio	36,11	218,88	101,5	1.482	469	547	914	265	265	60	262	208	530	795
48	Jenne	0	0	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0
49	Labico	2,81	0,94	179,55	441	37	2	1.616	79	79	5	1	368	374	453

A5 - 5.3 - Disponibilità di biomasse agricole

Codice istat	Comuni	VITE	OLIVO	FRUTTIFERI	CEREALI	VITE	OLIVO	FRUTTIFERI	CEREALI	Totale Residui Erbacei	VITE	OLIVO	FRUTTIFERI	Totale Residui Legnosi	Totale Residui Legnosi+Erbacei
		Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	t/a	t/a	t/a	t/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a
116	Ladispoli	86,13	17,92	22,51	530	1.120	45	203	95	95	142	21	46	210	304
50	Lanuvio	842,62	353,93	264,55	253	10.954	885	2.381	45	45	1.388	424	543	2.355	2.400
115	Lariano	41,34	120,67	51,14	55	537	302	460	10	10	68	145	105	318	328
51	Licenza	0	39,34	2,78	-	-	98	25	-	-	-	47	6	53	53
52	Magliano Romano	6,6	44,67	40,77	593	86	112	367	106	106	11	54	84	148	254
53	Mandela	5,13	84,08	9,87	113	67	210	89	20	20	8	101	20	129	150
54	Manziana	29,51	52,47	133,85	76	384	131	1.205	14	14	49	63	275	386	400
55	Marano Equo	1,95	1,1	0	-	25	3	-	-	-	3	1	-	5	5
56	Marcellina	38,28	654,36	238,31	-	498	1.636	2.145	-	-	63	784	489	1.336	1.336
57	Marino	428,2	65,12	55,26	215	5.567	163	497	38	38	706	78	113	897	935
58	Mazzano Romano	45,75	107,25	155,91	390	595	268	1.403	70	70	75	128	320	524	593
59	Mentana	90,88	478,66	163,35	268	1.181	197	1.470	48	48	150	573	335	1.058	1.106
64	Monte Porzio Catone	200,05	129,4	7,96	-	2.601	324	72	-	-	330	155	16	501	501
60	Montecompatri	122,82	91,93	22,43	537	1.597	230	202	96	96	202	110	46	359	454
61	Monteflavio	0,38	138,78	5,06	-	5	347	46	-	-	1	166	10	177	177
62	Montelanico	24,97	55,23	134,5	100	325	138	1.211	18	18	41	66	276	383	401
63	Montelibretti	171,74	1.337,76	574,95	1.257	2.233	3.344	5.175	224	224	283	1.603	1.180	3.065	3.290
65	Monterotondo	108,87	284,07	109,27	1.582	1.415	710	983	282	282	179	340	224	744	1.026
66	Montorio Romano	61,11	814,06	59,61	-	794	2.035	536	-	-	101	975	122	1.198	1.198
67	Moricone	70,07	603,95	401,26	2	911	1.510	3.611	0	0	115	724	823	1.662	1.663
68	Moriupo	0,15	440,12	13,53	244	2	1.100	122	43	43	0	527	28	555	599
69	Nazzano	24,77	91,27	1,54	209	322	228	14	37	37	41	109	3	153	191
70	Nemi	1,06	2,7	2,35	-	14	7	21	-	-	2	3	5	10	10
71	Nerola	57,76	908,69	55,17	27	751	2.272	497	5	5	95	1.089	113	1.297	1.302
72	Nettuno	135,13	3,8	6,11	140	1.757	10	55	25	25	223	5	13	240	265
73	Olevano Romano	419,77	342,91	70,45	15	5.457	857	634	3	3	692	411	145	1.247	1.250
74	Palestrina	34,77	59,99	272,22	847	452	150	2.450	151	151	57	72	559	688	839
75	Palombara Sabina	176,47	1.911,23	858,04	955	2.294	4.778	7.722	170	170	291	2.290	1.761	4.341	4.511
76	Percile	0	4,33	0,05	-	-	11	0	-	-	-	5	0	5	5
77	Pisoniano	0,25	3	0	-	3	8	-	-	-	0	4	-	4	4
78	Poli	60,62	331,77	6,8	37	788	829	61	7	7	100	397	14	511	518
79	Pomezia	89,1	27,53	37,96	2.884	1.158	69	342	515	515	147	33	78	258	772
80	Ponzano Romano	18,55	113,31	10,77	1.177	241	283	97	210	210	31	136	22	188	398
81	Riano	7,1	118,52	21,07	480	92	296	190	86	86	12	142	43	197	283
82	Rignano Flaminio	15,38	223,17	171,94	919	200	558	1.547	164	164	25	267	353	646	810
83	Riofreddo	0,6	0	0,45	117	8	-	4	21	21	1	-	1	2	23
84	Rocca Canterano	9,5	18,87	3,3	-	124	47	30	-	-	16	23	7	45	45
85	Rocca di Cave	0,8	32,16	23,69	27	10	80	213	5	5	1	39	49	88	93
86	Rocca di Papa	14,02	26,83	119,61	154	182	67	1.076	28	28	23	32	245	301	328
88	Rocca Priora	0	37,1	0,1	-	-	93	1	-	-	-	44	0	45	45
89	Rocca Santo Stefano	8,33	11,21	8,37	1	108	28	75	0	0	14	13	17	44	45
87	Roccagiovine	20,4	27,95	0,2	0	265	70	2	0	0	34	33	0	68	68
90	Roiate	9,59	71,08	1,1	-	125	178	10	-	-	16	85	2	103	103
91	Roma	653,82	843,14	238,3	38.236	8.500	2.108	2.145	6.825	6.825	1.077	1.010	489	2.576	9.401
92	Roviano	3,89	45,52	1,94	-	51	114	17	-	-	6	55	4	65	65
93	Sacrofano	9,06	271,91	14,14	725	118	680	127	129	129	15	326	29	370	499
94	Sambuci	1,32	70,84	0,1	-	17	177	1	-	-	2	85	0	87	87
119	San Cesareo	131,06	114,64	207,45	55	1.704	287	1.867	10	10	216	137	426	779	789
95	San Gregorio da Sassola	11,01	625,86	32,27	116	143	1.565	290	21	21	18	750	66	834	855
96	San Polo dei Cavalieri	13,47	366,28	156,45	2	175	916	1.408	0	0	22	439	321	782	782
100	San Vito Romano	23,79	186,46	33,29	-	309	466	300	-	-	39	223	68	331	331
97	Santa Marinella	36,76	6,6	2	2.315	478	17	18	413	413	61	8	4	73	486
98	Sant'Angelo Romano	66,78	448,66	223,38	69	868	1.122	2.010	12	12	110	537	458	1.106	1.118
99	Sant'Oreste	70,95	391,46	140,3	1.917	922	979	1.263	342	342	117	469	288	874	1.216

A5 - 5.3 - Disponibilità di biomasse agricole

Codice Istat	Comuni	VITE	OLIVO	FRUTTIFERI	CEREALI	VITE	OLIVO	FRUTTIFERI	CEREALI	Totale Residui Erbacei	VITE	OLIVO	FRUTTIFERI	Totale Residui Legnosi	Totale Residui Legnosi+Erbacei
		Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	t/a	t/a	t/a	t/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a	tss/a
101	Saracinesco	0,15	45,62	1,18	-	2	114	11	-	-	0	55	2	57	57
102	Segni	29,84	109,66	222,85	478	388	274	2.006	85	85	49	131	457	638	723
103	Subiaco	31	199,32	6,65	15	403	498	60	3	3	51	239	14	304	306
104	Tivoli	67,95	1.235,77	84,32	98	883	3.089	759	17	17	112	1.480	173	1.765	1.783
105	Toifa	71,09	27,13	36,6	3.280	924	68	329	585	585	117	33	75	225	810
106	Torrita Tiberina	11,99	85,59	7,38	190	156	214	66	34	34	20	103	15	137	171
107	Trevignano Romano	49,4	34,21	16,83	378	642	86	151	68	68	81	41	35	157	224
108	Vallepetra	0	0	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0
109	Vallinfreda	0	0	0	12	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2
110	Valmontone	20,79	7,91	44,74	1.548	270	20	403	276	276	34	9	92	136	412
111	Velletri	1.942,24	1.035,24	734,4	708	25.249	2.588	6.610	126	126	3.200	1.240	1.507	5.948	6.074
112	Vicovaro	19,59	220,18	30,68	305	255	550	276	54	54	32	264	63	359	413
113	Vivaro Romano	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
114	Zagarolo	124,83	81,06	93,25	446	1.623	203	839	80	80	206	97	191	494	574
		11.207	22.995	8.587	105.962	145.693	57.487	77.280	18.914	18.914	18.467	27.547	17.620	63.633	82.548

A5 - 5.4 - Disponibilità di biomasse forestali

Codice istat	Comuni	Superfici boscate totali	Superfici boscate SAT	Superfici boscate DEMANIO	Superfici tagliate accessibili SAT	Superfici tagliate accessibili DEMANIO	Accrescimento SAT	Accrescimento DEMANIO	Biomassa utilizzabile per fini energetici
		ha	ha	ha	ha	ha	t/a	t/a	tss/a
1	Affile	618	149	469	89	141	2.411	12.667	1.628
2	Agosta	564	213	351	128	105	3.451	9.477	1.396
3	Albano Laziale	187	7	181	4	54	108	4.879	539
4	Allumiere	4.649	3.574	1.075	2.144	323	57.900	29.025	9.388
5	Anguillara Sabazia	409	53	356	32	107	857	9.613	1.131
6	Anticoli Corrado	1.181	221	960	132	288	3.576	25.919	3.185
7	Anzio	605	263	342	158	103	4.264	9.232	1.458
8	Arcinazzo Romano	1.222	622	600	373	180	10.074	16.193	2.837
117	Ardea	351	65	286	39	86	1.054	7.732	949
9	Ariccia	202	39	162	24	49	636	4.381	542
10	Arsoli	661	256	404	154	121	4.149	10.920	1.627
11	Artena	751	54	697	32	209	875	18.826	2.128
12	Bellegra	898	-	898	-	269	-	24.240	2.618
13	Bracciano	4.817	3.127	1.689	1.876	507	50.665	45.606	10.397
14	Camerata Nuova	2.670	1.762	908	1.057	272	28.546	24.522	5.731
15	Campagnano di Roma	849	68	781	41	234	1.099	21.079	2.395
16	Canale Monterano	1.910	1.165	745	699	224	18.876	20.123	4.212
17	Canterano	491	211	280	127	84	3.420	7.568	1.187
18	Capena	346	56	290	34	87	914	7.829	944
19	Capranica Prenestina	1.116	793	323	476	97	12.851	8.709	2.329
20	Carpineto Romano	4.635	3.630	1.005	2.178	302	58.805	27.145	9.283
21	Casape	165	-	165	-	49	-	4.449	480
22	Castel Gandolfo	188	1	187	0	56	12	5.047	546
23	Castel Madama	1.359	290	1.069	174	321	4.701	28.866	3.625
25	Castel San Pietro Romano	578	180	399	108	120	2.908	10.770	1.477
24	Castelnuovo di Porto	859	191	668	114	200	3.088	18.038	2.282
26	Cave	385	126	259	75	78	2.035	6.994	975
27	Cerreto Laziale	620	77	543	46	163	1.244	14.669	1.719
28	Cervara di Roma	1.891	1.004	886	603	266	16.268	23.932	4.342
29	Cerveteri	3.462	2.212	1.250	1.327	375	35.833	33.746	7.515
118	Ciampino	8	-	8	-	2	-	210	23
30	Ciciliano	1.192	194	998	116	300	3.138	26.957	3.250
31	Cineto Romano	294	-	294	-	88	-	7.936	857
32	Civitavecchia	1.069	276	792	166	238	4.476	21.394	2.794
33	Civitella San Paolo	748	115	633	69	190	1.861	17.087	2.046
34	Colleferro	231	60	171	36	51	971	4.628	605
35	Colonna	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Fiano Romano	391	159	232	96	69	2.580	6.251	954
37	Filacciano	169	98	71	59	21	1.591	1.921	379
120	Fiumicino	2.229	1.030	1.198	618	359	16.689	32.354	5.297
122	Fonte Nuova	300	-	300	-	90	-	8.093	874
38	Formello	593	37	557	22	167	592	15.026	1.687
39	Frascati	150	150	-	90	-	2.430	-	262

A5 - 5.4 - Disponibilità di biomasse forestali

Codice istat	Comuni	Superfici boscate totali	Superfici boscate SAT	Superfici boscate DEMANIO	Superfici tagliate accessibili SAT	Superfici tagliate accessibili DEMANIO	Accrescimento SAT	Accrescimento DEMANIO	Biomassa utilizzabile per fini energetici
		ha	ha	ha	ha	ha	t/a	t/a	tss/a
40	Galliciano nel Lazio	583	348	235	209	71	5.637	6.354	1.295
41	Gavignano	242	74	168	44	50	1.192	4.536	619
42	Genazzano	607	117	489	70	147	1.901	13.208	1.632
43	Genzano di Roma	85	12	73	7	22	194	1.973	234
44	Gerano	561	105	456	63	137	1.705	12.316	1.514
45	Gorga	2.251	2.251	-	1.350	-	36.461	-	3.938
46	Grottaferrata	289	21	268	12	80	335	7.242	818
47	Guidonia Montecelio	211	26	185	16	55	421	4.992	585
48	Jenne	1.945	985	961	591	288	15.955	25.934	4.524
49	Labico	151	65	86	39	26	1.047	2.334	365
116	Ladispoli	108	-	108	-	32	-	2.903	314
50	Lanuvio	119	6	112	4	34	99	3.035	338
115	Lariano	1.001	825	177	495	53	13.359	4.767	1.958
51	Licenza	1.035	390	645	234	194	6.322	17.420	2.564
52	Magliano Romano	561	339	222	204	67	5.495	5.997	1.241
53	Mandela	403	122	280	73	84	1.984	7.573	1.032
54	Manziana	1.067	936	131	561	39	15.160	3.549	2.021
55	Marano Equo	552	67	485	40	146	1.077	13.102	1.531
56	Marcellina	323	323	-	194	-	5.225	-	564
57	Marino	96	3	92	2	28	55	2.493	275
58	Mazzano Romano	1.098	457	641	274	192	7.404	17.298	2.668
59	Mentana	600	600	-	360	-	9.714	-	1.049
64	Monte Porzio Catone	176	55	120	33	36	895	3.247	447
60	Montecomatri	362	154	208	93	62	2.502	5.603	875
61	Monteflavio	1.578	1.578	-	947	-	25.556	-	2.760
62	Montelanico	2.185	1.880	305	1.128	91	30.459	8.228	4.178
63	Montelibretti	387	38	349	23	105	615	9.422	1.084
65	Monterotondo	460	375	85	225	25	6.072	2.287	903
66	Montorio Romano	797	140	657	84	197	2.273	17.737	2.161
67	Moricone	463	463	-	278	-	7.503	-	810
68	Morlupo	828	60	768	36	230	966	20.739	2.344
69	Nazzano	419	154	265	93	80	2.499	7.161	1.043
70	Nemi	218	-	218	-	66	-	5.897	637
71	Nerola	258	113	145	68	43	1.832	3.907	620
72	Nettuno	1.188	3	1.185	2	356	47	32.000	3.461
73	Olevano Romano	313	75	238	45	71	1.213	6.418	824
74	Palestrina	784	262	522	157	157	4.241	14.097	1.980
75	Palombara Sabina	1.669	1.046	623	628	187	16.948	16.823	3.647
76	Percile	1.055	555	499	333	150	8.997	13.484	2.428
77	Pisoniano	777	-	777	-	233	-	20.967	2.264
78	Poli	894	240	654	144	196	3.888	17.654	2.327
79	Pomezia	288	74	214	44	64	1.200	5.770	753
80	Ponzano Romano	480	241	239	144	72	3.901	6.466	1.120
81	Riano	639	383	256	230	77	6.208	6.911	1.417

A5 - 5.4 - Disponibilità di biomasse forestali

Codice istat	Comuni	Superfici boscate totali	Superfici boscate SAT	Superfici boscate DEMANIO	Superfici tagliate accessibili SAT	Superfici tagliate accessibili DEMANIO	Accrescimento SAT	Accrescimento DEMANIO	Biomassa utilizzabile per fini energetici
		ha	ha	ha	ha	ha	t/a	t/a	tss/a
82	Rignano Flaminio	965	237	727	142	218	3.847	19.635	2.536
83	Riofreddo	280	-	280	-	84	-	7.555	816
84	Rocca Canterano	1.198	411	786	247	236	6.666	21.235	3.013
85	Rocca di Cave	612	134	478	80	143	2.168	12.910	1.628
86	Rocca di Papa	2.432	2.178	254	1.307	76	35.283	6.852	4.551
88	Rocca Priora	1.200	594	606	357	182	9.629	16.352	2.806
89	Rocca Santo Stefano	643	129	514	77	154	2.092	13.887	1.726
87	Roccagiovine	588	-	588	-	176	-	15.882	1.715
90	Roiate	305	54	251	32	75	874	6.771	826
91	Roma	15.448	9.726	5.722	5.836	1.717	157.562	154.500	33.703
92	Roviano	321	16	305	10	92	264	8.236	918
93	Sacrofano	752	412	340	247	102	6.668	9.193	1.713
94	Sambuci	402	40	362	24	109	655	9.768	1.126
119	San Cesareo	63	42	21	25	6	673	575	135
95	San Gregorio da Sassola	1.785	869	915	522	275	14.085	24.713	4.190
96	San Polo dei Cavalieri	2.177	1.231	946	739	284	19.948	25.534	4.912
100	San Vito Romano	785	123	662	74	199	1.996	17.869	2.145
97	Santa Marinella	1.044	205	838	123	252	3.329	22.636	2.804
98	Sant'Angelo Romano	303	303	-	182	-	4.902	-	529
99	Sant'Oreste	1.367	705	661	423	198	11.428	17.849	3.162
101	Saracinesco	782	222	560	133	168	3.595	15.133	2.023
102	Segni	2.605	1.474	1.131	885	339	23.884	30.528	5.876
103	Subiaco	3.704	1.616	2.088	969	626	26.175	56.382	8.916
104	Tivoli	1.246	717	529	430	159	11.616	14.284	2.797
105	Tolfa	9.678	6.185	3.492	3.711	1.048	100.200	94.293	21.005
106	Torrita Tiberina	353	131	222	79	67	2.123	5.995	877
107	Trevignano Romano	533	40	494	24	148	640	13.331	1.509
108	Vallepiana	3.251	635	2.617	381	785	10.286	70.647	8.741
109	Vallinfreda	126	32	94	19	28	521	2.548	331
110	Valmontone	503	66	437	40	131	1.069	11.809	1.391
111	Velletri	1.711	755	956	453	287	12.228	25.822	4.109
112	Vicovaro	1.314	675	639	405	192	10.936	17.264	3.046
113	Vivaro Romano	112	-	112	-	34	-	3.027	327
114	Zagarolo	308	28	280	17	84	448	7.564	865
		135.011	68.475	66.536	41.085	19.961	1.109.295	1.796.475	313.823

A5 - 5.5 - Disponibilità di biomasse zootecniche

Codice istat	Comuni	Aziende con allevamenti anno 2000	BOVINI	BOVINI	SUINI	SUINI	OVINI	OVINI	CAPRINI	CAPRINI	BOVINI (Aziendali)	SUINI (Aziendali)	Produzione annua letame per impianti aziendali	Produzione biogas
		Totale aziende	Aziende	CAPI	Aziende	CAPI	Aziende	CAPI	Aziende	CAPI	kg/d	kg/d	kg/a	Nm3/a
1	Affile	5	1	2	0	0	2	230	0	0	-	-	-	-
2	Agosta	28	4	41	0	0	7	43	0	0	-	-	-	-
3	Albano Laziale	124	1	1	5	30	3	47	1	2	-	-	-	-
4	Allumiere	523	74	2.632	110	167	29	105	39	146	93.714	-	34.205.684	886.611
5	Anguillara Sabazia	71	40	2.266	19	6.566	23	2.785	0	0	80.683	41.152	44.469.746	1.152.656
6	Anticoli Corrado	13	3	46	1	2	3	310	3	135	-	-	-	-
7	Anzio	27	8	773	2	3	7	1.681	2	40	27.523	-	10.045.970	260.392
8	Arcinazzo Romano	5	1	10	0	0	3	257	0	0	-	-	-	-
117	Ardea	175	21	341	30	44	37	1.298	10	99	12.142	-	4.431.663	114.869
9	Ariccia	64	2	26	1	3	7	622	1	4	-	-	-	-
10	Arsoli	26	3	35	9	16	8	322	2	5	-	-	-	-
11	Artena	198	24	948	14	15	20	2.507	4	9	33.754	-	12.320.284	319.342
12	Bellegra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Bracciano	134	44	2.766	40	114	44	4.136	3	18	98.485	-	35.947.159	931.750
14	Camerata Nuova	20	10	168	2	4	2	333	0	0	5.982	-	2.183.342	56.592
15	Campagnano di Roma	96	32	1.511	1	2	13	2.434	0	0	53.800	-	19.637.078	508.993
16	Canale Monterano	186	37	611	40	105	43	1.396	13	63	21.755	-	7.940.605	205.820
17	Canterano	25	7	79	4	8	12	123	1	2	-	-	-	-
18	Capena	91	19	381	5	10	16	1.389	2	18	13.566	-	4.951.507	128.343
19	Capranica Prenestina	15	7	342	3	9	9	1.181	3	162	12.177	-	4.444.660	115.206
20	Carpineto Romano	97	22	340	18	159	31	1.411	14	802	12.106	-	4.418.667	114.532
21	Casape	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Castel Gandolfo	21	0	0	2	5	0	0	2	8	-	-	-	-
23	Castel Madama	212	18	205	14	38	21	766	8	188	7.299	-	2.664.197	69.056
25	Castel San Pietro Romano	171	22	256	11	20	33	1.337	6	25	9.115	-	3.326.997	86.236
24	Castelnuovo di Porto	9	6	243	1	2	4	334	2	248	8.652	-	3.158.048	81.857
26	Cave	221	16	111	17	22	11	687	3	4	3.952	-	1.442.565	37.391
27	Cerreto Laziale	8	5	159	0	0	1	80	1	7	5.661	-	2.066.377	53.560
28	Cervara di Roma	6	4	120	0	0	1	90	1	10	4.273	-	1.559.530	40.423
29	Cerveteri	176	58	2.780	45	161	32	7.753	6	69	98.984	-	36.129.104	936.466
118	Ciampino	10	0	0	1	2	1	6	1	10	-	-	-	-
30	Ciciliano	26	6	55	4	12	10	762	5	68	-	-	-	-
31	Cineto Romano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Civitavecchia	261	20	309	31	335	33	2.774	13	61	11.002	-	4.015.789	104.089
33	Civitella San Paolo	46	7	121	9	12	12	1.086	1	36	4.308	-	1.572.526	40.760
34	Colleferro	76	13	574	0	0	31	2.681	1	13	20.438	-	7.459.750	193.357
35	Colonna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Fiano Romano	190	31	1.015	26	57	18	1.551	4	11	36.140	-	13.191.022	341.911
37	Filacciano	58	5	80	3	5	3	364	6	24	-	-	-	-
120	Fiomicino	327	117	13.867	79	180	54	5.225	22	172	493.744	-	180.216.648	4.671.216
122	Fonte Nuova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Formello	127	22	360	23	49	28	2.638	5	173	12.818	-	4.678.589	121.269
39	Frascati	11	0	0	1	6	0	0	0	0	-	-	-	-
40	Galliciano nel Lazio	65	6	391	1	3	5	302	0	0	13.922	-	5.081.467	131.712
41	Gavignano	169	24	618	62	99	73	3.480	8	16	22.004	-	8.031.578	208.178
42	Genazzano	178	25	939	44	69	24	3.228	5	24	33.434	-	12.203.320	316.310
43	Genzano di Roma	24	3	52	5	48	2	60	2	40	-	-	-	-
44	Gerano	104	1	2	28	34	12	280	4	65	-	-	-	-
45	Gorga	70	17	195	17	77	24	584	6	88	6.943	-	2.534.236	65.687
46	Grottaferrata	8	0	0	2	55	2	372	1	21	-	-	-	-
47	Guidonia Montecelio	34	7	458	0	0	6	2.138	3	18	16.307	-	5.952.205	154.281
48	Jenne	26	11	189	0	0	5	148	5	105	6.729	-	2.456.259	63.666
49	Labico	41	6	414	4	132	4	58	2	9	14.741	-	5.380.377	139.459

A5 - 5.5 - Disponibilità di biomasse zootecniche

Codice istat	Comuni	Aziende con allevamenti anno 2000	BOVINI	BOVINI	SUINI	SUINI	OVINI	OVINI	CAPRINI	CAPRINI	BOVINI (Aziendali)	SUINI (Aziendali)	Produzione annua letame per impianti aziendali	Produzione biogas
		Totale aziende	Aziende	CAPI	Aziende	CAPI	Aziende	CAPI	Aziende	CAPI	kg/d	kg/d	kg/a	Nm3/a
116	Ladispoli	38	7	897	6	11	4	374	1	3	31.938	-	11.657.484	302.162
50	Lanuvio	67	2	15	2	36	3	360	4	37	-	-	-	-
115	Lariano	170	10	118	62	100	6	389	4	12	4.201	-	1.533.537	39.749
51	Licenza	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-
52	Magliano Romano	40	20	258	3	16	13	1.300	2	16	9.186	-	3.352.989	86.909
53	Mandela	3	2	82	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
54	Manziana	67	10	422	13	20	6	536	5	11	15.026	-	5.484.346	142.154
55	Marano Equo	6	1	12	1	2	2	103	0	0	-	-	-	-
56	Marcellina	11	9	105	0	0	2	390	2	63	3.739	-	1.364.588	35.370
57	Marino	6	1	9	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
58	Mazzano Romano	79	8	289	6	9	16	945	1	4	10.290	-	3.755.867	97.352
59	Mentana	40	13	129	10	23	13	991	5	98	4.593	-	1.676.494	43.455
64	Monte Porzio Catone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
60	Montecompati	9	5	768	0	0	0	0	0	0	27.345	-	9.980.990	258.707
61	Monteflavio	68	9	87	4	5	3	23	3	33	-	-	-	-
62	Montelanico	47	6	77	1	1	11	1.124	5	385	-	-	-	-
63	Montelibretti	112	12	186	24	48	7	150	1	2	6.623	-	2.417.271	62.656
65	Monterotondo	339	11	639	21	115	31	1.705	11	267	22.752	-	8.304.495	215.253
66	Montorio Romano	25	5	86	1	4	9	302	1	30	-	-	-	-
67	Moricone	74	4	13	10	17	6	147	6	91	-	-	-	-
68	Morlupo	31	4	142	0	0	4	558	0	0	5.056	-	1.845.443	47.834
69	Nazzano	112	9	89	24	54	14	683	10	46	-	-	-	-
70	Nemi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
71	Nerola	77	5	22	7	11	9	640	3	12	-	-	-	-
72	Nettuno	7	6	79	0	0	1	130	0	0	-	-	-	-
73	Olevano Romano	179	5	42	18	32	16	129	5	15	-	-	-	-
74	Palestrina	87	38	1.042	5	76	19	862	3	6	37.101	-	13.541.916	351.006
75	Palombara Sabina	293	19	387	21	32	21	1.143	6	45	13.779	-	5.029.483	130.364
76	Percile	16	4	242	1	2	0	0	0	0	8.617	-	3.145.051	81.520
77	Pisoniano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
78	Poli	54	3	53	4	7	3	255	1	3	-	-	-	-
79	Pomezia	43	18	851	13	213	6	2.026	0	0	30.300	-	11.059.665	286.667
80	Ponzano Romano	98	25	251	32	48	28	1.954	5	14	8.937	-	3.262.016	84.551
81	Riano	26	15	275	2	11	5	163	2	30	9.792	-	3.573.922	92.636
82	Rignano Flaminio	196	38	892	47	88	40	4.248	3	16	31.760	-	11.592.504	300.478
83	Riofreddo	17	5	150	1	2	13	445	5	30	5.341	-	1.949.412	50.529
84	Rocca Canterano	8	3	14	0	0	3	52	1	55	-	-	-	-
85	Rocca di Cave	20	8	205	1	8	10	796	1	83	7.299	-	2.664.197	69.056
86	Rocca di Papa	33	5	148	2	10	6	3.230	1	15	5.270	-	1.923.420	49.855
88	Rocca Priora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
89	Rocca Santo Stefano	13	2	137	1	1	3	670	0	0	4.878	-	1.780.463	46.150
87	Roccagiovine	54	0	0	22	23	7	97	0	0	-	-	-	-
90	Roiate	10	3	84	0	0	5	375	0	0	-	-	-	-
91	Roma	582	199	16.599	91	2.679	151	46.963	27	1381	591.019	16.791	221.850.521	5.750.366
92	Roviano	47	1	5	1	1	1	100	2	70	-	-	-	-
93	Sacrofano	134	17	333	15	43	19	1.147	2	12	11.857	-	4.327.695	112.174
94	Sambuci	7	4	143	1	40	3	139	0	0	5.092	-	1.858.440	48.171
119	San Cesareo	44	2	6	2	19	5	22	1	8	-	-	-	-
95	San Gregorio da Sassola	12	7	125	0	0	4	1.254	0	0	4.451	-	1.624.510	42.107
96	San Polo del Cavaliere	14	7	59	0	0	4	19	3	14	-	-	-	-
100	San Vito Romano	3	0	0	1	3	2	11	0	0	-	-	-	-
97	Santa Marinella	22	12	895	1	12	7	2.038	1	5	31.867	-	11.631.492	301.488
98	Sant'Angelo Romano	10	3	242	0	0	4	577	0	0	8.617	-	3.145.051	81.520

A5 - 5.5 - Disponibilità di biomasse zootecniche

		Aziende con allevamenti anno 2000	BOVINI	BOVINI	SUINI	SUINI	OVINI	OVINI	CAPRINI	CAPRINI	BOVINI (Aziendali)	SUINI (Aziendali)	Produzione annuale letame per impianti aziendali	Produzione biogas
Codice istat	Comuni	Totale aziende	Aziende	CAPI	Aziende	CAPI	Aziende	CAPI	Aziende	CAPI	kg/d	kg/d	kg/a	Nm3/a
99	Sant'Oreste	251	33	320	72	199	41	3.266	5	15	11.394	-	4.158.746	107.795
101	Saracinesco	21	3	37	0	0	8	19	0	0	-	-	-	-
102	Segni	277	105	2.207	36	67	88	2.219	13	178	78.582	-	28.682.350	743.447
103	Subiaco	119	11	83	9	15	18	111	2	6	-	-	-	-
104	Tivoli	47	9	260	1	2	7	106	5	63	9.257	-	3.378.981	87.583
105	Tofa	217	85	3.859	15	31	10	1.795	2	12	137.402	-	50.151.875	1.299.937
106	Torrita Tiberina	59	7	372	21	90	5	503	2	20	13.245	-	4.834.542	125.311
107	Trevignano Romano	21	6	59	3	6	11	1.295	0	0	-	-	-	-
108	Vallepietra	21	20	321	3	17	1	54	1	1	11.429	-	4.171.742	108.132
109	Vallinfreda	14	5	220	0	0	3	409	0	0	7.833	-	2.859.138	74.109
110	Valmontone	308	69	1.474	46	73	27	696	5	17	52.483	-	19.156.223	496.529
111	Velletri	921	10	313	52	519	19	3.481	6	64	11.145	3.253	5.255.057	136.211
112	Vicovaro	37	8	110	1	1	2	160	3	65	3.917	-	1.429.569	37.054
113	Vivaro Romano	6	6	128	1	3	2	500	0	0	4.558	-	1.663.498	43.118
114	Zagarolo	55	4	85	1	1	5	45	4	11	-	-	-	-
		10.422	1.793	74.384	1.472	13.526	1.561	155.618	402	6.382	2.594.124	61.196	969.191.930	25.121.455

A5 - 5.6- Disponibilità di biocarburanti

Aree marginali	ha	10.000
quota parte convertibile a colture dedicate (2030)	%	80%
Aree potenzialmente produttive	ha	8.000
Produzione Biodiesel	t/a	8.320
Consumo energetico per produzione	tep/a	6.039
Energia fornita da biodiesel	tep/a	7.262
Energia fornita da sottoprodotti	tep/a	16.818
Saldo energetico per la produzione	tep/a	10.779
posti di lavoro creati	posti/a	119

percorrenza media unitaria	km/a/vett	12000
consumo medio	km/l	9
volume specifico	l/t	1400
Produzione biodiesel	l/a	11.648.000
percorrenza complessiva	km/a	1.294.222
veicoli alimentati all'anno	vett/a	108

A5 - 7.3.1- Stima dei flussi di materia per i tre scenari a confronto

Scenario attuale 2004

		t/a
Produzione evitata		-
Produzione		2.493.175
Raccolta differenziata	12,3%	306.661
Residuo	87,7%	2.186.514

	RD	Produzione evitata	Residuo	Compost	Biogas	Riciclo	Riuso	Produzione evitata	Termovalorizzazione	Discarica
	tonn/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a	m3/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a
Organico	140.363		672.101	140.363	-	-	-		-	672.101
Carta, cartone	57.772		494.565	-	-	57.772	-		-	494.565
Plastiche	10.514		199.505	-	-	10.514	-		-	199.505
Poliaccoppiati	-		187.770	-	-	-	-		-	187.770
Vetro e inerti	47.991		185.013	-	-	47.991	-		-	185.013
Legno	17.348		164.830	-	-	17.348	-		-	164.830
Metalli	26.288		100.916	-	-	26.288	-		-	100.916
Tessili	6.266		181.649	-	-	1.253	5.013		-	181.649
	306.542	-	2.186.349	140.363	-	161.166	5.013		-	2.186.349

Scenario previsionale 2006-2015 (ipotesi PGRU Lazio)

		t/a
Produzione evitata		-
Produzione		2.866.380
Raccolta differenziata	35%	1.003.233
Residuo	65%	1.863.147

	RD	Produzione evitata	Residuo	Compost	Biogas	Riciclo	Riuso	Produzione evitata	Termovalorizzazione	Discarica
	tonn/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a	m3/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a
Organico	459.194		572.703	459.194	-	-	-		114.541	458.162
Carta, cartone	189.000		421.423	-	-	189.000	-		294.996	126.427
Plastiche	34.397		170.000	-	-	34.397	-		119.000	51.000
Poliaccoppiati	-		160.000	-	-	-	-		112.000	48.000
Vetro e inerti	157.000		157.651	-	-	157.000	-		31.530	126.121
Legno	56.754		140.453	-	-	56.754	-		98.317	42.136
Metalli	86.000		85.991	-	-	86.000	-		17.198	68.793
Tessili	20.500		154.785	-	-	4.100	16.400		108.350	46.436
	1.002.845	-	1.863.006	459.194	-	527.251	16.400		895.932	967.074

Scenario previsionale correttivo 2030

		t/a
Produzione evitata		373.205
Produzione		2.493.175
Raccolta differenziata	80%	1.994.540
Residuo	20%	498.635

	RD	Produzione evitata	Residuo	Compost	Biogas	Riciclo	Riuso	Produzione evitata	Termovalorizzazione	Discarica
	tonn/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a	m3/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a	tonn/a
Organico	912.929	114.718	153.273	912.929	-	-	-	114.718	-	153.273
Carta, cartone	375.753	84.415	112.786	-	-	375.753	-	84.415	-	112.786
Plastiche	68.385	34.053	45.497	-	-	47.870	20.516	34.053	-	45.497
Poliaccoppiati	-	32.049	42.821	-	-	-	-	32.049	-	42.821
Vetro e inerti	312.134	31.579	42.192	-	-	156.067	156.067	31.579	-	42.192
Legno	112.833	28.134	37.590	-	-	78.983	33.850	28.134	-	37.590
Metalli	170.978	17.225	23.014	-	-	170.978	-	17.225	-	23.014
Tessili	40.756	31.005	41.425	-	-	8.151	32.605	31.005	-	41.425
	1.993.769	373.177	498.597	912.929	-	837.802	243.037	373.177	-	498.597

A5 - 7.3.2- Stima dei risparmi energetici per i tre scenari a confronto

Scenario attuale 2004

	Compost	Biogas	Riciclo	Riuso	Produzione evitata	Termovalorizzazione	Discarica	Totale
	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a
Organico	15.440	-	-	-	-	-	-	15.440
Carta, cartone	-	-	872.358	-	-	-	-	872.358
Plastiche	-	-	527.813	-	-	-	-	527.813
Poliaccoppiati	-	-	-	-	-	-	-	-
Vetro e inerti	-	-	143.972	-	-	-	-	143.972
Legno	-	-	-	-	-	-	-	-
Metalli	-	-	1.154.035	-	-	-	-	1.154.035
Tessili	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	15.440	-	2.698.178	-	-	-	-	2.713.618

Scenario previsionale 2006-2015 (ipotesi PGRU Lazio)

	Compost	Biogas	Riciclo	Riuso	Produzione evitata	Termovalorizzazione	Discarica	Totale
	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a
Organico	50.511	-	-	-	-	1.145.406	-	1.195.917
Carta, cartone	-	-	2.853.900	-	-	3.893.949	-	6.747.849
Plastiche	-	-	1.726.729	-	-	3.343.900	-	5.070.629
Poliaccoppiati	-	-	-	-	-	1.948.800	-	1.948.800
Vetro e inerti	-	-	471.000	-	-	-	-	471.000
Legno	-	-	-	-	-	1.297.786	-	1.297.786
Metalli	-	-	3.775.400	-	-	-	-	3.775.400
Tessili	-	-	-	-	-	1.841.942	-	1.841.942
Totale	50.511	-	8.827.029	-	-	13.471.782	-	22.349.322

Scenario previsionale correttivo 2030

	Compost	Biogas	Riciclo	Riuso	Produzione evitata	Termovalorizzazione	Discarica	Totale
	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a
Organico	100.422	-	-	-	-	-	-	100.422
Carta, cartone	-	-	5.673.874	-	3.418.799	-	-	9.092.673
Plastiche	-	-	2.403.053	1.120.148	3.119.211	-	-	6.642.411
Poliaccoppiati	-	-	-	-	1.634.521	-	-	1.634.521
Vetro e inerti	-	-	468.200	2.497.069	631.578	-	-	3.596.848
Legno	-	-	-	-	-	-	-	-
Metalli	-	-	7.505.920	-	861.238	-	-	8.367.158
Tessili	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	100.422	-	16.051.047	3.617.217	9.665.347	-	-	29.434.034