



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
SPIN-OFF APPROVATO



iBioNet
intelligent Bioenergy Network



C. ASPETTI ENERGETICI DEL TERRITORIO

Elaborato:

Relazione – Aspetti Energetici del Territorio

Data

07 Gennaio 2019

iBioNet srl



Sommario

Parte I

| | |
|--|----|
| 1. Ambiente ed economia | 3 |
| 2. PAER | 3 |
| 2.1 Sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e contrastare i cambiamenti climatici attraverso la diffusione della green economy | 3 |
| 2.2 Promuovere l'adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi | 4 |
| 2.3 Obiettivi del PAER | 4 |
| 3. La strategia del Burden Sharing Toscana 2020 | 5 |
| 3.1 Obiettivo A.3 e il Progetto Speciale Filiera AgriEnergetica | 5 |
| 4. Obiettivo riduzione GAS serra | 7 |
| 5. Prescrizioni Piano Regionale per la Qualità dell'Aria Ambiente Toscana | 7 |
| 5.1 Interventi Strutturali Settore Urbanistica | 8 |
| 5.2 Interventi Strutturali Settore Energia | 8 |
| 5.3 Interventi Contingibili e Urgenti Settore Energia | 8 |
| 5.4 Aree non idonee | 9 |
| 6. Lo stato di fatto: il quadro delle emissioni | 18 |
| 6.1 Analisi delle emissioni di CO_{2eq} | 19 |
| 6.2 Analisi delle emissioni di PM ₁₀ e PM _{2,5} | 21 |
| 6.3 Analisi delle emissioni di NO _x | 25 |
| 6.4 Analisi delle emissioni di SO _x | 27 |
| 7. Consumi elettrici | 29 |
| 8. Mix energetico elettrico nazionale | 37 |
| 8.1 Mix energetico elettrico del Mugello | 37 |
| 9. Gli impianti di produzione di energia elettrica | 41 |
| 9.1 Fotovoltaico | 42 |
| 9.2 Impianti a biomassa e biogas (non esclusivamente termici) | 44 |
| 9.3 Impianti eolici | 44 |
| 9.4 Impianti idroelettrici | 45 |
| 10. Gli impianti di produzione di energia termica | 46 |
| 10.5 Impianti solari termici | 46 |
| 10.6 Impianti alimentati a biomasse legnose | 46 |
| 11. Consumi di energia termici | 48 |
| 12.1 Consumi di metano | 50 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 12.1.1 | Barberino del Mugello | 51 |
| 12.1.2 | Borgo San Lorenzo | 52 |
| 12.1.3 | Dicomano..... | 53 |
| 12.1.4 | Vicchio | 54 |
| 12.1.5 | Scarperia San Piero | 55 |
| 12.1.6 | Firenzuola | 56 |
| 12.1.7 | Palazzuolo sul Senio..... | 57 |
| 12.2 | Consumi di Gasolio per riscaldamento..... | 58 |
| 12.3 | Consumi di GPL per riscaldamento..... | 59 |
| 12.4 | Consumi di Gasolio per riscaldamento serre..... | 60 |
| 12.5 | Consumo di biomasse..... | 60 |
| 13. | Mix energetico termico | 61 |
| 13.1 | Aree metanizzate..... | 62 |
| 13.2 | Aree non metanizzate | 67 |
| 14. | Emissioni relative al mix energetico..... | 71 |
| 15. | Sistema Informativo regionale sull'Efficienza Energetica della Regione Toscana..... | 74 |
| 16. | Vocazionalità energetica delle biomasse agro-forestali..... | 76 |
| 16.1 | Borghi vocati alla realizzazione di impianti di teleriscaldamento | 78 |
| 17. | Vocazionalità energetica eolico..... | 82 |
| 18. | Vocazionalità energetica del solare | 84 |
| 19. | Vocazionalità energetica idroelettrico..... | 89 |
| 20. | Indicazione per lo sviluppo dei Piani d'azione locali | 91 |
| 20.1 | Energia da biomasse legnose | 91 |
| 20.2 | Energia eolica | 92 |
| 20.3 | Energia solare..... | 93 |
| 20.4 | Energia idroelettrica | 93 |
| 21. | Considerazioni conclusive..... | 95 |

1. Ambiente ed economia

Attualmente circa il 56% delle emissioni climalteranti sono legate alla produzione di energia. I cambiamenti climatici generati dal costante aumento della concentrazione di CO₂ in atmosfera si stanno manifestando anno dopo anno sempre con maggior intensità; tuttavia il dibattito politico, a diversi livelli istituzionali, non sembra trovare soluzioni e strategie efficaci nonostante le numerose conferenze (es. le Conferenze delle Parti sul Clima). Gli effetti del cambiamento climatico non sono esclusivamente ambientali, ma anche economici. In tal senso, particolare attenzione in merito al rapporto tra economia e ambiente fu generata dalla pubblicazione del “rapporto Stern”, che ha realizzato un’analisi sugli impatti economici dei Cambiamenti Climatici prodotta nel 2006 per il governo britannico dall’economista Nicholas Stern. Il rapporto discuteva gli effetti del riscaldamento globale sull’economia mondiale e rappresenta ancora lo studio più autorevole in materia. Il Rapporto stima che in assenza di interventi i costi complessivi ed i rischi connessi con i cambiamenti climatici equivarranno ad una perdita minima del 5% del prodotto lordo globale annuo. Se si tengono in considerazione una più ampia classe di rischi e di impatti, il danno potrebbe salire al 20% del prodotto lordo e anche oltre. Al contrario, il costo di ridurre le emissioni di gas serra per evitare i peggiori impatti dei cambiamenti climatici, potrebbe essere limitato a circa l'1% del prodotto lordo globale annuo. Secondo lo studio di IRPET del 2009 “Toscana CO₂ Prime valutazioni sulla sfida dei cambiamenti climatici” l’impatto sul prodotto interno lordo regionale degli effetti del cambiamento climatico in agricoltura, turismo e fabbisogno energetico in Toscana è stimato in un calo dello 0,8% al 2030. Il dato, pari a circa 658 milioni di euro annui, non tiene conto degli effetti probabilmente più significativi da un punto di vista economico e legati al rischio alluvioni, all’erosione costiera, alla siccità e alla perdita di biodiversità. Il che fa supporre, anche per la Regione Toscana, un costo della non azione non di molto inferiore a quel 5% (pari a circa 4 miliardi di euro).

2. PAER

Il Piano Ambientale Energetico Regionale è lo strumento sovraordinato che serve da coordinatore per tutti i piani di livello inferiore. Il PAER è lo strumento che assorbe i contenuti del Piano di Indirizzo Energetico Regionale, il Piano di Azione Ambientale e del Programma per le Aree Protette. Il PAER contiene le misure di azione e gli obiettivi in campo energetico ambientale e pone particolare attenzione rispetto al tema dei cambiamenti climatici.

In questo contesto il Piano Ambientale Energetico Regionale si pone due obiettivi principali:

- Sostenere la transizione verso un’economia a basse emissioni di carbonio e contrastare i cambiamenti climatici attraverso la diffusione della green economy;
- Promuovere l’adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi.

2.1 Sostenere la transizione verso un’economia a basse emissioni di carbonio e contrastare i cambiamenti climatici attraverso la diffusione della green economy.

Il primo obiettivo il PAER indica nella green economy un possibile modello di sviluppo su cui contare per il rilancio dell’economia regionale toscana.

All’interno di questo macro-obiettivo indica come priorità regionale la costruzione di una vera e propria economia green che sappia includere nel territorio regionale le quattro fasi dello sviluppo:

- 1) Ricerca;
- 2) Produzione;
- 3) Installazione impianti;
- 4) Consumo sostenibili ed efficienza;

Il Piano individua la filiera del legno come grande opportunità territoriale sulla quale investire per significative potenzialità di sviluppo che può offrire.

In particolare il Piano riporta:

“Favorire la nascita di una filiera produttiva del legno a partire dalla raccolta o dalla produzione dedicata, da destinare a cippato per la produzione di energia elettrica e termica, ma anche all’eco-edilizia dove l’impiego del legno come materiale di costruzione rappresenta un elemento di efficienza e di sicurezza (se impiegato per l’antisismica). La produzione di legname idoneo alle finalità ricordate richiede di incentivare il diffondersi di pratiche e misure di manutenzione del bosco e, più in generale, dei territori.”

Con lo scopo di favorire questa filiera, il PAER inserisce la filiera AgriEnergia tra i progetti speciali come vedremo nei prossimi paragrafi.

2.2 Promuovere l’adattamento al cambiamento climatico, la prevenzione e la gestione dei rischi

Il secondo obiettivo del PAER pone attenzione sulla grande sfida dell’adattamento ai cambiamenti climatici che sono ormai in corso. Il Piano, con le proprie politiche ed azioni, intende quindi realizzare una serie di interventi che mirano all’adattamento del territorio al cambiamento climatico, che significa quindi ridurre il rischio di alluvioni, di erosione e di siccità, riducendo conseguentemente i costi economici e sociali relativi a questi eventi. Per ognuno di questi temi il PAER riporta una ricognizione di massima degli interventi necessari a mettere in sicurezza il territorio e ne definisce i fabbisogni finanziari:

- Programma Straordinario degli Interventi Strategici Risorsa Idrica
- Difesa del Suolo e Cambiamenti Climatici In Toscana
- Interventi Strategici per la Difesa della Costa
- Programma Pluriennale per la Sicurezza Sismica

Il Piano Energetico del Mugello si concentrerà sui primi due temi, che in relazione a quanto definito nel PAER necessitano di un fabbisogno, su scala regionale, stimato di risorse pari a 2,3 MLD di euro nel periodo 2014-2030 su un budget complessivo di 2,9 MLD.

2.3 Obiettivi del PAER

L’obiettivo di sfondo di tutte le politiche del PAER è il contrasto ai cambiamenti climatici e la promozione dell’efficienza energetica e le fonti rinnovabili. La sfida della Toscana deve soprattutto essere orientata a sostenere ricerca e innovazione tecnologica per favorire la nascita di nuove imprese della green economy.

Gli obiettivi specifici di questo macro-obiettivo, sono:

- obiettivo specifico A.1 Ridurre le emissioni di GAS serra;
- obiettivo specifico A.2 Razionalizzare ridurre i consumi energetici;
- obiettivo specifico A.3 Aumentare la percentuale di energia proveniente da fonti rinnovabili.

Il PAER prevede anche degli obiettivi speciali, 4 in particolare, di cui uno è la Filiera agri-energetica. I progetti speciali riguardano ambiti di intervento che non possono essere affrontati “settorialmente” ma richiedono un’integrazione tra più ambiti. Nel caso particolare della filiera agri-energetica il Piano richiama all’integrazione tra le politiche ambientali ed energetiche con quelle territoriali e per l’agricoltura e lo sviluppo economico.

3. La strategia del Burden Sharing Toscana 2020

Il decreto Burden Sharing assegna alla Toscana un obiettivo target del 16,5% di consumo da rinnovabili termiche ed elettriche sul consumo energetico complessivo, considerata una percentuale del 6,2% al cosiddetto “anno iniziale di riferimento”.

| | Obiettivi regionale per anno | | |
|-----------------|------------------------------|--------|--------|
| | Anno iniziale di riferimento | 2018 | 2020 |
| Regione Toscana | 6,2 % | 14,1 % | 16,5 % |

Tab.3.1 Obiettivi Regione Toscana Burden Sharing

L’obiettivo A.3 del presente piano assume gli impegni sovralocali ed individua il target del 16,5% di consumo da rinnovabili termiche ed elettriche sul consumo energetico complessivo, considerata una percentuale del 6,2% al cosiddetto “anno iniziale di riferimento” (1990).

3.1 Obiettivo A.3 e il Progetto Speciale Filiera AgriEnergetica

A questo scopo l’obiettivo A.3 del Piano “Aumentare la percentuale di energia proveniente da fonti rinnovabile e il livello di innovazione tecnologica nella produzione energetica”, individua nella filiera del legno un settore di primario interesse.

In particolare il piano riporta:

“Vi sono in Toscana tutte le condizioni per favorire la nascita di una filiera produttiva a partire dalla raccolta o produzione dedicata, da destinare a cippato ma anche alla bio-edilizia e, più in generale, all’efficienza energetica. La Toscana è infatti la regione con la maggiore copertura forestale: secondo i dati dell’ultimo inventario forestale nazionale (2006) la superficie forestale regionale ammonta a 1.156.682 ettari pari al 51 % della superficie territoriale. Da valutazioni effettuate in collaborazione con l’Agricoltura risulta che annualmente, tra residui forestali e residui agricoli, senza cioè produzioni dedicate, la biomassa legnosa a disposizione ammonta a poco più di 600.000 tonnellate. Questo si traduce in una potenzialità di circa 60 megawatt di potenza elettrica prodotta dall’impiego di biomasse, per un risultato stimabile tra i 16 e i 35 TEP a seconda dei tempi di funzionamento degli impianti. Partendo da questi dati è possibile lavorare, con la partecipazione del mondo agricolo, alla costruzione di una vera e propria filiera (corta) produttiva del legno i cui segmenti possono essere scomposti e potenziati sul piano produttivo e occupazionale. La fase della raccolta risulta la più delicata anche perché, per essere vantaggiosa necessita di un prezzo predefinito e di una destinazione sicura del prodotto. Segue poi la fase della cippatura in centri dedicati, a oggi da programmare sul territorio. L’ultima fase, quella della produzione di energia elettrica e termica richiede la combinazione di più fattori quali:

- *la partecipazione diretta dei territori alla individuazione di siti adeguati ad accogliere piccoli impianti la cui produzione di elettricità e calore venga totalmente impiegata;*
- *la partecipazione del credito a tali operazioni per consentire la realizzazione degli impianti;*
- *l’innovazione tecnologica anche ai fini del miglior impatto ambientale.*

Il PAER incentiva e promuove gli impianti alimentati da biomasse a filiera corta in coerenza con la programmazione forestale regionale e europea. Ulteriori elementi valutativi specifici per impianti

che per caratteristiche e dimensione sono sottoposti a regime autorizzatorio, potranno tenere conto della provenienza delle biomasse utilizzate e del relativo bilancio emissivo.”

Il Piano inoltre afferma che la moltiplicazione degli impianti a biomassa in Toscana rappresenta un'opportunità importante sia per il comparto energetico ma anche per quello agricolo forestale. Richiede però anche un'attenta modalità di gestione del territorio per indirizzare i proponenti verso progetti che minimizzino gli impatti ambientali locali e tengano conto delle peculiarità del territorio toscano. La principale azione della Regione al riguardo è rappresentata dall'individuazione delle aree non idonee a determinate tipologie di impianto e delle connesse prescrizioni per il corretto inserimento degli impianti.

In questo contesto i Piani Energetici Locali, come il presente, sono essenziali per la verifica delle peculiarità locali di ogni territorio e nell'individuazione delle strategie più opportune localmente nel rispetto della sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

Il Piano Energetico Locale è inoltre uno strumento fondamentale anche per guidare le trasformazioni ed implementazioni della filiera del legno attivabili attraverso il ciclo di programmazione comunitario 2014-2020 (in particolare attraverso il Piano di Sviluppo Rurale) che prevede con specifiche misure la necessità di sostenere la produzione di energia anche attraverso lo sfruttamento sostenibile delle bioenergie. In questo ambito la produzione di energia sarà favorita da una gestione attiva delle foreste in modo da garantire l'avvio di filiere corte realizzando anche piattaforme logistiche e reti per la raccolta.

In tale contesto è fondamentale legare lo sfruttamento delle biomasse con la cosiddetta "gestione attiva" delle aree boschive e forestali. È, in altre parole, importante che il territorio sia presidiato e "vissuto" e che l'utilizzo delle agri-energie costituisca uno stimolo per generare, all'interno del concetto di filiera corta, una rivitalizzazione anche economica e produttiva, oltre che sociale, delle campagne toscane. Il presidio territoriale così attivato potrà risultare anche utile ai fini della manutenzione del territorio e la conseguente riduzione del rischio idraulico e idrogeologico.

Il Piano prevede un'azione specifica, la A.3.5 in relazione alle filiere del legno.

4. Obiettivo riduzione GAS serra

La limitazione dell'immissione di GAS serra in atmosfera con l'obiettivo di limitare l'incremento della temperatura media terrestre sotto i 2°C è un obiettivo riconosciuto a livello internazionale (COP21)¹. La riduzione dell'immissione di GAS serra in atmosfera è necessaria. L'obiettivo europeo è quello di ridurre queste emissioni del 20% rispetto a quelle del 1990.

| Emissioni gas serra nel 1990 in Toscana | POSIZIONE Emissioni gas serra nel 2010 | Obiettivo comunitario Europa 2020 | Obiettivo Toscana al 2020 | Distanza dall'obiettivo |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| t 32.899.962 | t 35.314.632 | del 20% rispetto al 1990. | t 26.319.971 | t 8.994.661 |

Tab.4.1. Il posizionamento della regione Toscana in relazione agli obiettivi comunitari.

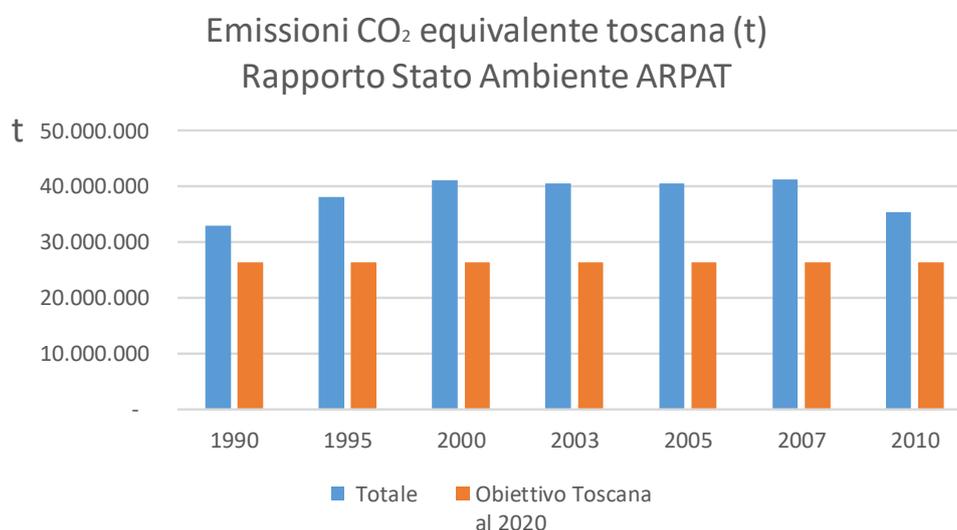


Fig. 4.1 Grafico dell'andamento delle emissioni di CO₂ eq. in Toscana in relazione all'obiettivo regionale di contenimento delle emissioni climalteranti al 2020 (<http://www.arp.at.toscana.it/rsa>)

5. Prescrizioni Piano Regionale per la Qualità dell'Aria Ambiente Toscana

Il Consiglio regionale della Toscana ha adottato il Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA) che contiene la strategia che la Regione Toscana propone ai propri cittadini, istituzioni locali, Amministrazioni Pubbliche, imprese e a tutta la società al fine di migliorare la qualità dell'aria. L'arco temporale di riferimento del piano è il 2020 ma molte delle azioni e delle prescrizioni contenute hanno valenza oltre tale orizzonte.

Il PRQA interviene prioritariamente con azioni finalizzate a ridurre di emissioni di:

- materiale particolato fine PM₁₀ (componete primaria e precursori)
- ossidi di azoto NO_x.

¹ https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_it

Per quanto riguarda le fonti energetiche rinnovabili, il PRQA prevede alcune prescrizioni per l'utilizzo della biomassa a scopi energetici. In particolare le misure adottate per gli impianti a biomassa, suddivise per settore, sono le seguenti:

5.1 Interventi Strutturali Settore Urbanistica

Misura U2) – Prescrizione - Divieto utilizzo biomassa per il riscaldamento nelle nuove costruzioni o ristrutturazioni

Cosa: divieto di utilizzo biomassa per il riscaldamento.

Dove: comuni critici (soggetti a Piano di Azione Comunale - PAC) per il materiale particolato fine PM10; solo nelle aree di superamento, tipicamente le zone di fondovalle fino ad una altezza di 200 metri.

In quali edifici: nuove costruzioni o ristrutturazioni dove non era già presente un impianto di riscaldamento a biomassa. Sono escluse le aree non metanizzate.

5.2 Interventi Strutturali Settore Energia

Misura E2) – Prescrizione - Prescrizione di efficienza minima per gli impianti termici a biomassa ad uso civile

Cosa: divieto di installazione di generatori di calore aventi la certificazione o certificati con qualità inferiore a 4 stelle di cui al DM del 7 novembre 2017 n. 186².

Dove: tutto il territorio regionale

In quali edifici: nelle nuove costruzioni o ristrutturazioni.

5.3 Interventi Contingibili e Urgenti Settore Energia

Misura E7) – Prescrizione - Ordinanze di limitazione utilizzo biomassa per riscaldamento previste nei PAC.

Cosa: divieto di utilizzo di biomassa per riscaldamento domestico che potrà essere ammessa solo in impianti ad alta efficienza.

Dove: nei Comuni critici per il materiale particolato fine PM10 purché il divieto o la limitazione sia prevista nei singoli Piani di Azione Comunale (PAC). Il divieto/limitazione dovranno essere previste da specifiche Ordinanze sindacali.

In quali edifici: tutti ad eccezione di quelli in cui sono presenti solo sistemi di riscaldamento a biomassa.

² “Regolamento recante la disciplina dei requisiti, delle procedure e delle competenze per il rilascio di una certificazione dei generatori di calore alimentati a biomasse combustibili solide”.

5.4 Aree non idonee

Con il Decreto ministeriale 15 Marzo 2012 vengono definite le Linee Guida Nazionali che introducono le “Aree non Idonee” all’installazione di impianti a fonti rinnovabili. Le Regioni si sono poi dotate di strumenti per la definizione delle aree non idonee a carattere regionale. Infatti, nel quadro di elaborazione del Piano paesaggistico vengono individuate le aree non idonee che poi vengono riprese dal PAER e riproposte nella tabella di sintesi appena sotto.

| Aree non idonee agli impianti fotovoltaici a terra | Tecnologie: potenza e dimensione | Motivazioni | Non idonee | Eccezioni alle non idoneità |
|--|--|---|------------|--|
| Siti Inseriti nella lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO (trattasi dei siti relativi a Piazza del Duomo di Pisa, centri storici di Firenze, San. Gimignano, Siena e Pienza, la Val d'Orcia) | Impianto con potenza superiore a 5 KW ed inferiore od uguale a 20 KW | Motivazioni: l'inserimento di impianti fotovoltaici compromette sia la visibilità che l'integrità storicopaesaggistica dei siti. Le note astericate si riferiscono solo all'ambito territoriale della Val d'Orcia ove gli impianti previsti nella presente fascia sono ammissibili esclusivamente nelle aree urbanizzate, nelle aree degradate ed ai fini del mantenimento del presidio del territorio, in qualità di attività connessa all'agricoltura | Non idonee | (*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico (**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di scarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di scarica mineraria. (***) attività connesse all'agricoltura, svolte da imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 c.c. e nei limiti indicati dalla circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 32/E del 6 luglio 2009, paragrafo 4, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico, privo di platee in cemento a terra, e comunque entro il limite massimo di 1 MW. L'imprenditore agricolo può svolgere tali attività anche tramite la partecipazione a ESCO (Società servizi energetici, istituite e riconosciute secondo le normative vigenti in materia) purché la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10 per cento della superficie agricola utile (SAU), per potenza nominale complessiva inferiore a 200 kW; per impianti di potenza superiore a tale limite e, comunque entro il limite massimo di 1 MW, per ogni 10 kW di potenza installata oltre i 200 kW deve essere dimostrata la disponibilità di almeno un ettaro di terreno agricolo. |
| | Impianto con potenza superiore a 20 kW ed inferiore od uguale a 200 kW | Motivazioni: l'inserimento di impianti fotovoltaici compromette sia la visibilità che l'integrità storico paesaggistica dei siti. | Non idonee | |
| | Impianto con potenza superiore a 200 kW | Motivazioni: l'inserimento di impianti di consistenti dimensioni compromette la percezione visiva d'insieme delle aree tutelate | Non idonee | |

| | | | | |
|---|--|---|-------------------|---|
| <p>Aree e beni immobili di notevole interesse culturale come individuati ai sensi degli artt. 10 e 11 del D.Lgs 42/04</p> | <p>Impianto con potenza superiore a 5 KW ed inferiore od uguale a 20 KW</p> <p>Impianto con potenza superiore a 20 kW ed inferiore od uguale a 200 kW</p> <p>Impianto con potenza superiore a 200 kW</p> | <p>Motivazioni: i beni vincolati per decreto rappresentano elementi di rilevante interesse culturale che vengono integralmente tutelati anche nella loro percezione visiva</p> | <p>Non idonee</p> | |
| <p>Aree e immobili vincolati ai sensi dell' art. 136 del d.lgs 42/04 (ex lege 1497/39)</p> | <p>Impianto con potenza superiore a 5 KW ed inferiore od uguale a 20 KW ed inferiore od uguale a 200 kW</p> | <p>Motivazioni: trattasi di aree vincolate per decreto che rappresentavano nell'accezione originaria del 1939 rilevante interesse paesaggistico "bellezze naturali" che in generale devono essere tutelate nella loro percezione visiva d'insieme; l'inserimento di impianti di limitate dimensioni, adeguatamente localizzati, può ritenersi ammissibile ai fini del mantenimento del presidio del territorio in qualità di attività connessa all'agricoltura, nelle aree caratterizzate da degrado e nelle aree urbanizzate</p> | <p>Non idonee</p> | <p>(*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico</p> <p>(**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria.</p> <p>(***) attività connesse all'agricoltura, svolte da imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 c.c. e nei limiti indicati dalla circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 32/E del 6 luglio 2009, paragrafo 4, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico, privo di platee in cemento a terra, e comunque entro il limite massimo di 1 MW. L'imprenditore agricolo può svolgere tali attività anche tramite la partecipazione a EsCO (Società servizi energetici, istituite e riconosciute secondo le normative vigenti in materia) purché la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10 per cento della superficie agricola utile (SAU), per potenza nominale complessiva inferiore a 200 kW; per impianti di potenza superiore a tale limite e, comunque entro il limite massimo di 1 MW, per ogni 10 kW di potenza installata oltre i 200 kW deve essere dimostrata la disponibilità di almeno un ettaro di terreno agricolo.</p> |
| | <p>Impianto con potenza superiore a</p> | <p>Motivazioni: trattasi di aree vincolate per decreto che rappresentavano</p> | <p>Non idonee</p> | <p>(*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico</p> |

| | | | | |
|---|--|--|------------|---|
| | 20 kW ed inferiore od uguale a 200 kW | nell'accezione originaria del 1939 rilevante interesse paesaggistico "bellezze naturali" che in generale devono essere tutelate nella loro percezione visiva d'insieme; l'inserimento di impianti di limitate dimensioni, adeguatamente localizzati, può ritenersi ammissibile ai fini del mantenimento del presidio del territorio in qualità di attività connessa all'agricoltura, nelle aree caratterizzate da degrado e nelle aree urbanizzate | | (**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria. (***) attività connesse all'agricoltura, svolte da imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 c.c. e nei limiti indicati dalla circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 32/E del 6 luglio 2009, paragrafo 4, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico, privo di platee in cemento a terra, e comunque entro il limite massimo di 1 MW. L'imprenditore agricolo può svolgere tali attività anche tramite la partecipazione a EsCO (Società servizi energetici, istituite e riconosciute secondo le normative vigenti in materia) purché la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10 per cento della superficie agricola utile (SAU), per potenza nominale complessiva inferiore a 200 kW; per impianti di potenza superiore a tale limite e, comunque entro il limite massimo di 1 MW, per ogni 10 kW di potenza installata oltre i 200 kW deve essere dimostrata la disponibilità di almeno un ettaro di terreno agricolo. |
| | Impianto con potenza superiore a 200 kW | l'inserimento di impianti di consistenti dimensioni rischia di compromettere la percezione visiva integrale delle aree tutelate | Non idonee | (**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria. |
| Zone all'interno di coni visivi e panoramici la cui immagine è storicizzata, nonché aree agricole di particolare pregio | Impianto con potenza superiore a 5 kW ed inferiore od uguale a 20 kW | | | |
| | Impianto con potenza superiore a | In relazione alla l.r. 1/2005 art. 48 (PIT), art. 51 (PTC) ed art. 53 (P.S.) sono definite le | Non idonee | (*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico |

| | | | | |
|---|--|--|------------|--|
| paesaggistico e culturale, di cui al paragrafo 4 | 20 kW ed inferiore od uguale a 200 kW | aree di particolare pregio paesaggistico e le invarianti strutturali da tutelare che l'inserimento di tali impianti potrebbe compromettere. Ai fini del mantenimento del presidio del territorio in qualità di attività connessa all'agricoltura, e nelle aree caratterizzate da degrado ed urbanizzate, sono ammissibili gli impianti previsti nella presente fascia. | | (**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistica territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria. |
| | Impianto con potenza superiore a 200 kW | L'inserimento di impianti di consistenti dimensioni rischia di compromettere la percezione visiva d'insieme delle aree tutelate | Non idonee | (***) attività connesse all'agricoltura, svolte da imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 c.c. e nei limiti indicati dalla circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 32/E del 6 luglio 2009, paragrafo 4, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico, privo di platee in cemento a terra, e comunque entro il limite massimo di 1 MW. L'imprenditore agricolo può svolgere tali attività anche tramite la partecipazione a EsCO (Società servizi energetici, istituite e riconosciute secondo le normative vigenti in materia) purché la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10 per cento della superficie agricola utile (SAU), per potenza nominale complessiva inferiore a 200 kW; per impianti di potenza superiore a tale limite e, comunque entro il limite massimo di 1 MW, per ogni 10 kW di potenza installata oltre i 200 kW deve essere dimostrata la disponibilità di almeno un ettaro di terreno agricolo. |
| Emergenze culturali e zone contigue a parchi archeologici e culturali | Impianto con potenza superiore a 5 KW ed inferiore od uguale a 20 KW | Trattasi dei parchi di rilevante valore culturale ed ambientale specificatamente individuati da disposizioni di settore: parco archeologico città del Tufo, parchi della Val di Cornia, Parco archeologico delle colline metallifere grossetane, Parco museo delle miniere dell'Amiata; la loro tutela e salvaguardia non consente l'installazione a terra di impianti di consistenti dimensioni. Limitatamente alle aree caratterizzate da degrado ed urbanizzate, sono ammissibili gli impianti previsti nella presente fascia | Non idonee | (*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico |
| | | | | (**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistica territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione |

| | | | | |
|---|--|---|------------|---|
| | | | | territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria. |
| | Impianto con potenza superiore a 20 kW ed inferiore od uguale a 200 kW | Trattasi dei parchi di rilevante valore culturale ed ambientale specificatamente individuati da disposizioni di settore: parco archeologico città del Tufo, parchi della Val di Cornia, Parco archeologico delle colline metallifere grossetane, Parco museo delle miniere dell'Amiata; la loro tutela e salvaguardia non consente l'istallazione a terra di impianti di consistenti dimensioni. Limitatamente alle aree caratterizzate da degrado ed urbanizzate, sono ammissibili gli impianti previsti nella presente fascia | Non idonee | (*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico (**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria. |
| | Impianto con potenza superiore a 200 kW | Trattasi dei parchi di rilevante valore culturale ed ambientale specificatamente individuati da disposizioni di settore: parco archeologico città del Tufo, parchi della Val di Cornia, Parco archeologico delle colline metallifere grossetane, Parco museo delle miniere dell'Amiata; la loro tutela e salvaguardia non consente l'istallazione a terra di impianti di consistenti dimensioni. Limitatamente alle aree caratterizzate da degrado ed urbanizzate, sono ammissibili gli impianti previsti nella presente fascia | Non idonee | (*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico (**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria. |
| Aree naturali protette (nazionali, regionali, locali), SIR, SIC e ZPS | Impianto con potenza superiore a 5 KW ed inferiore od uguale a 20 KW | | | |
| | Impianto con potenza superiore a | Tali ambiti rappresentano sistemi ecologico ambientali sensibili ove tali interventi | Non idonee | (*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <p>20 kW ed inferiore od uguale a 200 kW</p> | <p>rischiano di comprometterne la funzionalità e l'equilibrio ecosistemico. Ai fini del mantenimento del presidio del territorio in qualità di attività connessa all'agricoltura e nelle aree caratterizzate da degrado ed urbanizzate, sono ammissibili gli impianti previsti nella presente fascia.</p> | <p>(**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria.</p> <p>(***) attività connesse all'agricoltura, svolte da imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 c.c. e nei limiti indicati dalla circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 32/E del 6 luglio 2009, paragrafo 4, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico, privo di platee in cemento a terra, e comunque entro il limite massimo di 1 MW. L'imprenditore agricolo può svolgere tali attività anche tramite la partecipazione a EsCO (Società servizi energetici, istituite e riconosciute secondo le normative vigenti in materia) purché la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10 per cento della superficie agricola utile (SAU), per potenza nominale complessiva inferiore a 200 kW; per impianti di potenza superiore a tale limite e, comunque entro il limite massimo di 1 MW, per ogni 10 kW di potenza installata oltre i 200 kW deve essere dimostrata la disponibilità di almeno un ettaro di terreno agricolo.</p> |
| | <p>Impianto con potenza superiore a 200 kW</p> | <p>Tali ambiti rappresentano sistemi ecologico ambientali sensibili ove tali interventi rischiano di comprometterne la funzionalità e l'equilibrio ecosistemico. Ai fini del mantenimento del presidio del territorio in qualità di attività connessa all'agricoltura e nelle aree caratterizzate da degrado ed urbanizzate, sono ammissibili gli impianti previsti nella presente fascia.</p> | <p>Non idonee</p> <p>(*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico</p> <p>(**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria.</p> |

| | | | | |
|--|--|---|------------|--|
| | | | | (***) attività connesse all'agricoltura, svolte da imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 c.c. e nei limiti indicati dalla circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 32/E del 6 luglio 2009, paragrafo 4, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico, privo di platee in cemento a terra, e comunque entro il limite massimo di 1 MW. L'imprenditore agricolo può svolgere tali attività anche tramite la partecipazione a EsCO (Società servizi energetici, istituite e riconosciute secondo le normative vigenti in materia) purché la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10 per cento della superficie agricola utile (SAU), per potenza nominale complessiva inferiore a 200 kW; per impianti di potenza superiore a tale limite e, comunque entro il limite massimo di 1 MW, per ogni 10 kW di potenza installata oltre i 200 kW deve essere dimostrata la disponibilità di almeno un ettaro di terreno agricolo. |
| Zone umide ai sensi della convenzione di Ramsar | <p>Impianto con potenza superiore a 5 KW ed inferiore od uguale a 20 KW</p> <p>Impianto con potenza superiore a 20 kW ed inferiore od uguale a 200 kW</p> <p>Impianto con potenza superiore a 200 kW</p> | Tali ambiti rappresentano sistemi ecologico ambientali sensibili ove tali interventi rischiano di comprometterne la funzionalità e l'equilibrio ecosistemico | Non idonee | |
| Aree D.O.P (D.O.C. e D.O.C.G.) e Aree I.G.P. di cui al paragrafo 4 | <p>Impianto con potenza superiore a 5 KW ed inferiore od uguale a 20 KW</p> <p>Impianto con potenza superiore a 20 kW ed inferiore od uguale a 200 kW</p> | Tali ambiti rappresentano sistemi ecologico-ambientali sensibili ove tali interventi rischiano di comprometterne la funzionalità e l'equilibrio ecosistemico. Ai fini del mantenimento del presidio del territorio in qualità di attività connessa all'agricoltura e nelle aree caratterizzate da degrado ed urbanizzate, sono ammissibili gli impianti previsti nella presente fascia. | Non idonee | <p>(*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico</p> <p>(**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria.</p> |

| | | | | |
|---|---|---|-------------------|--|
| | | | | <p>(***) attività connesse all'agricoltura, svolte da imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 c.c. e nei limiti indicati dalla circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 32/E del 6 luglio 2009, paragrafo 4, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico, privo di platee in cemento a terra, e comunque entro il limite massimo di 1 MW. L'imprenditore agricolo può svolgere tali attività anche tramite la partecipazione a EsCO (Società servizi energetici, istituite e riconosciute secondo le normative vigenti in materia) purché la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10 per cento della superficie agricola utile (SAU), per potenza nominale complessiva inferiore a 200 kW; per impianti di potenza superiore a tale limite e, comunque entro il limite massimo di 1 MW, per ogni 10 kW di potenza installata oltre i 200 kW deve essere dimostrata la disponibilità di almeno un ettaro di terreno agricolo.</p> |
| | <p>Impianto con potenza superiore a 200 kW</p> | <p>tali ambiti rappresentano sistemi ecologico-ambientali sensibili ove tali interventi rischiano di comprometterne la funzionalità e l'equilibrio ecosistemico. Ai fini del mantenimento del presidio del territorio in qualità di attività connessa all'agricoltura e nelle aree caratterizzate da degrado, sono ammissibili gli impianti previsti nella presente fascia.</p> | <p>Non idonee</p> | <p>(**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria.</p> <p>(***) attività connesse all'agricoltura, svolte da imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 c.c. e nei limiti indicati dalla circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 32/E del 6 luglio 2009, paragrafo 4, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico, privo di platee in cemento a terra, e comunque entro il limite massimo di 1 MW. L'imprenditore agricolo può svolgere tali attività anche tramite la partecipazione a EsCO (Società servizi energetici, istituite e riconosciute secondo le normative vigenti in materia) purché la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10 per cento della superficie agricola utile (SAU), per potenza nominale complessiva inferiore a 200 kW; per impianti di potenza superiore a tale limite e, comunque entro il limite massimo di 1 MW, per ogni 10 kW di potenza installata oltre i 200 kW deve essere dimostrata la disponibilità di almeno un ettaro di terreno agricolo.</p> |
| <p>Zone vincolate ex articolo 142, comma 1, lettere a), b), c), d), e), g), h), l), m), d.lgs. 42/2004 (ex Galasso)</p> | <p>Impianto con potenza superiore a 5 KW ed inferiore od uguale a 20 KW</p> | | | |
| | <p>Impianto con potenza superiore a</p> | <p>Le categorie di beni individuate rappresentano emergenze</p> | <p>Non idonee</p> | <p>(*) aree già urbanizzate prive di valore culturale-paesaggistico e aree di pertinenza dell'edificato privo di valore storico-architettonico</p> |

| | | | | |
|--|---|---|------------|--|
| | 20 kW ed inferiore od uguale a 200 kW | ambientali e paesaggistiche di particolare rilevanza. Ai fini del mantenimento del presidio del territorio in qualità di attività connessa all'agricoltura e nelle aree caratterizzate da degrado ed urbanizzate, sono ammissibili gli impianti previsti nella presente fascia. | | <p>(**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria.</p> <p>(***) attività connesse all'agricoltura, svolte da imprenditori agricoli ai sensi dell'articolo 2135 c.c. e nei limiti indicati dalla circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 32/E del 6 luglio 2009, paragrafo 4, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico, privo di platee in cemento a terra, e comunque entro il limite massimo di 1 MW. L'imprenditore agricolo può svolgere tali attività anche tramite la partecipazione a EsCO (Società servizi energetici, istituite e riconosciute secondo le normative vigenti in materia) purché la superficie occupata dall'impianto fotovoltaico non sia superiore al 10 per cento della superficie agricola utile (SAU), per potenza nominale complessiva inferiore a 200 kW; per impianti di potenza superiore a tale limite e, comunque entro il limite massimo di 1 MW, per ogni 10 kW di potenza installata oltre i 200 kW deve essere dimostrata la disponibilità di almeno un ettaro di terreno agricolo.</p> |
| | Impianto con potenza superiore a 200 kW | Le categorie di beni individuate rappresentano emergenze ambientali e paesaggistiche di particolare rilevanza; l'inserimento di tali impianti rischia di compromettere la valenza paesaggistico ambientale e percettiva delle categorie di beni individuate | Non idonee | <p>(**) aree degradate. Per aree degradate si intende: a) le cave dismesse e non ripristinate, individuate in coerenza con i contenuti della pianificazione urbanistico territoriale, le aree individuate dalla vigente pianificazione in materia di attività estrattive e non ancora ripristinate, con l'esclusione di quelle aree e siti riconosciuti di valore storicoculturale, testimoniale e paesaggistico dal PIT (approvato con deliberazione del Consiglio regionale 24 luglio 2007, n. 72) e dalla sua implementazione paesaggistica (adottata con deliberazione del Consiglio regionale 16 giugno 2009, n. 32); b) aree ove è stata condotta l'attività di discarica ovvero aree ove è stata condotta l'attività di deposito di materiali inerti, fatto salvo quanto previsto dalle normative di settore in materia di bonifica dei siti inquinati e ripristino ambientale dei siti di cava dismessi, purché l'impianto sia inserito con modalità tali da assicurare il minor impatto paesaggistico e privo di platee in cemento a terra; c) i siti minerari dismessi inseriti nel piano regionale e nei piani provinciali di bonifica nonché compresi e disciplinati negli atti di pianificazione territoriale di enti preposti alla tutela ambientale approvati dalla Regione, e le aree di discarica mineraria.</p> |

Tab. 5.4.1. Sintesi delle aree non idonee all'installazione di impianti di produzione di energia rinnovabile.

6. Lo stato di fatto: il quadro delle emissioni

La valutazione delle emissioni inquinanti relative al sistema energetico del territorio del Mugello può essere effettuata sulla base dell'Inventario Regionale delle Sorgenti Emissive redatto dalla Regione Toscana. L'inventario è basato sulla valutazione delle emissioni inquinanti in atmosfera, suddivisi per sorgente emissiva, tipologia del processo responsabile delle emissioni per ogni comune della regione Toscana.

Al fine di semplificare la lettura e l'elaborazione dei dati, sono stati analizzati in seguenti inquinanti:

- Monossido di carbonio (CO);
- CO₂ eq. (che deriva dalla sommatoria pesata di CO₂, NO₂ e CH₄)³;
- Ossidi di azoto (NO_x);
- Ossidi di zolfo (SO_x);
- particolato PM₁₀;
- particolato PM_{2,5}.

I dati IRSE sono suddivisi in 11 macrosettori che, al fine del presente lavoro, sono stati raggruppati nei quattro seguenti gruppi:

- Industria che comprende i macrosettori: "Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche", "Impianti di combustione industriale e processi con combustione", "Processi Produttivi" e che, quindi, raggruppa tutte le emissioni derivanti da attività industriali;
- Riscaldamento che comprende i macrosettori: "Impianti di combustione non industriali";
- Mobilità che comprende i macrosettori: "Trasporti stradali", "Altre Sorgenti Mobili";
- Altro che comprende i macrosettori: "Estrazione, distribuzione combustibili fossili ed energia geotermica", "Uso di solventi", "Trattamento e Smaltimento Rifiuti", "Agricoltura", "Natura".

La metodologia che utilizzata dall'IRSE prende in considerazione da una parte la dimensione spaziale delle emissioni, considerando sia emissioni puntuali georeferite (sorgenti industriali), sia disgregate, tramite l'utilizzo della modellistica atmosferica, creando una mappa con valori emissivi riferiti a maglie di 1km di lato. Dall'altra la dimensione temporale, che nello studio è riferita all'anno solare. Il valore ottenuto può essere utilizzato su scala locale, disgregando il dato su base oraria, nei differenti giorni della settimana e su base mensile.

Il rapporto delle emissioni in aria ambiente nel territorio del Mugello si riferisce ai seguenti otto comuni: Barberino di Mugello, Borgo San Lorenzo, Dicomano, Firenzuola, Marradi, Palazzuolo sul Senio, Scarperia e San Piero a Sieve, Vicchio.

La finestra temporale di riferimento dello studio è stata 1995-2010, con dati puntuali negli anni 1995,2000,2003,2005,2007,2010.

Le sostanze inquinanti principali indagati dallo studio sono: il monossido di carbonio (CO), la CO₂ eq. (che deriva dalla sommatoria di CO₂, NO₂ e CH₄), gli ossidi di azoto (NO_x), gli ossidi di zolfo (SO_x), il materiale particolato fine PM₁₀ e PM_{2,5}.

³ Per CO₂ eq. si intende il contributo complessivo dei gas climalteranti al fenomeno dell'effetto serra. In riferimento ai principali gas ad effetto serra quali, oltre alla CO₂, il metano (CH₄) e il protossido di azoto (N₂O), il quantitativo in tonnellate di CO₂ eq. è determinato dalla somma dei contributi dei singoli componenti secondo le seguenti equivalenze: 1 t di CO₂ = 1 t di CO₂ eq.; 1 t di CH₄ = 21 t di CO₂ eq.; 1 t di N₂O = 310 t di CO₂ eq..

6.1 Analisi delle emissioni di CO_{2eq}

Per quanto riguarda i gas serra, le maggiori emissioni derivano dal settore della mobilità seguito dal settore del riscaldamento domestico, contrariamente al trend regionale che individua nel riscaldamento domestico il settore che incide maggiormente sulle emissioni climalteranti (Relazione sullo stato dell'ambiente in Toscana 2014, ARPAT 2014).

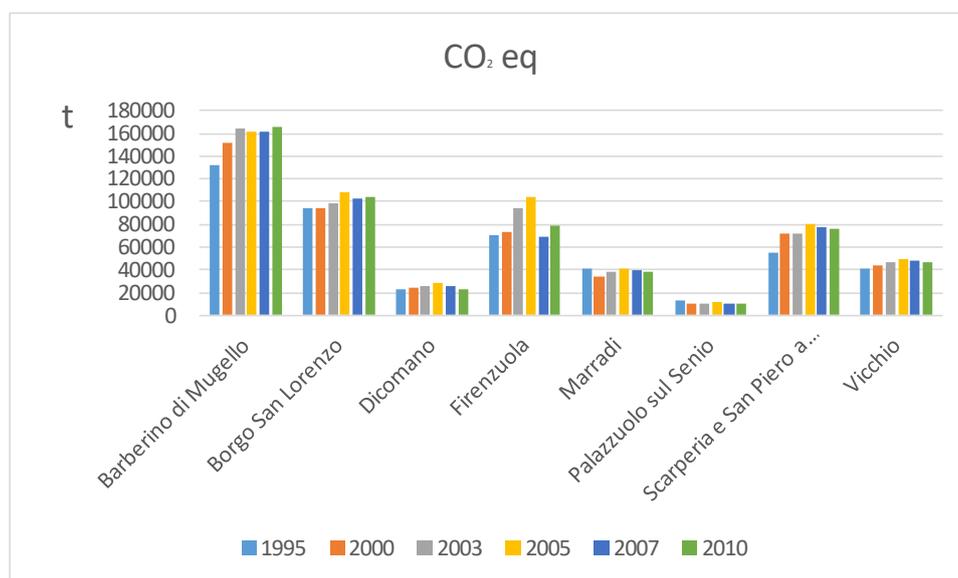


Grafico 6.1.1. Andamento delle emissioni di CO₂ eq. nell'arco di tempo esaminato e suddivise per comune

| CO ₂ eq (t) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Barberino di Mugello | 132.035,90 | 152.421,69 | 164.366,08 | 162.030,23 | 161.726,42 | 165.567,80 |
| Borgo San Lorenzo | 94.604,67 | 94.760,91 | 98.117,40 | 107.825,10 | 102.448,09 | 104.216,35 |
| Dicomano | 23.341,89 | 24.553,22 | 26.231,78 | 27.867,72 | 25.255,22 | 23.623,45 |
| Firenze | 70.143,17 | 73.666,23 | 93.805,81 | 104.613,23 | 68.995,94 | 78.372,91 |
| Marradi | 40.723,63 | 34.190,92 | 38.021,19 | 41.155,33 | 39.939,28 | 38.430,44 |
| Palazzuolo sul Senio | 13.172,22 | 10.632,16 | 11.022,92 | 12.453,05 | 10.820,00 | 10.156,16 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 55.622,74 | 72.426,80 | 72.155,02 | 79.781,14 | 77.646,32 | 75.894,73 |
| Vicchio | 40.754,36 | 43.640,86 | 46.331,41 | 49.911,78 | 47.766,77 | 46.257,92 |

Tab. 6.1.1. Andamento delle emissioni di CO₂ eq. nell'arco di tempo esaminato e suddivise per comune.

L'andamento complessivo dei comuni del Mugello delle emissioni CO₂ eq., rappresentato nel precedente grafico, rispecchia l'andamento dello stesso tipo di emissioni registrato in regione Toscana nello stesso arco di tempo. Infatti si può notare un incremento delle emissioni tra il '90 ed il 2005 per poi verificare una riduzione tra il 2005 ed il 2010 (grafici successivi). Si può pensare un'ulteriore riduzione di tali emissioni al 2015 (altra soglia di rilevazione, ancora in fase di elaborazione da parte di IRSE).

In relazione ai dati a disposizione è possibile affermare che, nonostante la diminuzione delle emissioni di CO₂ eq. registrata nel 2010 rispetto agli anni precedenti, dovuta in gran parte alla crisi economica, i valori risultano ancora distanti dall'obiettivo di riduzione del 20%, rispetto ai valori del 1990, da raggiungere entro 2020. L'obiettivo del 2020 non pare ad oggi raggiungibile (Rapporto Stato Ambientale Toscana, 2014).

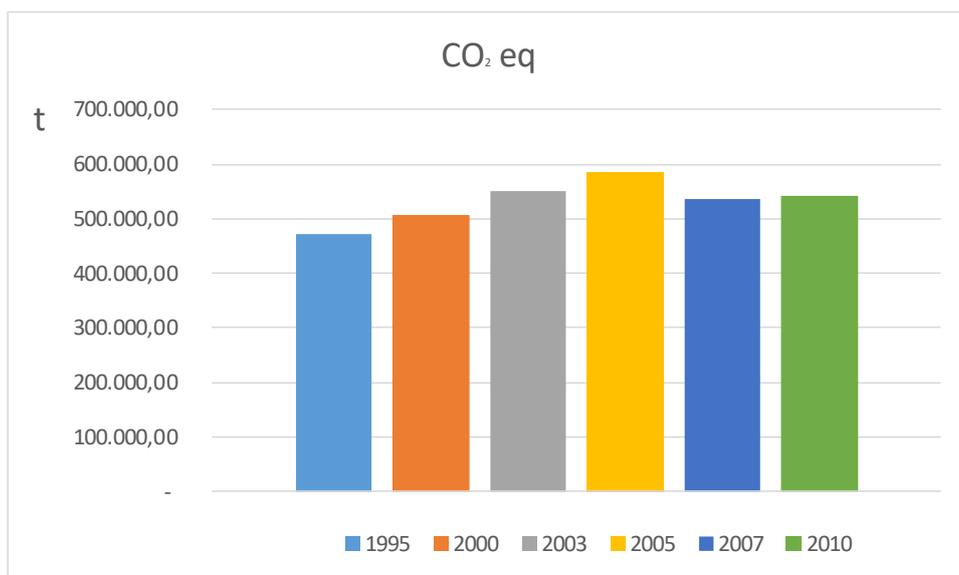


Grafico 6.1.2. Grafico dell'andamento delle emissioni di CO₂ eq. nell'arco di tempo esaminato in Mugello.

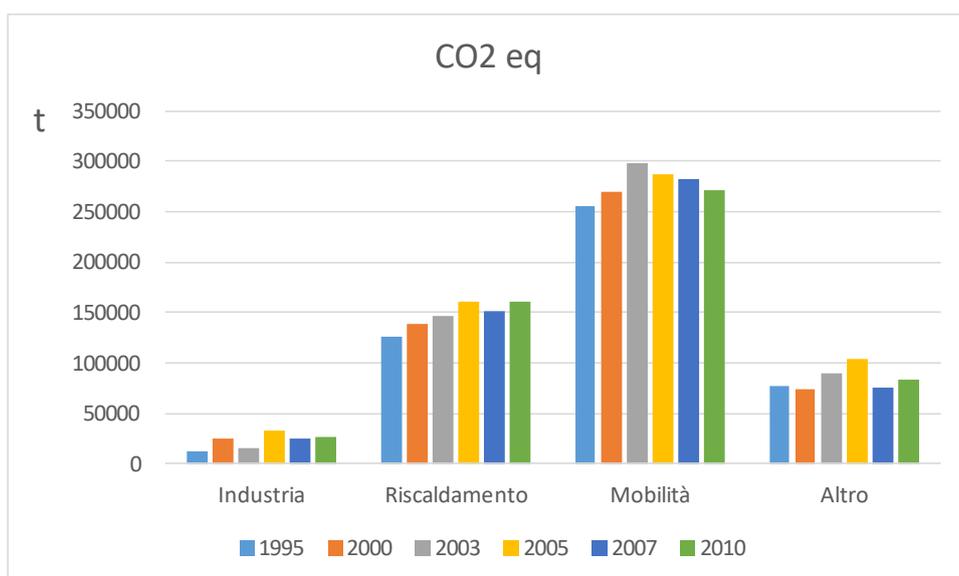


Grafico 6.1.3. Grafico dell'andamento delle emissioni di CO₂ eq. nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emittente.

| CO ₂ eq (Mg) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Industria | 12.397,47 | 25.370,63 | 15.935,08 | 33.455,25 | 25.361,10 | 26.693,26 |
| Riscaldamento | 126.553,60 | 138.127,32 | 146.901,94 | 160.925,34 | 151.534,60 | 161.338,60 |
| Mobilità | 255.132,52 | 269.277,22 | 298.005,64 | 287.843,76 | 282.881,50 | 271.099,35 |
| Altro | 76.314,98 | 73.517,62 | 89.208,95 | 103.413,22 | 74.820,85 | 83.388,55 |

Tab. 6.1.2. Tabella dell'andamento delle emissioni di CO₂ eq. nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emittente.

6.2 Analisi delle emissioni di PM₁₀ e PM_{2,5}

In Toscana si rilevano alcuni superamenti del valore limite del materiale particolato fine PM₁₀, spesso in aree di fondovalle (Piano Regionale per la qualità dell'Aria ambiente - PRQA). In particolare, i livelli di PM₁₀ misurati in Toscana indicano che, in alcune zone del territorio, l'obiettivo di rispettare il valore limite entrato in vigore il 1° gennaio 2005 è ancora da raggiungere, limitatamente al numero massimo dei superamenti annuali (35) della concentrazione media giornaliera di 50 µg/m³; mentre per quanto riguarda il valore limite della media annuale di 40 µg/m³, questo è sostanzialmente rispettato in tutto il territorio regionale. Nel complesso le emissioni di PM₁₀ risultano sostanzialmente stabili negli anni considerati, con una diminuzione relativa pari al 4,8% circa negli ultimi anni (Progetto PATOS, 2011). A scala regionale i macrosettori che rappresentano maggiormente le emissioni sono gli impianti di combustione non industriali (44%), i Trasporti Stradali (26%) e gli Impianti combustione industriale e processi con combustione (9 %).

Il seguente grafico mostra le emissioni di PM₁₀ suddivise per comune.

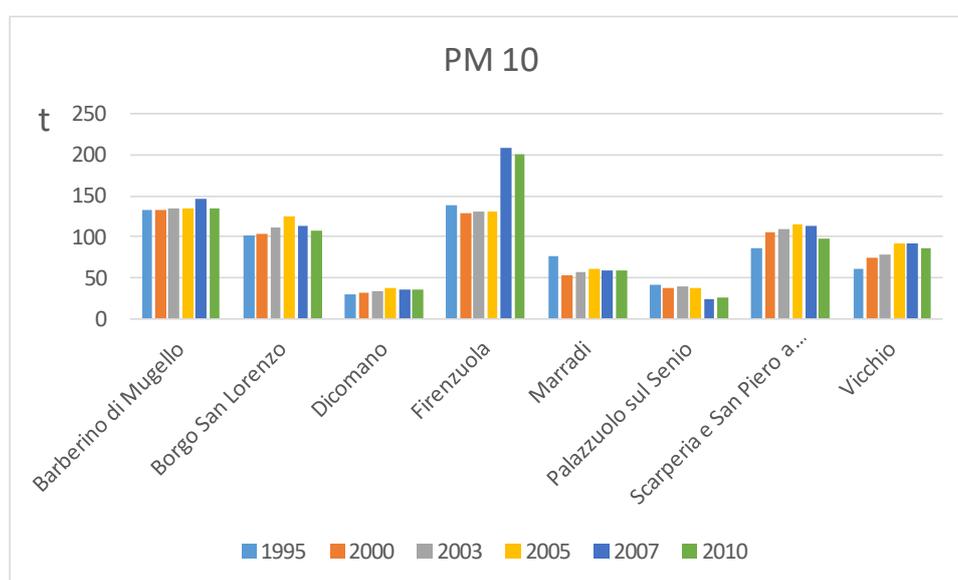


Grafico 6.1.4. Grafico dell'andamento delle emissioni di PM₁₀ nell'arco di tempo esaminato e suddivise per comune

| PM ₁₀ (Mg) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Barberino di Mugello | 132,90 | 133,62 | 134,76 | 135,33 | 146,75 | 135,71 |
| Borgo San Lorenzo | 101,40 | 104,29 | 111,42 | 126,18 | 113,55 | 106,97 |
| Dicomano | 30,58 | 32,30 | 34,06 | 38,42 | 35,66 | 34,98 |
| Firenzuola | 138,74 | 128,78 | 131,01 | 131,82 | 208,52 | 200,41 |
| Marradi | 76,24 | 52,41 | 56,76 | 61,30 | 58,27 | 59,25 |
| Palazzuolo sul Senio | 41,22 | 38,59 | 39,95 | 37,96 | 24,95 | 25,89 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 85,66 | 105,60 | 109,84 | 115,03 | 113,73 | 97,23 |
| Vicchio | 61,98 | 74,77 | 78,47 | 93,11 | 91,57 | 85,80 |

Tab. 6.1.3. Tabella dell'andamento delle emissioni di PM₁₀ nell'arco di tempo esaminato e suddivise per comune

Purtroppo sul territorio del Mugello non sono presenti centrali di monitoraggio della qualità dell'aria, pertanto non è possibile verificare la qualità dell'aria ed eventuali sforamenti dei limiti di legge. Potrebbe essere opportuno dotare il territorio del Mugello alcune centrali per il monitoraggio della qualità dell'aria.

Alcuni documenti, tra i quali il progetto PATOS, e di conseguenza il Piano Regionale della qualità dell'Aria, attribuiscono alle biomasse gran parte della responsabilità del particolato presente in atmosfera. Infatti secondo lo studio si può ricondurre gran parte della composizione del particolato alla combustione di biomasse, a causa della elevata presenza di Materiale Organico Particolato (POM)⁴. Tuttavia, i POM non sono esclusivamente riconducibili alla combustione di biomasse, ma alla combustione incompleta di combustibili fossili, sia nel settore del riscaldamento che dei trasporti, o, anche, di biomassa. Di fatto, il progetto PATOS, solo nel caso del comune di Capannori (Lucca), individua che il contributo della sorgente "combustioni non industriali" alle concentrazioni di PM₁₀ si attesta su valori dell'11%, di cui il 31% viene attribuito alla combustione di biomasse. Nello stesso documento si attribuisce alla "sorgente traffico" il 23% delle concentrazioni di PM₁₀.

Inoltre considerare le emissioni primaria di PM₁₀ e PM_{2,5}, restituisce un quadro parziale e distorto se non vengono considerati anche dei precursori del secondario (cioè in particolare le emissioni di SO₂, NO_x, COV e NH₃), ovvero originati dalle trasformazioni chimico-fisiche dei precursori emessi dai vari settori emissivi (Stortini, Bonafe, 2017).

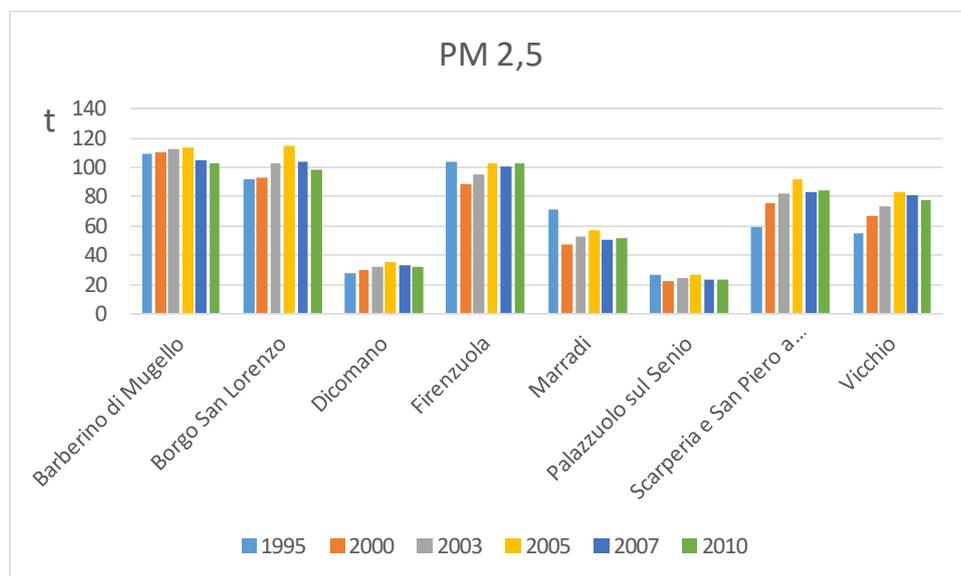


Grafico 6.1.5. Grafico dell'andamento delle emissioni di PM_{2,5} nell'arco di tempo esaminato e suddivise per comune

⁴ Materiale Organico Particolato (POM): composti organici non volatili di origine sia primaria POMprimario (emessi come tali da processi di combustione) che secondaria POMsec (reazioni ossidative in atmosfera di precursori gassosi del ciclo del carbonio) (ARPAT,

| PM _{2,5} (Mg) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Barberino di Mugello | 109,11 | 110,63 | 112,60 | 114,11 | 105,27 | 102,67 |
| Borgo San Lorenzo | 91,72 | 93,29 | 102,55 | 115,15 | 104,19 | 98,61 |
| Dicomano | 28,10 | 29,36 | 31,90 | 35,71 | 33,08 | 32,52 |
| Firenze | 104,30 | 88,39 | 94,82 | 102,42 | 100,88 | 102,35 |
| Marradi | 70,93 | 47,26 | 52,98 | 56,54 | 50,86 | 52,03 |
| Palazzuolo sul Senio | 26,47 | 22,06 | 23,95 | 26,57 | 23,01 | 23,76 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 59,59 | 75,94 | 82,54 | 92,15 | 83,52 | 84,05 |
| Vicchio | 54,96 | 67,06 | 73,13 | 83,03 | 80,95 | 77,30 |

Tab. 6.1.4. Tabella dell'andamento delle emissioni di PM_{2,5} nell'arco di tempo esaminato e suddivise per comune

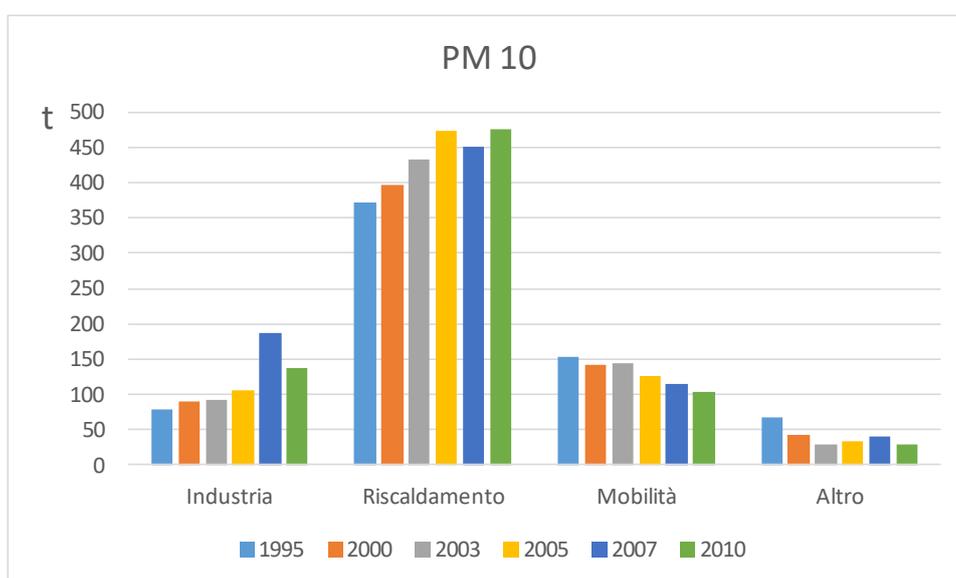


Grafico 6.1.6. Grafico dell'andamento delle emissioni di PM₁₀ nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emittente.

| PM ₁₀ (Mg) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Industria | 78,85 | 90,51 | 92,21 | 104,72 | 187,37 | 137,31 |
| Riscaldamento | 371,83 | 396,09 | 432,47 | 473,92 | 450,04 | 476,12 |
| Mobilità | 152,03 | 142,04 | 143,09 | 126,19 | 114,62 | 104,09 |
| Altro | 66,02 | 41,73 | 28,51 | 34,32 | 40,98 | 28,72 |

Tab. 6.1.5. Tabella dell'andamento delle emissioni di PM₁₀ nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emittente.

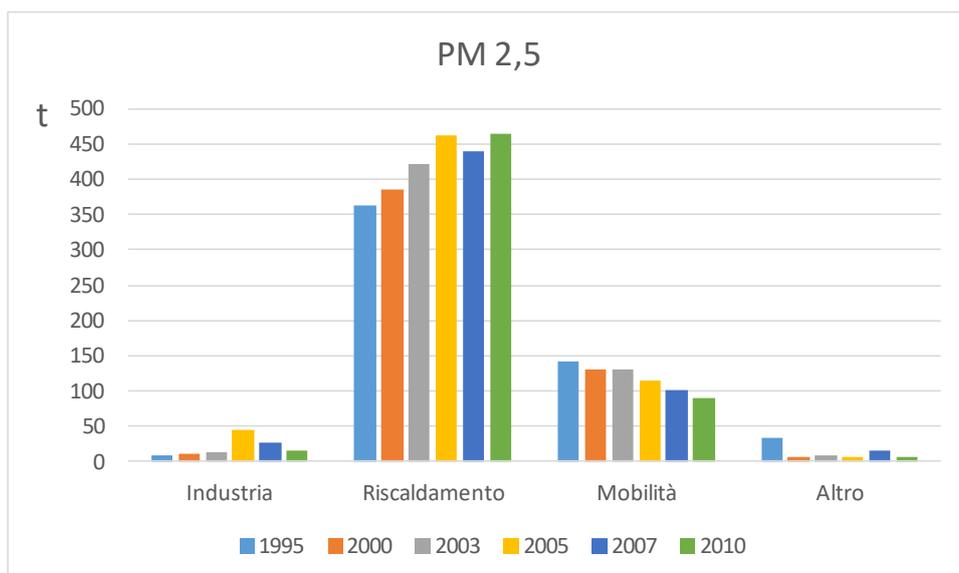


Grafico 6.1.7. Grafico dell'andamento delle emissioni di PM_{2,5} nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emissivo.

| PM _{2,5} (Mg) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Industria | 8,82 | 11,21 | 12,39 | 43,49 | 25,37 | 14,69 |
| Riscaldamento | 362,06 | 385,99 | 421,92 | 462,41 | 439,13 | 464,67 |
| Mobilità | 141,04 | 130,08 | 130,91 | 113,71 | 102,01 | 88,68 |
| Altro | 33,27 | 6,71 | 9,26 | 6,08 | 15,24 | 5,25 |

Tab. 6.1.6. Tabella dell'andamento delle emissioni di PM_{2,5} nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emissivo.

6.3 Analisi delle emissioni di NO_x

Gli ossidi di azoto generalmente vengono prodotte da tutti i processi di combustione, quindi vengono emessi da sorgenti quali traffico e riscaldamento. Infatti gli ossidi di azoto NO_x sono tipici di qualsiasi processo di combustione indipendentemente dalla tipologia di materiale combusto (metano, gasolio, legna, ecc..).

Gli ossidi di azoto NO_x sono emessi per il 75% dal settore della mobilità e per il 17% dal comparto industriale. La principale fonte di emissione è il trasporto su strada, in particolare il 69% e dovuto a traffico (di questo circa il 90% e attribuibile a veicoli diesel) e circa il 13% è imputabile alla combustione industriale (PRQA). Sono emissioni precursori di particolato secondario (Stortini, Bonafe, 2017)⁵.

Così come osservato anche nel Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA), a partire dal 2010 si sta assistendo di anno in anno ad una riduzione dei valori misurati. Persistono tuttavia situazioni di parziale criticità dovute al superamento del valore limite della media annuale in alcune aree sottoposte ad un intenso traffico veicolare.

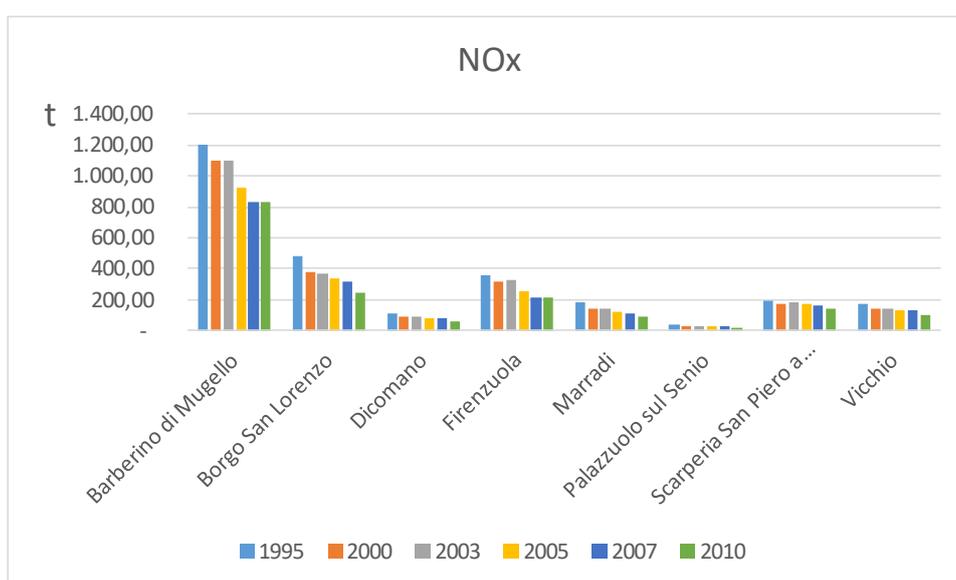


Grafico 6.3.1. Grafico dell'andamento delle emissioni di NO_x nell'arco di tempo esaminato e suddivise per comune

| NOX (Mg) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|------------------------------------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|
| Barberino di Mugello | 1.201,04 | 1.100,57 | 1.096,27 | 925,93 | 834,47 | 832,19 |
| Borgo San Lorenzo | 481,94 | 377,13 | 369,56 | 337,90 | 313,46 | 247,50 |
| Dicomano | 107,31 | 89,65 | 89,09 | 80,67 | 79,21 | 61,16 |
| Firenzuola | 362,49 | 314,16 | 322,34 | 251,58 | 211,10 | 216,85 |
| Marradi | 183,66 | 136,86 | 137,80 | 122,76 | 109,84 | 88,70 |
| Palazzuolo sul Senio | 37,55 | 26,40 | 27,80 | 25,37 | 23,55 | 17,89 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 192,41 | 176,30 | 177,31 | 174,61 | 163,50 | 138,33 |
| Vicchio | 167,92 | 141,96 | 143,17 | 132,21 | 130,56 | 103,70 |

Tabella 6.3.1. Tabella dell'andamento delle emissioni di NO_x nell'arco di tempo esaminato e suddivise per comune

⁵ Una tonnellata di ossidi di azoto dia luogo alla formazione di 880 kg di PM₁₀

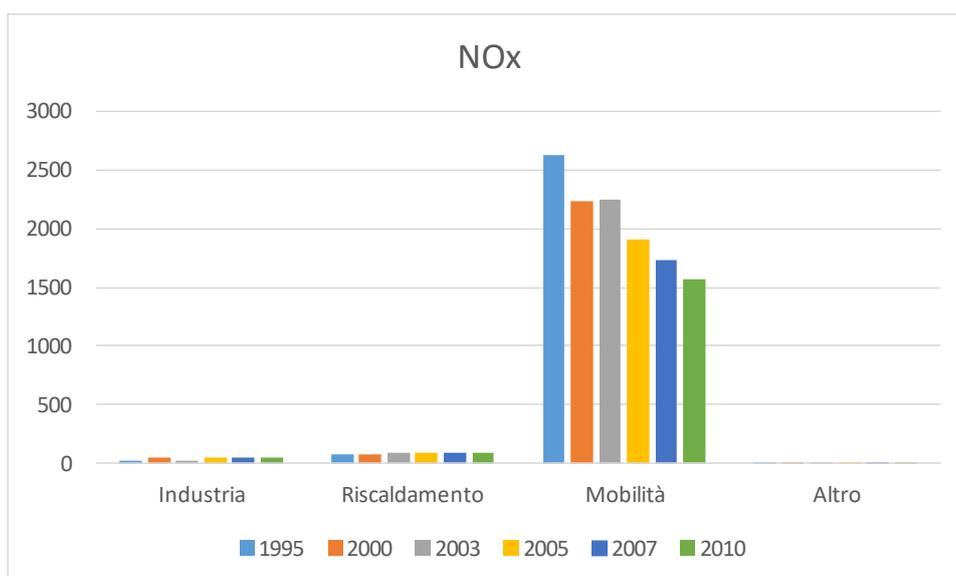


Grafico 6.3.2. Grafico dell'andamento delle emissioni di NO_x nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emissivo.

| NOX (Mg) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Industria | 25,15 | 44,17 | 29,47 | 45,90 | 44,80 | 46,10 |
| Riscaldamento | 74,63 | 80,19 | 84,62 | 92,87 | 86,77 | 92,07 |
| Mobilità | 2.628,27 | 2.238,43 | 2.248,24 | 1.912,17 | 1.731,88 | 1.568,09 |
| Altro | 6,29 | 0,24 | 0,99 | 0,08 | 2,22 | 0,06 |

Tabella 6.3.2. Tabella dell'andamento delle emissioni di NO_x nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emissivo.

6.4 Analisi delle emissioni di SO_x

Gli ossidi di zolfo vengono prodotti da processi di combustione, in particolare gli ossidi di zolfo SO_x sono emessi per l'84% dal comparto industriale e per il 10% dal settore della mobilità (PRQA). Tra le principali fonti di emissione di tale inquinante è presente il riscaldamento domestico; circa il 30% delle emissioni deriva dalla combustione di legna - in particolare di questo circa l'80% e attribuibile alla combustione domestica di legna in caminetti e stufe tradizionali – circa il 35% dalla combustione di olio combustibile e gasolio (PRQA). Sono emissioni precursori di particolato secondario (Stortini, Bonafe, 2017)⁶.

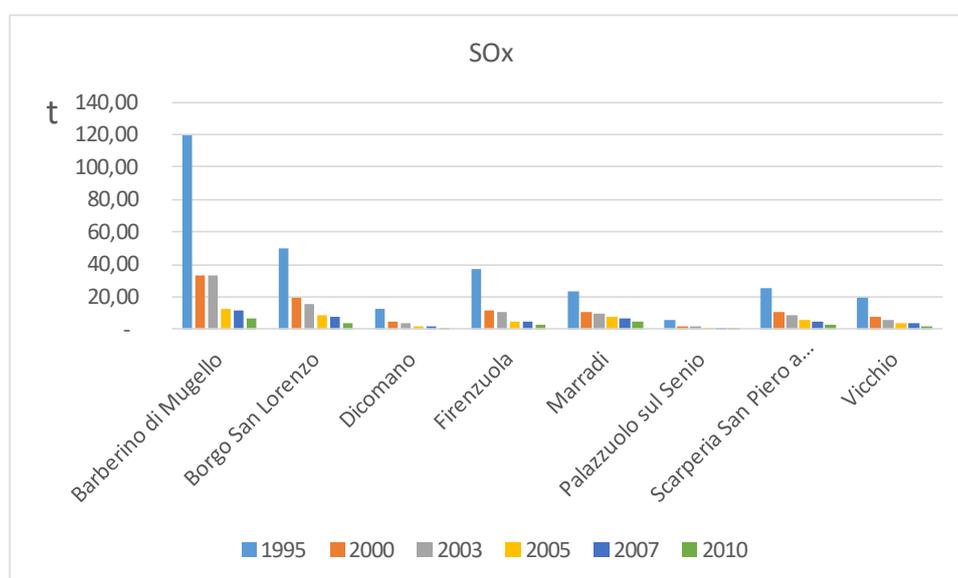


Grafico 6.4.1. Grafico dell'andamento delle emissioni di SO_x nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emissivo.

| SOX (Mg) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| Barberino di Mugello | 120,13 | 33,37 | 33,32 | 12,13 | 11,95 | 6,95 |
| Borgo San Lorenzo | 49,78 | 18,91 | 15,21 | 8,26 | 7,15 | 3,49 |
| Dicomano | 12,06 | 4,17 | 3,26 | 1,69 | 1,52 | 0,78 |
| Firenzuola | 37,00 | 11,66 | 11,00 | 4,95 | 4,40 | 2,69 |
| Marradi | 22,88 | 10,52 | 9,92 | 7,21 | 6,83 | 4,87 |
| Palazzuolo sul Senio | 5,37 | 1,82 | 1,35 | 0,87 | 0,75 | 0,49 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 25,19 | 10,92 | 8,60 | 5,88 | 4,98 | 2,80 |
| Vicchio | 19,15 | 7,15 | 5,90 | 3,56 | 3,51 | 1,82 |

Tabella 6.4.1. Tabella dell'andamento delle emissioni di SO_x nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emissivo.

⁶ una tonnellata di biossido di zolfo dia luogo alla formazione di 540 kg di PM₁₀

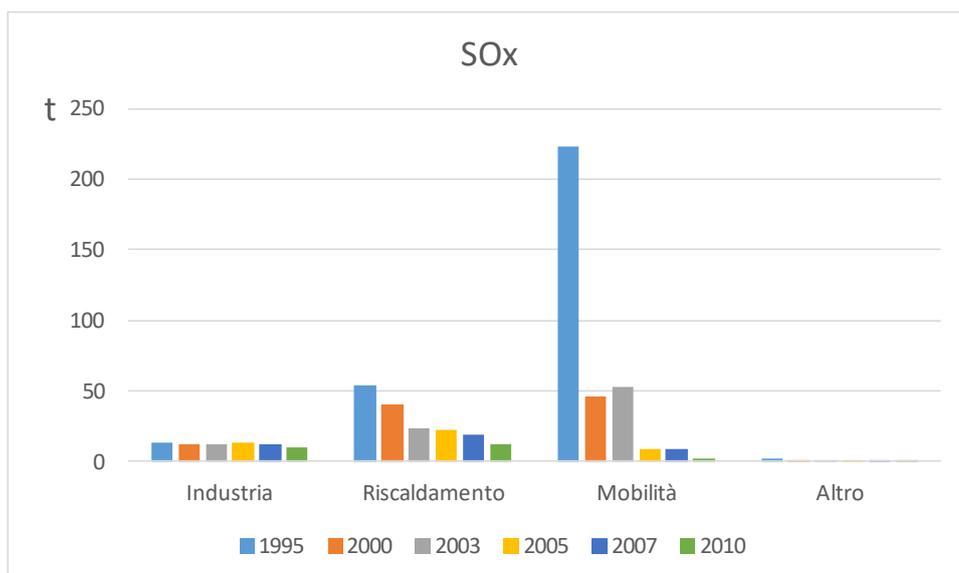


Grafico 6.4.2. Grafico dell'andamento delle emissioni di SO_x nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emissivo.

| SOX (Mg) | 1995 | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | 2010 |
|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Industria | 12,78 | 11,96 | 11,86 | 13,32 | 12,54 | 10,08 |
| Riscaldamento | 53,71 | 39,96 | 23,18 | 22,24 | 19,07 | 11,81 |
| Mobilità | 222,98 | 46,53 | 53,21 | 8,97 | 8,76 | 1,98 |
| Altro | 2,10 | 0,08 | 0,31 | 0,03 | 0,74 | 0,02 |

Tabella 6.4.2. Tabella dell'andamento delle emissioni di SO_x nell'arco di tempo esaminato suddiviso per settore emissivo.

7. Consumi elettrici

Per la ricostruzione dei consumi energetici dei comuni del Mugello sono stati utilizzati i dati forniti da ENEL distribuzione per un arco temporale compreso tra il 2012 ed il 2016. I dati di ENEL distribuzione sono suddivisi per categoria di consumo, quali: edifici e attrezzature impianti comunali, edifici e attrezzature impianti non comunali, edifici residenziali, Illuminazione pubblica comunale, Agricoltura e industri (ad esclusione degli impianti del settore ETS). Questa suddivisione in categorie di consumo è piuttosto utile e consente di verificare in quali settori si sono registrati degli incrementi o decrementi di consumo di energia elettrica.

Purtroppo alcuni dati, in particolar modo quelli relativi al consumo di energia elettrica negli edifici ed impianti comunali sono solo parziali ed assenti per gli anni 2014-15 e 16. Inoltre sono anche parziali i consumi relativi al comune di Scarperia San Piero, infatti sono disponibili solo dal 2014 in poi.

Dalla lettura dei dati, a seguire relative tabelle e grafici, emerge che nella maggior parte dei comuni del Mugello i consumi degli edifici e servizi non comunali risulta in crescita in quasi la totalità dei comuni con l'eccezione di Palazzuolo sul Senio e Marradi che segnano una decrescita (Tab. 7.5 e grafico 7.5; Tab. 7.6 e grafico 7.6). L'analisi sui consumi residenziali effettuata per lo stesso arco di tempo, mostra una riduzione su tutti il territorio, con l'esclusione del comune di Scarperia San Piero dove però la fusione dei comuni rende i dati poco precisi (Tab. 7.7, grafico 7.7) e possono condurre a qualche errore interpretativo. La riduzione della categoria residenziale può essere la testimonianza che la sostituzione di vecchi elettrodomestici con nuovi sistemi ad alta efficienza, così come la riduzione dell'illuminazione grazie all'impiego della tecnologia "led", può condurre a notevoli risparmi di energia elettrica.

Diversamente i consumi relativi all'illuminazione pubblica seguono un trend di crescita dei consumi ad eccezione del comune di Firenzuola dove si sono costantemente ridotti. Questo trend crescente può essere un utile indicazione per quei comuni che ancora non avessero già eseguito efficientamento dell'illuminazione pubblica con soluzioni "led" (Grafico 7.10). Si consideri che, nell'arco temporale esaminato, i consumi dell'illuminazione pubblica sono cresciuti di circa il 40%. Purtroppo per tracciare un bilancio dei consumi complessivi dell'Ente pubblico mancano quasi totalmente i consumi relativi agli edifici ed attrezzature pubbliche (i dati sono assenti dal 2014 al 2016). Detto questo, tenendo conto di questa imprecisione dei dati di partenza, si può leggere un incremento dei consumi dell'ente pubblico (Grafico 7.11).

Infine per quanto riguarda il settore dell'agricoltura i consumi sono stabili, mentre in crescita sono i consumi relativi alla categoria "Industrie". In questo caso però i consumi sono stati influenzati dai dati parziali del comune di Scarperia e San Piero, infatti nella maggior parte degli altri comuni i consumi industriali si sono mostrati stabili o in forte riduzione.

| BARBERINO DI MUGELLO | | Consumi (GWh) | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| Categoria | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | |
| Edifici, attrezzature/impianti comunali | 1,346745 | 2,622115 | 0 | 0 | 0 | |
| Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali) | 20,35429 | 19,07058 | 23,11595 | 23,63936 | 24,01624 | |
| Edifici residenziali | 11,84621 | 11,70621 | 10,27366 | 10,94256 | 10,8087 | |
| Illuminazione pubblica comunale | 2,577114 | 4,062846 | 3,881435 | 4,336255 | 5,488138 | |
| Agricoltura | 0,612664 | 0,524714 | 0,64485 | 0,548998 | 0,773292 | |
| Industrie (al netto ETS) | 28,45007 | 25,4646 | 23,86773 | 24,62282 | 25,63839 | |
| Totale | 65,18709 | 63,45107 | 61,78362 | 64,08999 | 66,72477 | |

Tabella 7.1. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

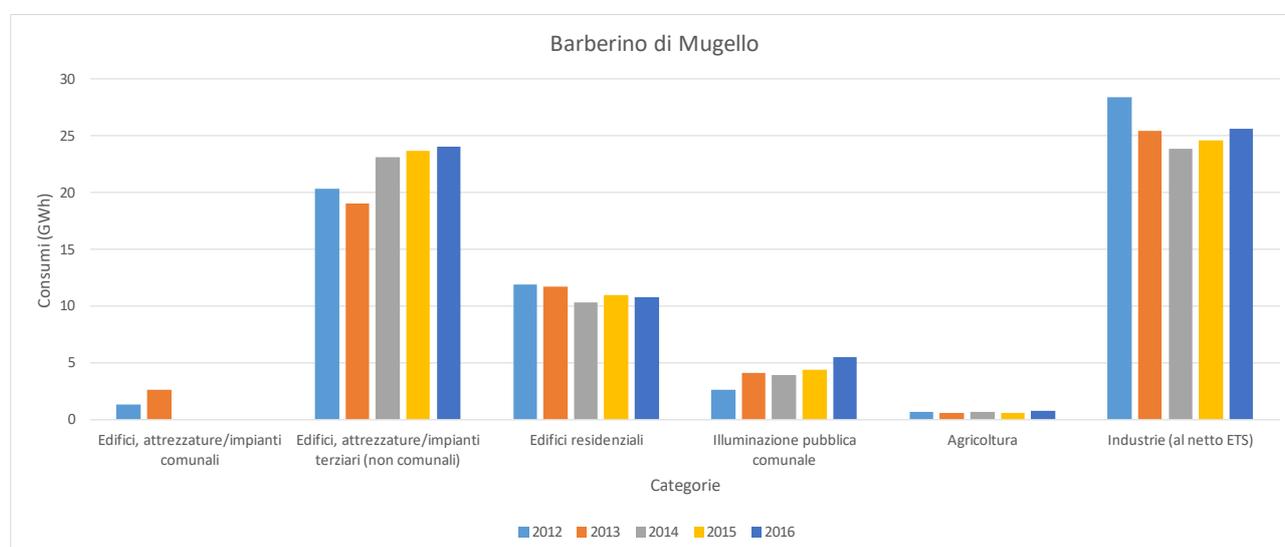


Grafico 7.1. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

| BORGO SAN LORENZO | | Consumi (GWh) | | | | |
|--|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| Categoria | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | |
| Edifici, attrezzature/impianti comunali | 2,415276 | 4,38609 | 0 | 0 | 0 | |
| Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali) | 21,26843 | 18,88734 | 23,76089 | 22,75788 | 22,73096 | |
| Edifici residenziali | 18,01804 | 17,95959 | 16,19678 | 17,13659 | 17,01006 | |
| Illuminazione pubblica comunale | 1,422056 | 1,411309 | 1,439825 | 1,453297 | 1,493314 | |
| Agricoltura | 0,905729 | 0,965943 | 0,407473 | 0,999061 | 1,115148 | |
| Industrie (al netto ETS) | 8,22954 | 8,608417 | 8,381892 | 8,865624 | 8,283408 | |
| Totale | 52,25907 | 52,2187 | 50,18686 | 51,21246 | 50,63289 | |

Tabella 7.2. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

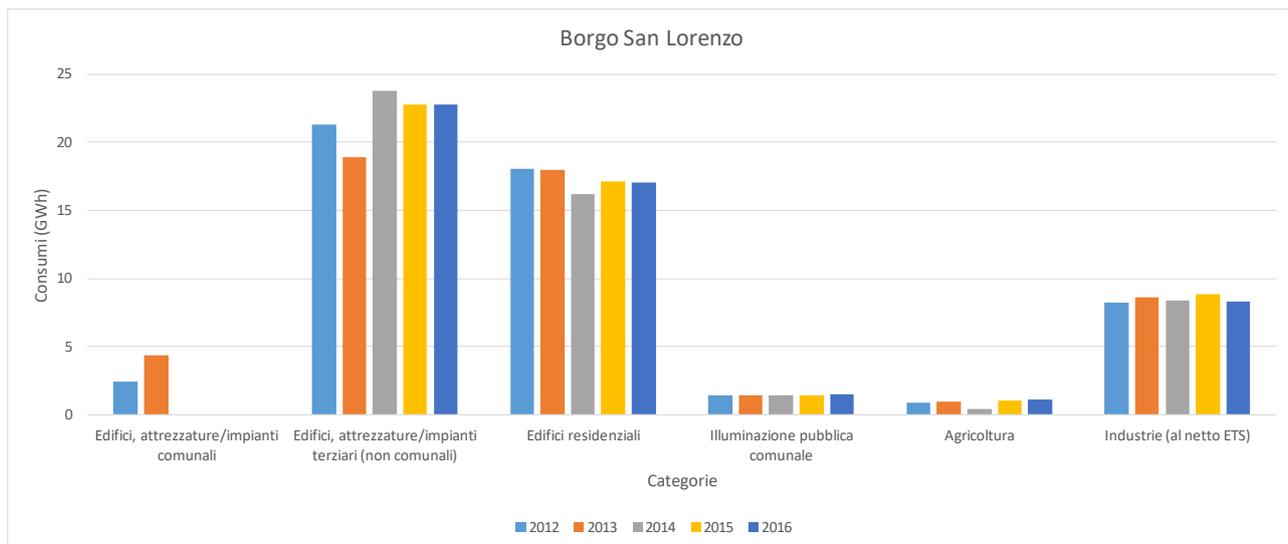


Grafico 7.2. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

| DICOMANO | Consumi (GWh) | | | | |
|--|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Categoria | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Edifici, attrezzature/impianti comunali | 0,96178 | 1,49766 | 0 | 0 | 0 |
| Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali) | 2,763476 | 1,945579 | 3,516709 | 3,194315 | 3,442773 |
| Edifici residenziali | 5,473644 | 5,356516 | 4,909162 | 5,056998 | 4,958662 |
| Illuminazione pubblica comunale | 0,391826 | 0,403827 | 0,409564 | 0,429209 | 0,436678 |
| Agricoltura | 0,329065 | 0,31754 | 0,293708 | 0,325181 | 0,322577 |
| Industrie (al netto ETS) | 1,325812 | 1,304389 | 1,163016 | 1,143616 | 1,039211 |
| Totale | 11,2456 | 10,82551 | 10,29216 | 10,14932 | 10,1999 |

Tabella 7.3. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

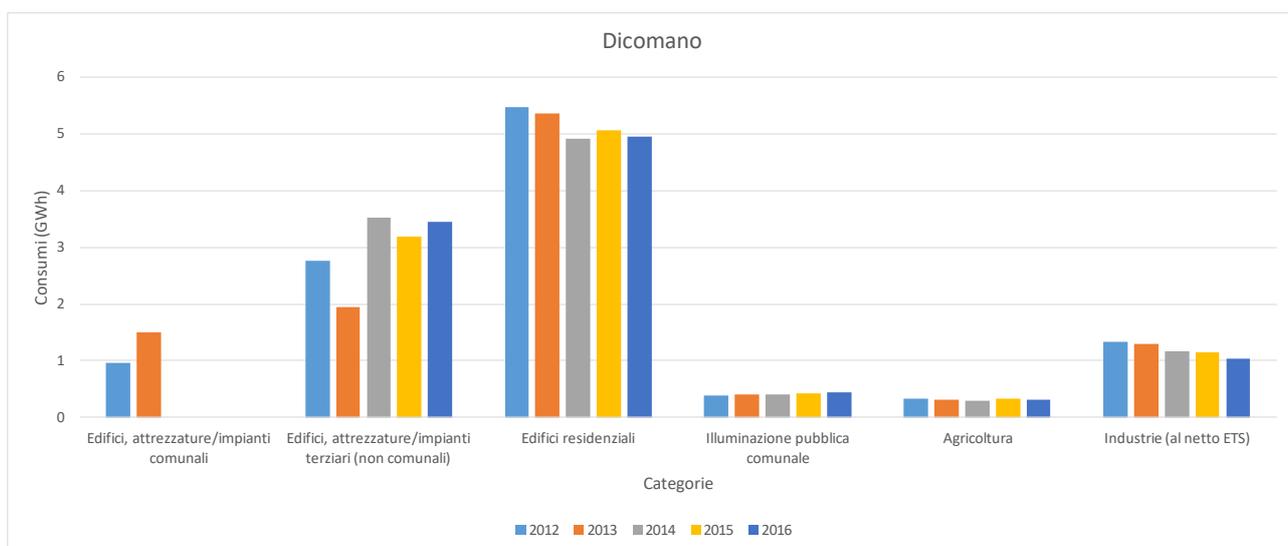


Grafico 7.3. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

| FIRENZUOLA | | Consumi (GWh) | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| Categoria | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | |
| Edifici, attrezzature/impianti comunali | 0,651102 | 1,204182 | 0 | 0 | 0 | |
| Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali) | 4,604737 | 3,907747 | 5,095187 | 5,121588 | 5,461276 | |
| Edifici residenziali | 5,843251 | 5,697621 | 5,411555 | 5,434665 | 5,369254 | |
| Illuminazione pubblica comunale | 1,02918 | 0,926818 | 0,925898 | 0,930069 | 0,895197 | |
| Agricoltura | 0,378018 | 0,321629 | 0,314453 | 0,293362 | 0,278897 | |
| Industrie (al netto ETS) | 7,060333 | 5,670749 | 5,024572 | 4,937442 | 4,172145 | |
| Totale | 19,56662 | 17,72875 | 16,77167 | 16,71713 | 16,17677 | |

Tabella 7.4. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

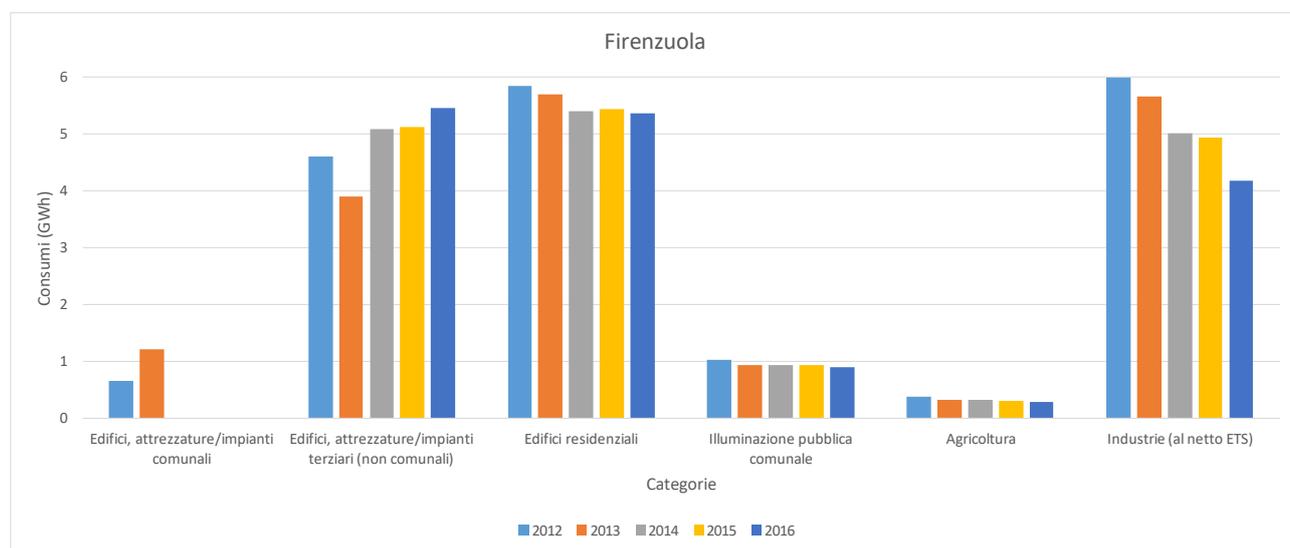


Grafico 7.4. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

| MARRADI | | Consumi (GWh) | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| Categoria | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | |
| Edifici, attrezzature/impianti comunali | 0,22065 | 0,410403 | 0 | 0 | 0 | |
| Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali) | 3,243619 | 3,064446 | 3,522144 | 3,532446 | 3,388962 | |
| Edifici residenziali | 3,598511 | 3,518218 | 3,314737 | 3,34349 | 3,288666 | |
| Illuminazione pubblica comunale | 0,468732 | 0,462903 | 0,475156 | 0,470492 | 0,486432 | |
| Agricoltura | 0,096163 | 0,092286 | 0,090662 | 0,16016 | 0,170545 | |
| Industrie (al netto ETS) | 1,930776 | 1,891336 | 1,702874 | 1,758286 | 1,808878 | |
| Totale | 9,558451 | 9,439592 | 9,105573 | 9,264874 | 9,143483 | |

Tabella 7.5. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

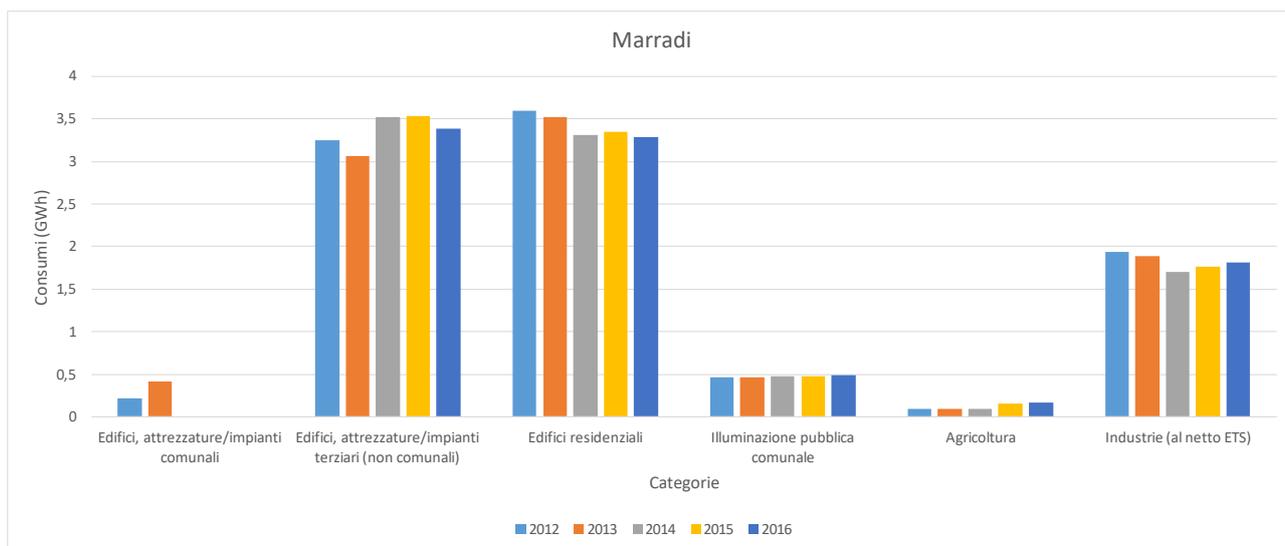


Grafico 7.5. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

| PALAZZUOLO SUL SENIO | Consumi (GWh) | | | | |
|--|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Categoria | | | | | |
| Edifici, attrezzature/impianti comunali | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali) | 1,151348 | 1,103212 | 1,087906 | 1,056239 | 1,06047 |
| Edifici residenziali | 1,374587 | 1,392397 | 1,260825 | 1,25809 | 1,219318 |
| Illuminazione pubblica comunale | 0,1677 | 0,165542 | 0,170203 | 0,163076 | 0,165534 |
| Agricoltura | 0,327385 | 0,360608 | 0,329108 | 0,334144 | 0,32931 |
| Industrie (al netto ETS) | 1,02329 | 1,066252 | 1,081696 | 1,184342 | 1,260263 |
| Totale | 4,04431 | 4,088011 | 3,929738 | 3,995891 | 4,034895 |

Tabella 7.6. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

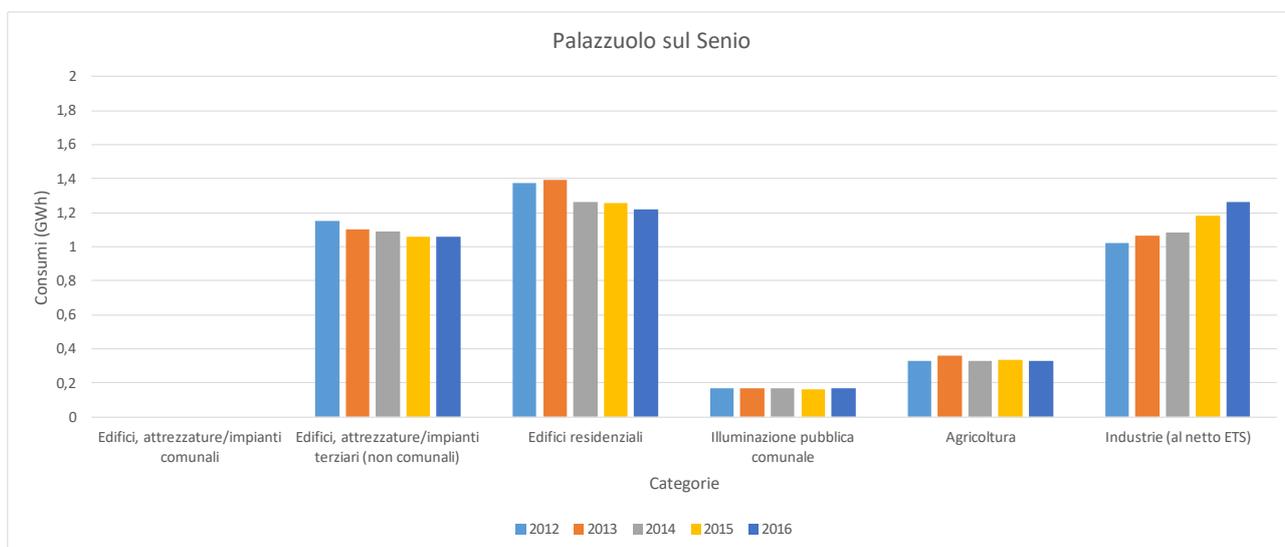


Grafico 7.6. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

| SCARPERIA E SAN PIERO | Consumi (GWh) | | | | |
|--|---------------|----------|-----------------|----------------|----------------|
| Categoria | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Edifici, attrezzature/impianti comunali | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali) | 0 | 0 | 11,06807 | 21,85086 | 22,7751 |
| Edifici residenziali | 0 | 0 | 4,988155 | 11,52032 | 11,48078 |
| Illuminazione pubblica comunale | 0 | 0 | 0,608394 | 1,247495 | 1,24759 |
| Agricoltura | 0 | 0 | 0,257329 | 0,586968 | 0,582833 |
| Industrie (al netto ETS) | 0 | 0 | 19,91983 | 43,29625 | 42,828 |
| Totale | 0 | 0 | 36,84177 | 78,5019 | 78,9143 |

Tabella 7.7. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

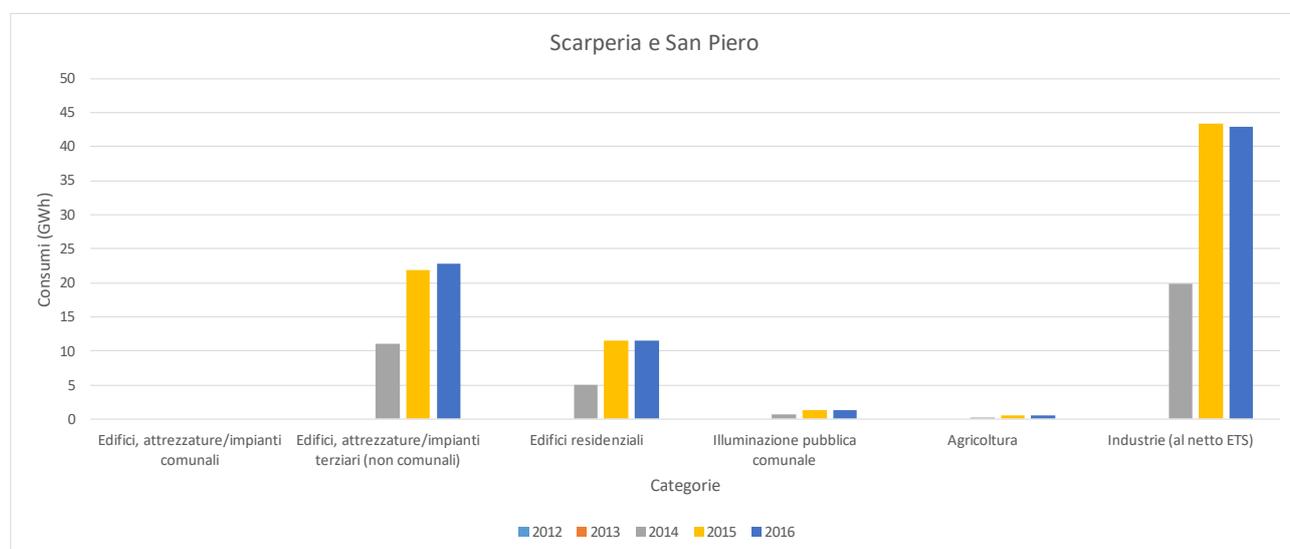


Grafico 7.7. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

| VICCHIO | Consumi (GWh) | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Categoria | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Edifici, attrezzature/impianti comunali | 0,603555 | 1,023219 | 0 | 0 | 0 |
| Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali) | 4,021085 | 3,907334 | 5,197882 | 4,832443 | 5,198168 |
| Edifici residenziali | 8,967562 | 8,910661 | 8,254303 | 8,44544 | 8,46999 |
| Illuminazione pubblica comunale | 0,513876 | 0,517984 | 0,523133 | 0,540887 | 0,528157 |
| Agricoltura | 4,032328 | 3,984223 | 3,874304 | 3,854118 | 3,764006 |
| Industrie (al netto ETS) | 9,17396 | 9,583321 | 8,66982 | 8,402547 | 8,083714 |
| Totale | 27,31237 | 27,92674 | 26,51944 | 26,07544 | 26,04404 |

Tabella 7.8. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

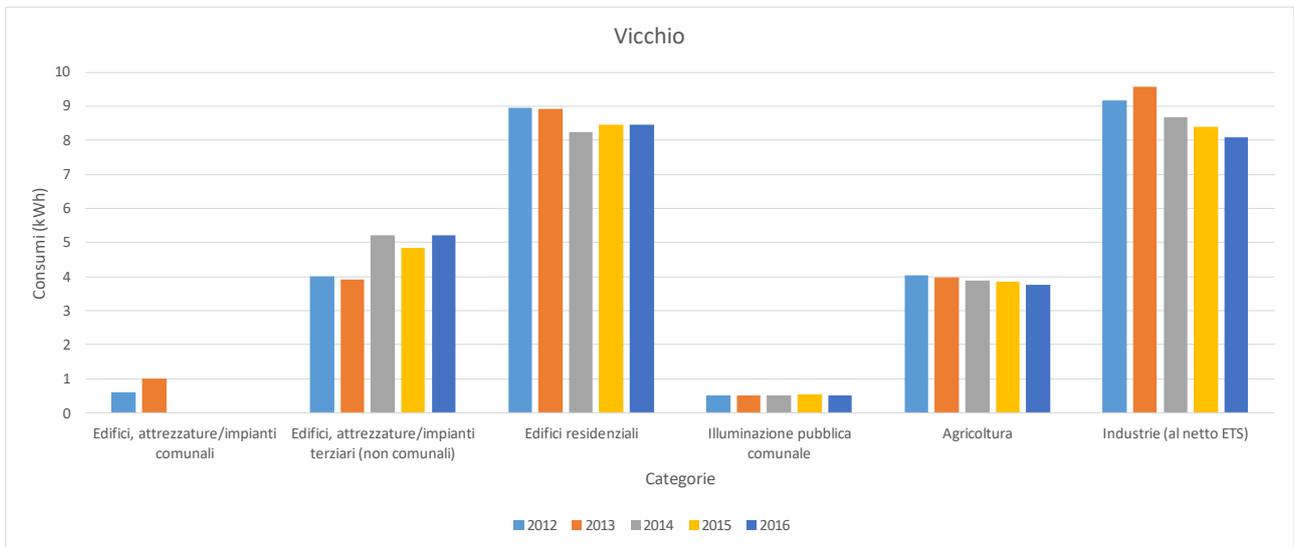


Grafico 7.8. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

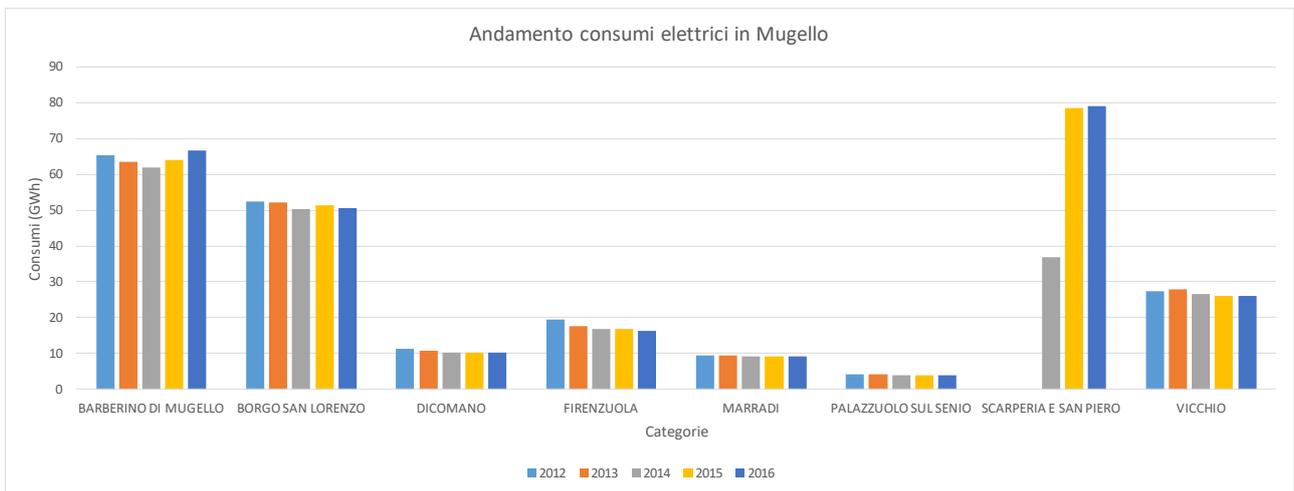


Grafico 7.9. Andamento dei consumi suddivisi per comune

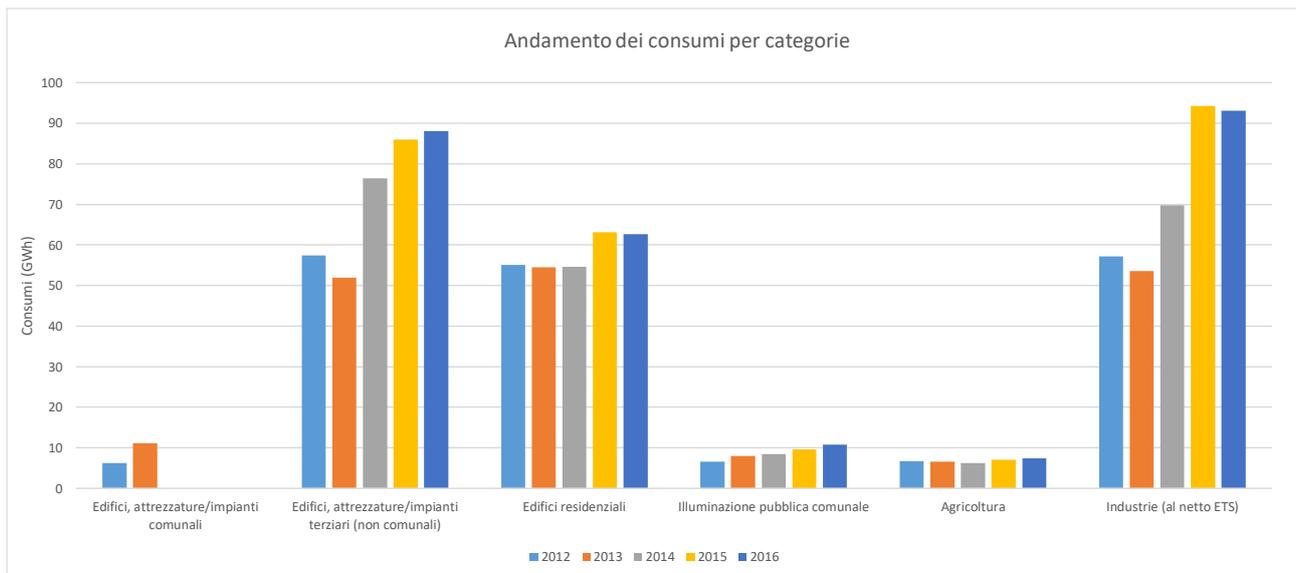


Grafico 7.10. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

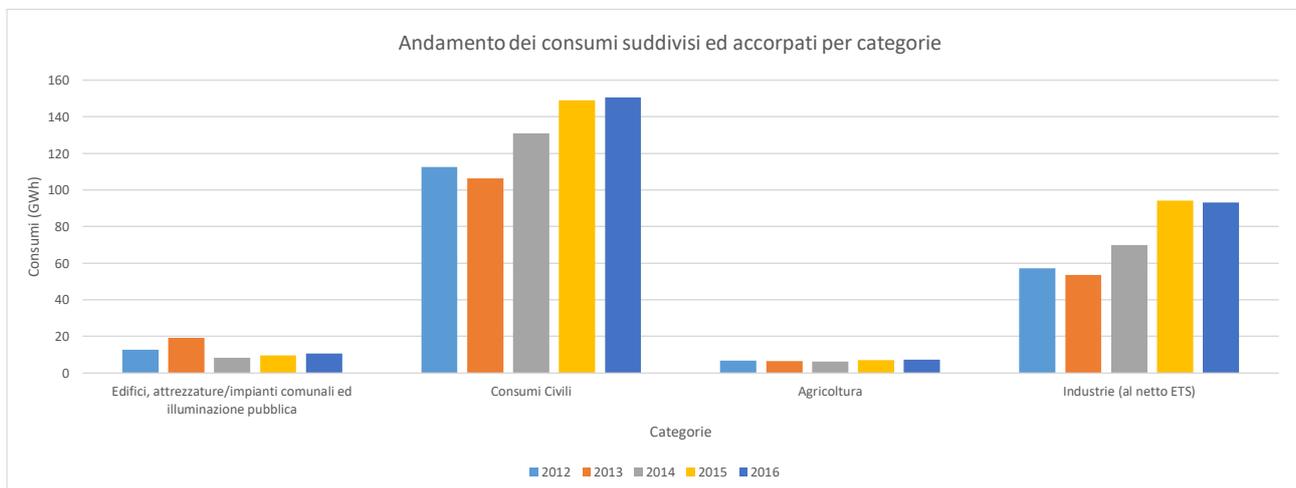


Grafico 7.11. Andamento dei consumi suddivisi per categoria

8. Mix energetico elettrico nazionale

La composizione del mix energetico iniziale nazionale dell'energia elettrica immessa in rete, relativo agli anni di produzione 2016 e 2017, è calcolato dal GSE⁷ come previsto dal decreto del Ministro dello sviluppo economico del 31 luglio 2009.

Per l'anno 2017 le Fonti Energetiche Rinnovabili pesano sul mix energetico nazionale per la produzione di energia elettrica immessa in rete con il 36,60%. La fetta più grande del mix è quella del gas naturale, con il 42,34%, seguito dalle rinnovabili al 36,6%, dal carbone al 13,75%, dal nucleare con il 3,68% e da prodotti petroliferi con lo 0,75% (altre fonti 2,88%).

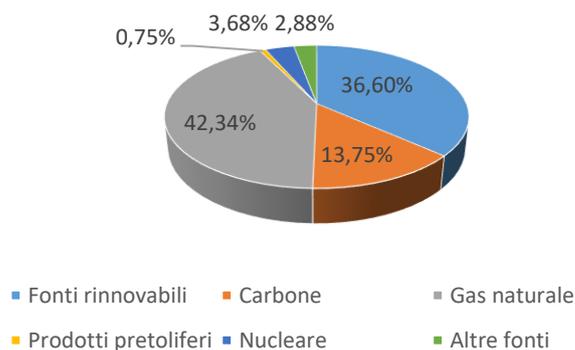


Figura 8.1. Mix energetico elettrico nazionale (GSE, 2017)

8.1 Mix energetico elettrico del Mugello

La produzione di energia elettrica rinnovabile in Mugello è molto variabile per ogni comune, si passa dal 2% del comune di Vicchio e Borgo San Lorenzo all'oltre 180% del Comune di Firenzuola che, evidentemente, è un "esportatore" di energia elettrica rinnovabile negli altri comuni del Mugello. Mediamente, per tutto il territorio del Mugello, il mix energetico, per la produzione di energia rinnovabile è suddiviso per il 78% da approvvigionamento dalla rete elettrica nazionale, mentre il 22% è prodotto localmente da fonti energetiche locali e rinnovabili. In Mugello viene prodotta meno energia rinnovabile rispetto al mix energetico nazionale.

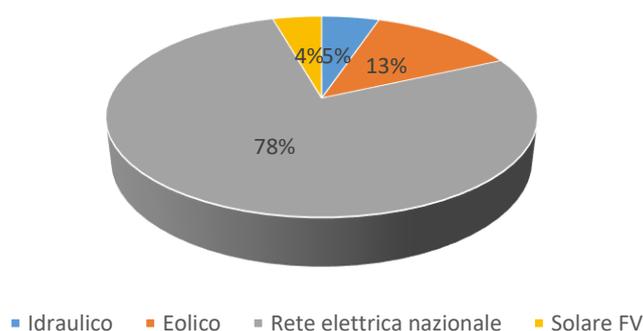
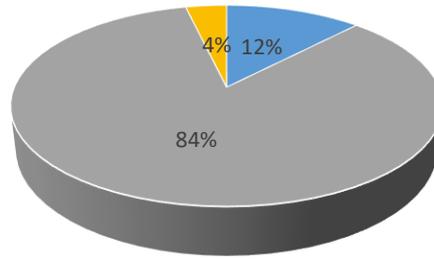


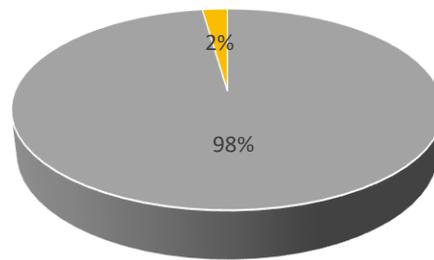
Figura 8.2. Mix energetico elettrico nel Mugello

⁷ <https://www.gse.it/servizi-per-te/fuel-mix-determinazione-del-mix-energetico-per-gli-anni-2016-2017>



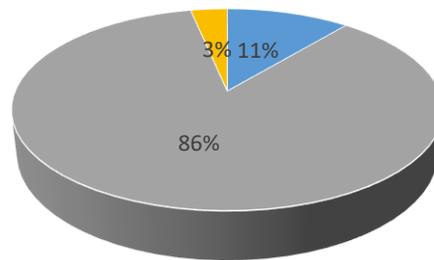
■ Idraulico ■ Eolico ■ Rete elettrica nazionale ■ Solare FV

Figura 8.3. Mix energetico elettrico di Barberino del Mugello



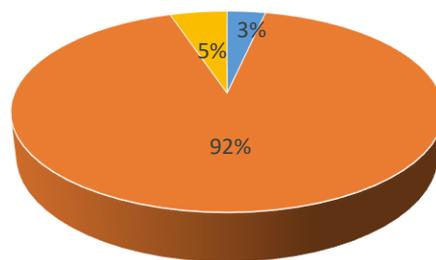
■ Idraulico ■ Eolico ■ Rete elettrica nazionale ■ Solare FV

Figura 8.4. Mix energetico elettrico di Borgo San Lorenzo



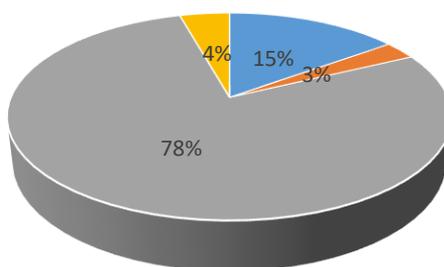
■ Idraulico ■ Eolico ■ Rete elettrica nazionale ■ Solare FV

Figura 8.5. Mix energetico elettrico di Dicomano



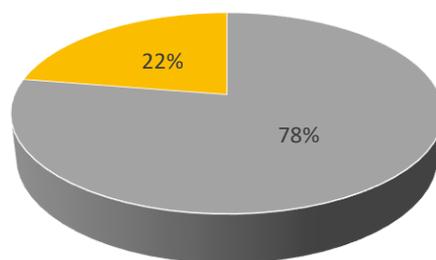
■ Idraulico ■ Eolico ■ Rete elettrica nazionale ■ Solare FV

Figura 8.6. Mix energetico elettrico di Firenzuola⁸



■ Idraulico ■ Eolico ■ Rete elettrica nazionale ■ Solare FV

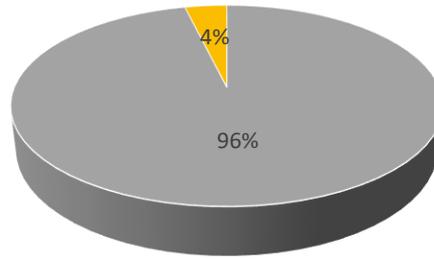
Figura 8.7. Mix energetico elettrico di Marradi



■ Idraulico ■ Eolico ■ Rete elettrica nazionale ■ Solare FV

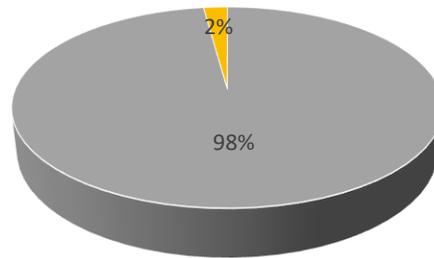
Figura 8.8. Mix energetico elettrico di Palazzuolo Sul Senio

⁸ Il mix energetico di Firenzuola è stimato. Firenzuola, infatti, produce dalle rinnovabili ben oltre il proprio fabbisogno. Produce il 6% del suo consumo con energia idroelettrica, il 9% da solare fotovoltaico e il 165% da fonte eolica.



■ Idraulico ■ Eolico ■ Rete elettrica nazionale ■ Solare FV

Figura 8.9. Mix energetico elettrico di Scarperia San Piero



■ Idraulico ■ Eolico ■ Rete elettrica nazionale ■ Solare FV

Figura 8.10. Mix energetico elettrico di Vicchio

9. Gli impianti di produzione di energia elettrica

Sul territorio del Mugello sono presenti diversi impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile, in particolare sono installati oltre 28 MW di potenza elettrica (tab. 9.1) capaci di generare 53,74 GWh/anno di energia elettrica per un risparmio complessivo di 17.742 t/anno di anidride carbonica che altrimenti sarebbe stata immessa in atmosfera.

Il comune che possiede un rapporto kW di potenza installato da fonte rinnovabile per ogni abitante è Firenzuola, che grazie all'impianto eolico di Monte Carpinaccio, ha oltre 3,3 kW di potenza installata ogni abitante (tab. 9.1).

Inoltre sono presenti degli impianti di produzione energetica da fonti non rinnovabili per una potenza complessiva di 1055,2 kW (tab. 9.2). Si tratta di piccoli impianti di cogenerazione che impiegano l'energia prodotta direttamente nei processi industriali.

| Comune | Pot. nom. (kW) | kW/ab |
|-----------------------|------------------|--------------|
| Barberino di Mugello | 5.323,96 | 0,503 |
| Borgo San Lorenzo | 1.199,41 | 0,066 |
| Dicomano | 724,33 | 0,128 |
| Firenzuola | 16.367,61 | 3,336 |
| Marradi | 914,13 | 0,272 |
| Palazzuolo sul Senio | 770,46 | 0,613 |
| Scarperia San Piero | 2.269,71 | 0,184 |
| Vicchio | 486,17 | 0,060 |
| Totale Mugello | 28.055,78 | 0,436 |

Tabella 9.1. Potenza installata da Fonte Energetica Rinnovabile in Mugello
(dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

| Comune | Pot. nom. (kW) |
|-----------------------|----------------|
| BARBERINO DI MUGELLO | 836,00 |
| BORG SAN LORENZO | 19,20 |
| SCARPERIA E SAN PIERO | 200,00 |

Tabella 9.2. Potenza installata da Fonte Energetica non rinnovabile in Mugello
(dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

La produzione di energia elettrica rinnovabile in Mugello è molto variabile per ogni comune, si passa dal 2% del comune di Vicchio e Borgo San Lorenzo all'oltre 180% del Comune di Firenzuola che, evidentemente, è un "esportatore" di energia elettrica rinnovabile negli altri comuni del Mugello. Mediamente, per tutto il territorio del Mugello, il mix energetico, per la produzione di energia rinnovabile è suddiviso per il 78% da approvvigionamento dalla rete elettrica nazionale, mentre il 22% è prodotto localmente da fonti energetiche locali e rinnovabili.

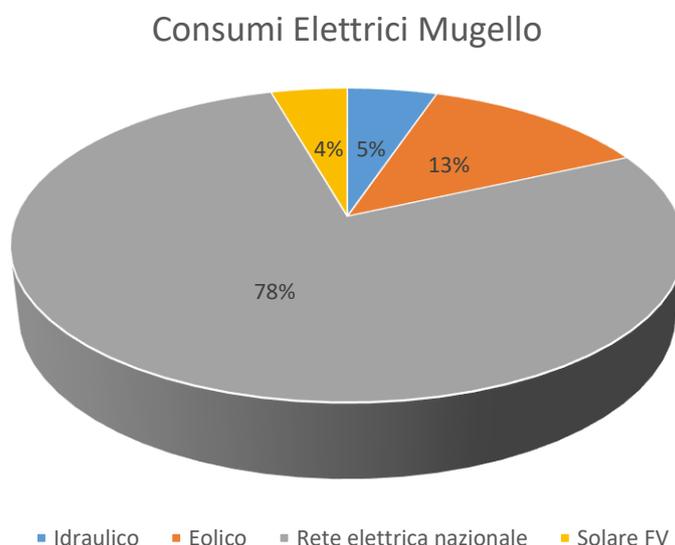


Figura 9.1. Mix energetico elettrico nel Mugello

La produzione di energia elettrica rinnovabile in Mugello è molto variabile per ogni comune, si passa dal 2% del comune di Vicchio e Borgo San Lorenzo all'oltre 180% del Comune di Firenzuola che, evidentemente, è un "esportatore" di energia elettrica rinnovabile negli altri comuni del Mugello.

9.1 Fotovoltaico

Gli impianti fotovoltaici sono diffusi in Mugello fino ad arrivare alla quota di oltre 8,3 MW di picco installati (tab. 3). I comuni con la potenza installata maggiore con oltre 2 MWp sono Barberino e Scarperia San Piero. Il numero degli impianti è pari a 1109 di cui il 20% è relativo ad impianti domestici o comunque di potenza inferiore o uguale a 3 kWp (Grafico 9.1). Gli impianti fotovoltaici si suddividono, per potenza installata, in modo piuttosto omogeneo fino a 200 kW (tabella 9.4). Oltre quella soglia sono presenti esclusivamente 8 impianti. La produzione di energia media annua degli impianti fotovoltaici presenti sul territorio è di circa 9.740 MWh/anno, che permettono di evitare in atmosfera circa 3.220 t di CO₂eq⁹.

⁹ In relazione al fattore di conversione pari a 0,3306 t CO₂eq/MWh – ISPRA 2016.

| Comune | Potenza installata (kW) |
|-----------------------|-------------------------|
| Barberino di Mugello | 2007,96 |
| Borgo San Lorenzo | 982,21 |
| Dicomano | 295,33 |
| Firenzuola | 1368,61 |
| Marradi | 344,13 |
| Palazzuolo sul Senio | 770,46 |
| Scarperia e San Piero | 2069,71 |
| Vicchio | 486,17 |
| Totale Mugello | 8324,58 |

Tabella 9.3. Impianti fotovoltaici presenti in Mugello (dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

| Potenza Impianti kW | Numero di impianti |
|------------------------|--------------------|
| $P \leq 3$ | 214 |
| $3 < P \leq 10$ | 149 |
| $10 < P \leq 20$ | 276 |
| $20 < P \leq 60$ | 169 |
| $60 < P \leq 200$ | 293 |
| $P > 201$ | 8 |
| Totale impianti | 1.109 |

Tabella 9.4. Impianti fotovoltaici presenti in Mugello suddivisi per potenza di picco installata (dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

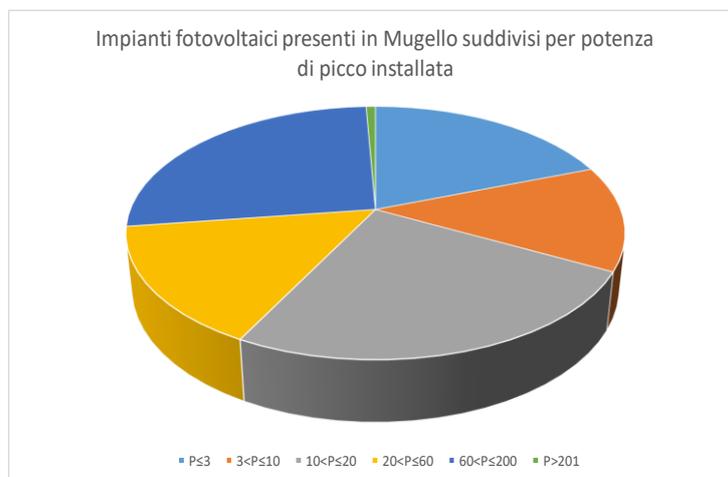


Grafico 9.1. Impianti fotovoltaici presenti in Mugello suddivisi per potenza di picco installata (dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

9.2 Impianti a biomassa e biogas (non esclusivamente termici)

Sul territorio del Mugello sono presenti alcuni impianti alimentati a biomasse per la produzione di energia elettrica: in particolare sono presenti due impianti a biogas, uno nel comune di Borgo San Lorenzo ed uno nel comune di Firenzuola (tab. 9.5).

Altri due impianti sono alimentati a biomasse solide come nei comuni di Dicomano e Firenzuola nella frazione di Covigliaio.

| Fonte | Comune | Pot. nom. (kW) |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| Biogas | Borgo San Lorenzo | 198,00 |
| Biogas | Firenzuola | 709,00 |
| Biomasse solide | Dicomano | 60,00 |
| Biomasse solide | Firenzuola | 100,00 |
| Totale Mugello | | 1.067,00 |

Tabella 9.5. Impianti a biomassa e biogas presenti in Mugello (dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

9.3 Impianti eolici

Gli impianti di produzione energetica da fonte eolica in Mugello sono in totale 8. Tutti gli impianti si localizzano nei comuni di Firenzuola e Marradi. Si tratta di impianti con potenze contenute tra i 3 ed i 120 kW ad eccezione dell'impianto eolico del Monte Carpinaccio situato nel comune di Firenzuola (tab. 9.6). In questo caso si tratta di un impianto composto da 17 turbine eoliche che complessivamente realizzano 13,6 MW di potenza installata. L'impianto produce mediamente circa 28 GWh di energia elettrica ogni anno e permette di evitare l'immissione in atmosfera oltre 9.200 t/anno di anidride carbonica.

Complessivamente l'energia prodotta dagli impianti eolici è di circa 29 GWh, mentre la riduzione delle emissioni di CO₂ è pari a 9.500 t/anno.

| Comune | Pot. nom. (kW) |
|-----------------------|------------------|
| Firenzuola | 55,00 |
| Firenzuola | 55,00 |
| Firenzuola | 118,00 |
| Firenzuola | 120,00 |
| Firenzuola | 13.600,00 |
| Marradi | 3,00 |
| Marradi | 7,00 |
| Marradi | 118,00 |
| Totale Mugello | 14.076,00 |

Tabella 9.6. Impianti eolici presenti in Mugello (dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

9.4 Impianti idroelettrici

Gli impianti idroelettrici presenti in Mugello sono 7 per una potenza elettrica installata complessiva di 3.600 kW (tab. 9.7). Purtroppo non sono presenti i dati di produzione di energia elettrica, ma possono essere stimati circa 11 GWh/anno. L'energia rinnovabile prodotta da fonte idraulica consente di evitare l'immissione in atmosfera di 3.700 t di CO₂.

| Comune | Pot. nom. (kW) |
|-----------------------|-----------------|
| BARBERINO DI MUGELLO | 2480,00 |
| DICOMANO | 369,00 |
| FIRENZUOLA | 60,00 |
| FIRENZUOLA | 70,00 |
| FIRENZUOLA | 212,00 |
| MARRADI | 189,00 |
| MARRADI | 253,00 |
| Totale Mugello | 3.633,00 |

Tabella 9.7. Impianti idroelettrici presenti in Mugello (dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

10. Gli impianti di produzione di energia termica

Oltre alle fonti energetiche rinnovabili per la produzione di energia elettrica sono presenti impianti per la produzione di energia termica da fonte rinnovabile. In particolare sono presenti impianti solari termici ed impianti alimentati a biomasse legnose.

10.5 Impianti solari termici

Gli impianti solari termici, secondo i dati del GSE aggiornati all'Aprile 2018, sono presenti nei comuni di Barberino, Borgo San Lorenzo, Dicomano, Palazzuolo sul Senio e Vicchio. Si tenga conto che si tratta di un dato per difetto poiché saranno presenti sul territorio altri impianti realizzati prima dell'avvento del sistema incentivante denominato conto termico (DM 28 dicembre 2012) e quindi prima della realizzazione del database del GSE. Tali impianti consentono la produzione di energia termica pari a circa 64,8 MWh termici¹⁰ per un risparmio complessivo di circa 18 t di anidride carbonica¹¹.

| Comune | Superficie Solare Lorda (mq.) |
|-----------------------|-------------------------------|
| Barberino Di Mugello | 29,61 |
| Borgo San Lorenzo | 29,27 |
| Dicomano | 8,28 |
| Palazzuolo sul Senio | 8,01 |
| Vicchio | 2,03 |
| Totale Mugello | 77,2 |

Tabella 10.8. Superficie installata di impianti Solare Termici (dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

10.6 Impianti alimentati a biomasse legnose

Le biomasse vengono impiegate in Mugello per la produzione di energia termica sia in impianti privati che in impianti di teleriscaldamento. Nella tabella 10.9 è riportata la potenza cumulata per comune (escluso gli impianti di teleriscaldamento). Anche in questo caso vale quanto già affermato per il Solare Termico: evidentemente gli impianti presenti sono molti di più ma non sono stati censiti dal database GSE poiché antecedenti al sistema di incentivazione del Conto Termico.

¹⁰ Stime di produzione Fire Italia (<http://www.fire-italia.it>)

¹¹ Secondo il mix energetico presente sul territorio

| Comune | Pot. nom. (kW) |
|-----------------------------|----------------|
| Barberino Di Mugello | 23,7 |
| Borgo San Lorenzo | 249,61 |
| Firenzuola | 94,84 |
| Marradi | 30 |
| Vicchio | 101,1 |
| Totale Mugello | 499,25 |

Tabella 10.9. Impianti di produzione termica da biomasse (dati GSE - aggiornati ad Aprile 2108)

Gli impianti di teleriscaldamento presenti sul territorio sono due: un piccolo impianto a Borgo San Lorenzo a servizio di 2 utenze pubbliche e un impianto nel comune di Vicchio a servizio di 12 utenze pubbliche. Gli impianti utilizzano cippato di legno vergine per una quantità complessiva di circa 400 t/anno.

L'impianto in funzione nel comune di Vicchio ha una potenza installata di 750 kWt e produce circa 1000 MWh di energia all'anno per una riduzione di 284 t/anno di CO₂.

11. Consumi di energia termici

Per quantificare i consumi di energia termica è necessario identificare il mix energetico utilizzato a livello territoriale. La ricostruzione del mix energetico ha tenuto conto delle indagini preliminari di altri piani sovraordinati, quali il Piano Energetico Ambientale Regionale ed il Piano Energetico Ambientale della provincia di Firenze, nonché da una nuova campagna di recupero dati in relazione ai diversi vettori energetici. In particolare, per quanto riguarda le aree metanizzate, sono stati aggiornati i dati di consumi di Gas metano suddivisi per comune e per categoria di uso. Per completare il quadro anche nelle aree non servite dalla rete del metano, sono state realizzate delle elaborazioni di aggiornamento sulla base dati dei piani energetici sovraordinati in merito ai consumi di GPL e gasolio; mentre per quanto riguarda i consumi di biomasse è stato necessario il riferimento all'indagine ISTAT sui consumi energetici. Questa analisi si è concentrata in particolar modo al consumo energetico relativo alla climatizzazione delle abitazioni residenziali.

L'ISTAT ha eseguito un'indagine finalizzata a ricostruire i consumi energetici delle famiglie italiane. L'indagine è stata eseguita per la prima volta nel 2013, strutturando l'indagine a livello regionale sulla base di un campione di 20.000 famiglie. Su base nazionale ISTAT ha stimato che, per quanto riguarda la fonte di alimentazione dell'impianto, la principale resta il metano (71% circa) prevalente negli impianti centralizzati e in quelli autonomi, ma la seconda fonte è costituita dalle biomasse (diffuse fra gli apparecchi singoli fissi). Seguono il GPL e l'energia elettrica che si contendono soprattutto il mercato degli apparecchi singoli portatili (Grafico 11.1).

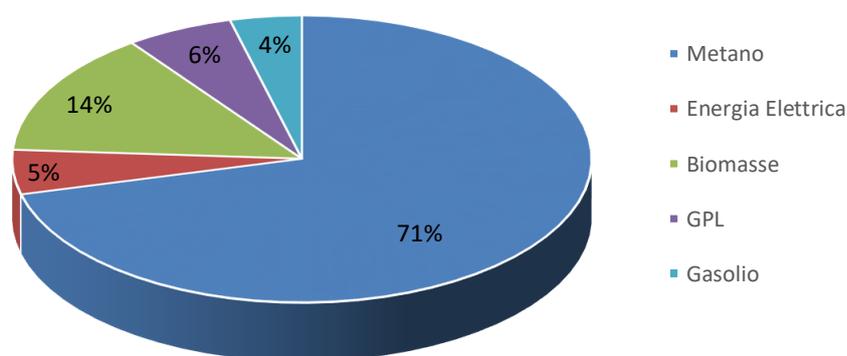


Grafico 11.1. Tipologia di combustibile utilizzato per i sistemi di riscaldamento nel settore residenziale. Italia 2013 (in percentuale)

Per quanto riguarda il territorio regionale toscano, i dati dell'indagine ISTAT mostrano chiaramente che gran parte delle famiglie toscane sono raggiunte dalla rete del metano e pertanto utilizzano proprio il metano come combustibile per il riscaldamento degli edifici (Tabella 11.1, Grafico 11.2).

| Riscaldamento abitazione | | | | | | |
|--------------------------|--------|-------------------|----------|-----|---------|--------|
| | Metano | Energia elettrica | Biomasse | GPL | Gasolio | Totale |
| Toscana | 78,3 | 1,6 | 12,7 | 3,2 | 4,2 | 100,0 |

Tabella 11.1. – Percentuale di famiglie per fonte di alimentazione dell'impianto unico o prevalente di riscaldamento dell'abitazione in regione Toscana.

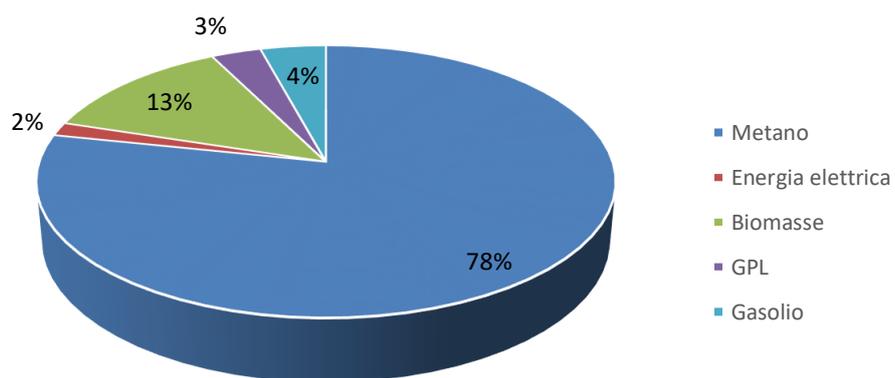


Grafico 11.2. Tipologia di combustibile utilizzato per i sistemi di riscaldamento nel settore residenziale. Regione Toscana 2013 (in percentuale)

12.1 Consumi di metano

La ricostruzione dei consumi di metano suddivisi per categoria d'uso sono stati ricostruiti in relazione ai dati dichiarati dalle aziende di gestione della distribuzione del gas per l'annualità 2017. I gestori contattati sono stati: Toscana Energia (per i comuni di Barberino, Borgo San Lorenzo, Dicomano, Scarperia San Piero, Vicchio), In Rete Distribuzione Energia del gruppo Hera (per i comuni di Firenzuola e Palazzuolo sul Senio) e 2i Rete Gas (per il comune di Marradi)¹².

I consumi di metano in Mugello sono riconducibili principalmente a due macrosettori: il consumo domestico per il riscaldamento, la cottura di cibi e la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) che insieme rappresentano il 60% dei consumi; il consumo del settore artigianale/produttivo che rappresenta circa l'altro 40% del complessivo. Si tenga conto che il 5% di questa voce di consumo è relativa al solo uso produttivo in processi industriali.

| Cat. Uso | Descrizione Categoria uso | Mugello | Barberino di Mugello | Borgo San Lorenzo | Dicomano | Vicchio | Scarperia e San Piero | Firenzuola | Palazzuolo sul Senio |
|----------|--|---------------|----------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------------------|------------|----------------------|
| C1 | Riscaldamento | 4.406.023,85 | 830.269,41 | 1.629.667,01 | 237.101,31 | 227.116,19 | 906.848,93 | 443.736,00 | 131.285,00 |
| C2 | Uso cottura cibi e/o produzione di ACS | 1.327.888,26 | 241.795,72 | 390.481,60 | 115.507,44 | 117.319,13 | 293.045,37 | 117.535,00 | 52.204,00 |
| C3 | Riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di ACS | 16.558.755,62 | 3.316.745,47 | 5.106.131,35 | 1.528.831,22 | 1.689.018,06 | 3.665.481,52 | 890.474,00 | 362.074,00 |
| C4 | Uso condizionamento | 13.803,29 | 1.391,30 | 10.398,81 | 703,00 | 1.226,95 | 83,23 | | |
| C5 | Uso condizionamento + riscaldamento | 38.177,03 | 37.494,98 | | 276,19 | | 405,86 | | |
| T1 | Uso tecnologico (artigianale-industriale) | 2.176.204,38 | 450.591,51 | 94.123,49 | 3.823,60 | 1.452.189,55 | 175.363,23 | 113,00 | |
| T2 | Uso tecnologico + riscaldamento | 12.571.887,08 | 5.618.394,00 | 1.151.529,34 | 249.021,57 | | 5.387.595,17 | 158.294,00 | 7.053,00 |

Tab.12.2 Consumi di GAS Metano nei comuni del Mugello suddivisi per categorie di consumo

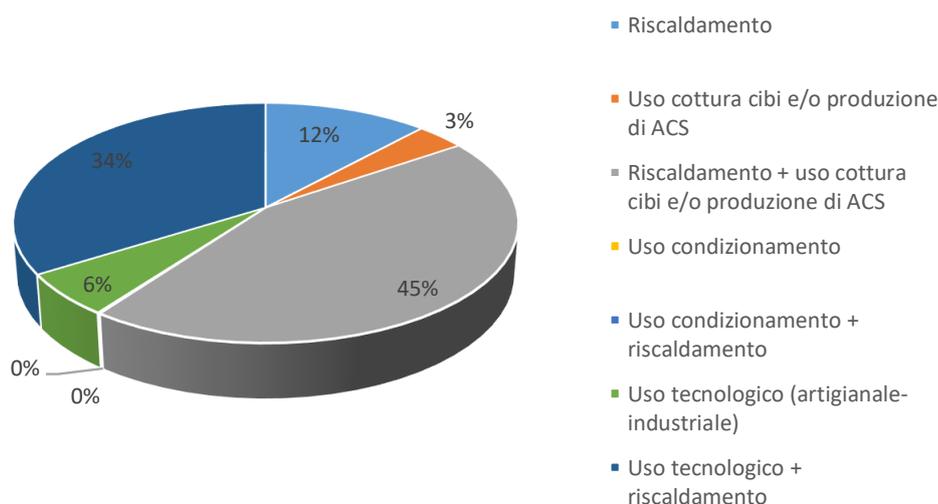


Grafico 12.3. Consumi di Gas Metano in Mugello suddivisi per categoria d'uso in Mugello

¹² L'azienda non ha comunicato i dati per il comune di Marradi

12.1.1 Barberino del Mugello

I consumi di metano del comune di Barberino sono rappresentati principalmente da consumi nel settore tecnologico/artigianale per oltre il 57%, di cui il 4% è relativo al solo uso produttivo in processi industriali. I consumi relativi al riscaldamento, alla produzione di acqua calda sanitaria, nonché alla cottura dei cibi, rappresentano il 41% circa dei consumi totali.

| Cat. Uso | Descrizione Categoria uso | Volumi gas Anno 2017 Smc |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------|
| C1 | Riscaldamento | 830.269,41 |
| C2 | Uso cottura cibi e/o produzione di | 241.795,72 |
| C3 | Riscaldamento + uso cottura cibi e/o | 3.316.745,47 |
| C4 | Uso condizionamento | 1.391,30 |
| C5 | Uso condizionamento + riscaldamento | 37.494,98 |
| T1 | Uso tecnologico (artigianale- | 450.591,51 |
| T2 | Uso tecnologico + riscaldamento | 5.618.394,00 |
| Totale | | 10.496.682,39 |

Tabella 12.3. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Barberino

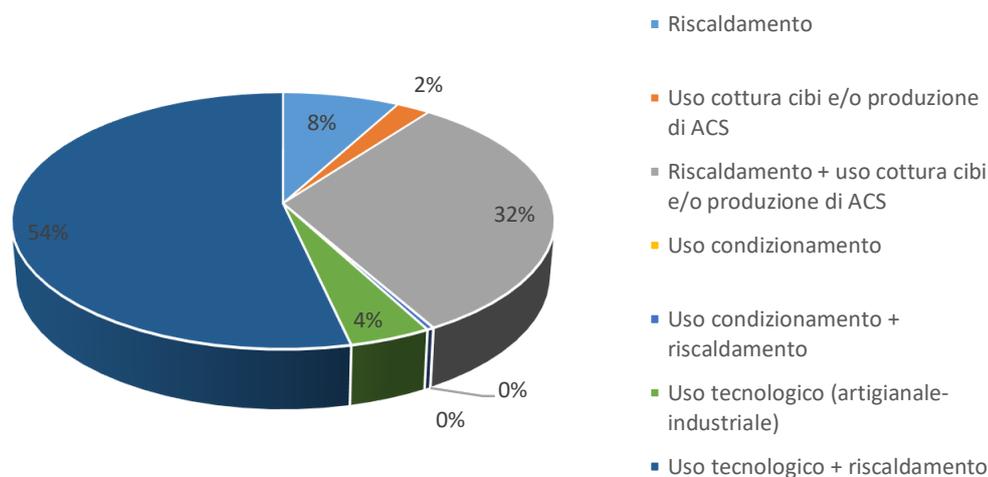


Grafico 12.4. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Barberino

12.1.2 Borgo San Lorenzo

Nel comune di Borgo San Lorenzo i consumi di metano sono riconducibili principalmente da consumi relativi al settore civile per oltre l'85%; mentre il settore tecnologico/artigianale rappresenta solo il 14% circa dei consumi complessivi.

| Cat. Uso | Descrizione Categoria uso | Volumi gas Anno 2017 Smc |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------|
| C1 | Riscaldamento | 1.629.667,01 |
| C2 | Uso cottura cibi e/o produzione di | 390.481,60 |
| C3 | Riscaldamento + uso cottura cibi e/o | 5.106.131,35 |
| C4 | Uso condizionamento | 10.398,81 |
| C5 | Uso condizionamento + riscaldamento | |
| T1 | Uso tecnologico (artigianale- | 94.123,49 |
| T2 | Uso tecnologico + riscaldamento | 1.151.529,34 |
| Totale | | 8.382.331,60 |

Tabella 12.4. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo Borgo San Lorenzo

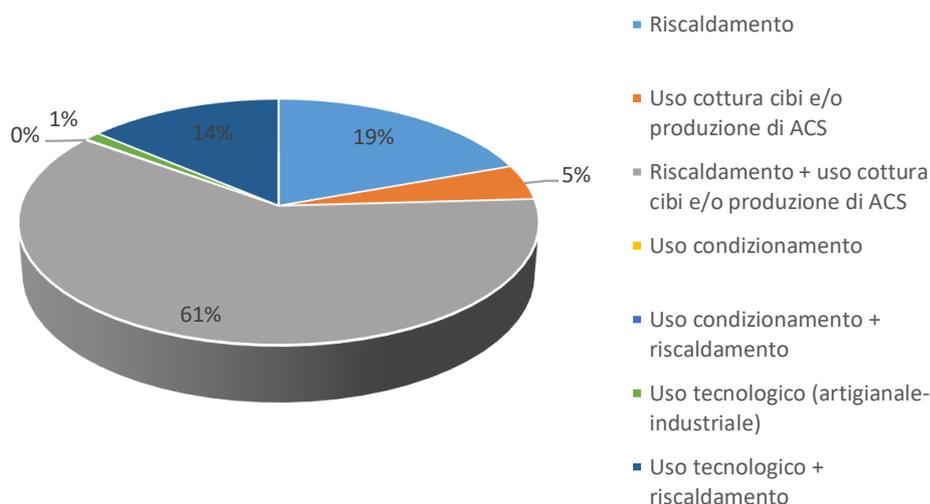


Grafico 12.5. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Borgo San Lorenzo

12.1.3 Dicomano

I consumi di metano del comune di Dicomano sono rappresentati principalmente da consumi nel settore civile per oltre l'88%; mentre i consumi tecnologico/artigianali sono il 12% circa.

| Cat. Uso | Descrizione Categoria uso | Volumi gas Anno 2017 Smc |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------|
| C1 | Riscaldamento | 237.101,31 |
| C2 | Uso cottura cibi e/o produzione di | 115.507,44 |
| C3 | Riscaldamento + uso cottura cibi e/o | 1.528.831,22 |
| C4 | Uso condizionamento | 703 |
| C5 | Uso condizionamento + riscaldamento | 276,19 |
| T1 | Uso tecnologico (artigianale- | 3.823,60 |
| T2 | Uso tecnologico + riscaldamento | 249.021,57 |
| Totale | | 2.135.264,33 |

Tabella 12.5. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Dicomano

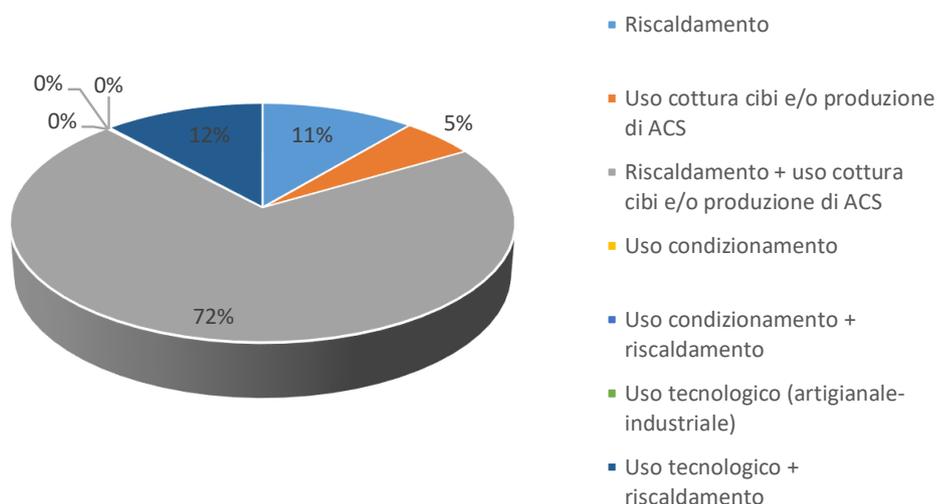


Grafico 12.6. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Dicomano

12.1.4 Vicchio

I consumi di metano del comune di Vicchio sono rappresentati principalmente da consumi nel settore tecnologico/artigianale per oltre il 41% (interamente relativi al solo uso produttivo in processi industriali); mentre i consumi relativi al riscaldamento, alla produzione di acqua calda sanitaria, nonché alla cottura dei cibi, rappresentano il 58% circa dei consumi totali.

| Cat. Uso | Descrizione Categoria uso | Volumi gas Anno 2017 Smc |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------|
| C1 | Riscaldamento | 227.116,19 |
| C2 | Uso cottura cibi e/o produzione di | 117.319,13 |
| C3 | Riscaldamento + uso cottura cibi e/o | 1.689.018,06 |
| C4 | Uso condizionamento | 1.226,95 |
| C5 | Uso condizionamento + riscaldamento | |
| T1 | Uso tecnologico (artigianale- | 1.452.189,55 |
| T2 | Uso tecnologico + riscaldamento | |
| Totale | | 3.486.869,88 |

Tabella 12.6. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Vicchio

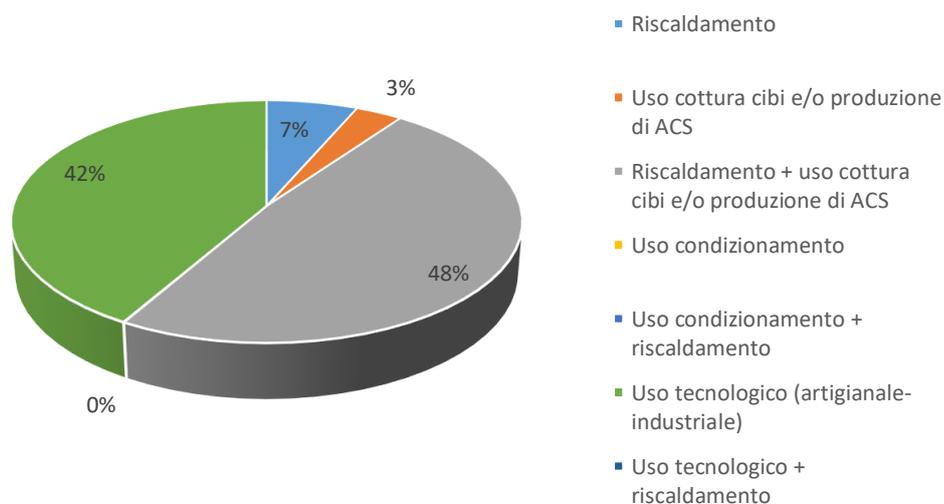


Grafico 12.7. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Vicchio

12.1.5 Scarperia San Piero

Nel comune di Scarperia San Piero i consumi di metano sono relativi principalmente al settore tecnologico/artigianale per oltre il 53%; mentre il settore civile rappresenta il 46% circa dei consumi totali.

| Cat. Uso | Descrizione Categoria uso | Volumi gas Anno 2017 Smc |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------|
| C1 | Riscaldamento | 906.848,93 |
| C2 | Uso cottura cibi e/o produzione di | 293.045,37 |
| C3 | Riscaldamento + uso cottura cibi e/o | 3.665.481,52 |
| C4 | Uso condizionamento | 83,23 |
| C5 | Uso condizionamento + riscaldamento | 405,86 |
| T1 | Uso tecnologico (artigianale- | 175.363,23 |
| T2 | Uso tecnologico + riscaldamento | 5.387.595,17 |
| Totale | | 10.428.823,31 |

Tabella 12.7. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Scarperia San Piero

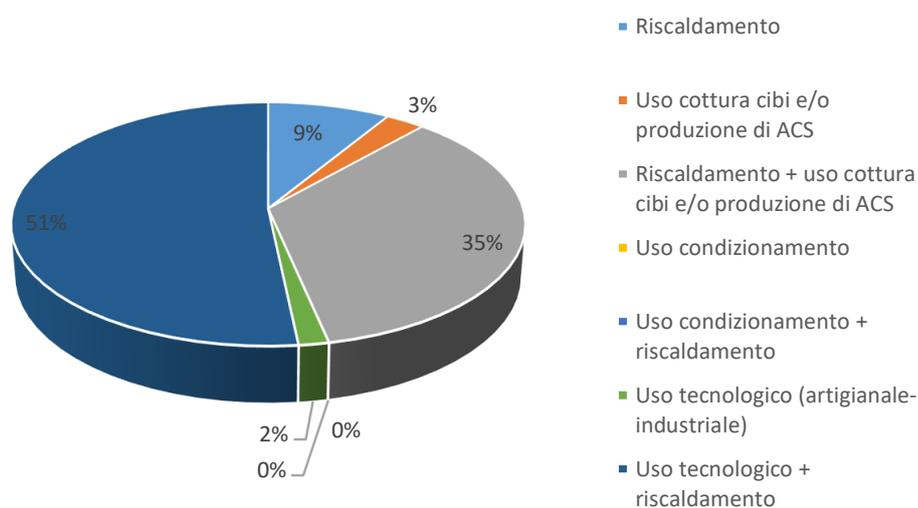


Grafico 12.8. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Scarperia San Piero

12.1.6 Firenzuola

Nel comune di Firenzuola i consumi di metano sono quasi esclusivamente riconducibili al settore civile per oltre il 90%; mentre il settore tecnologico/artigianale rappresenta solo il 10% circa dei consumi complessivi.

| Cat. Uso | Descrizione Categoria uso | Volumi gas Anno 2017 Smc |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------|
| C1 | Riscaldamento | 443.736,00 |
| C2 | Uso cottura cibi e/o produzione di | 117.535,00 |
| C3 | Riscaldamento + uso cottura cibi e/o | 890.474,00 |
| C4 | Uso condizionamento | |
| C5 | Uso condizionamento + riscaldamento | |
| T1 | Uso tecnologico (artigianale- | 113,00 |
| T2 | Uso tecnologico + riscaldamento | 158.294,00 |
| Totale | | 1.610.152,00 |

Tabella 12.8. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Firenzuola

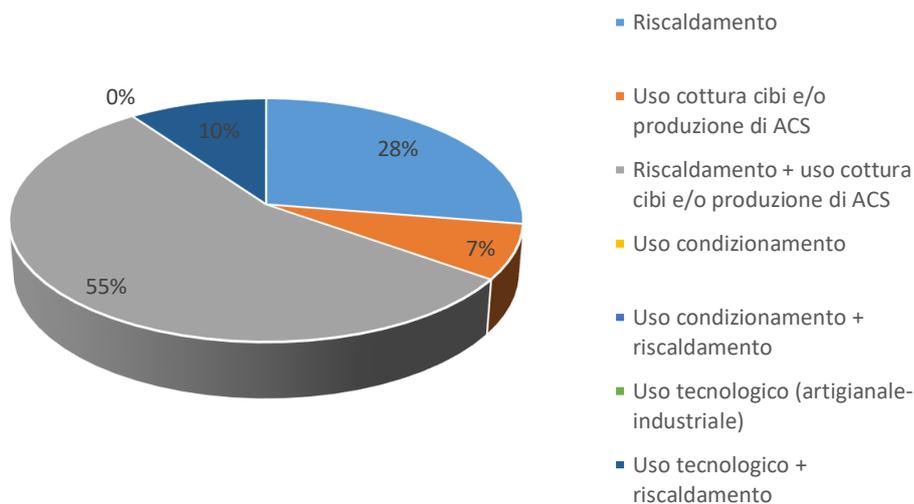


Grafico 12.9. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Firenzuola

12.1.7 Palazzuolo sul Senio

Così come precedentemente visto per il comune di Firenzuola, anche nel comune di Palazzuolo sul Senio i consumi di metano sono quasi esclusivamente riconducibili al settore civile per oltre il 99%; mentre il settore tecnologico/artigianale rappresenta poco più dell'1% circa dei consumi complessivi.

| Cat. Uso | Descrizione Categoria uso | Volumi gas Anno 2017 Smc |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------|
| C1 | Riscaldamento | 131.285,00 |
| C2 | Uso cottura cibi e/o produzione di | 52.204,00 |
| C3 | Riscaldamento + uso cottura cibi e/o | 362.074,00 |
| C4 | Uso condizionamento | |
| C5 | Uso condizionamento + riscaldamento | |
| T1 | Uso tecnologico (artigianale- | |
| T2 | Uso tecnologico + riscaldamento | 7.053,00 |
| Totale | | 552.616,00 |

Tabella 12.9. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Palazzuolo sul Senio

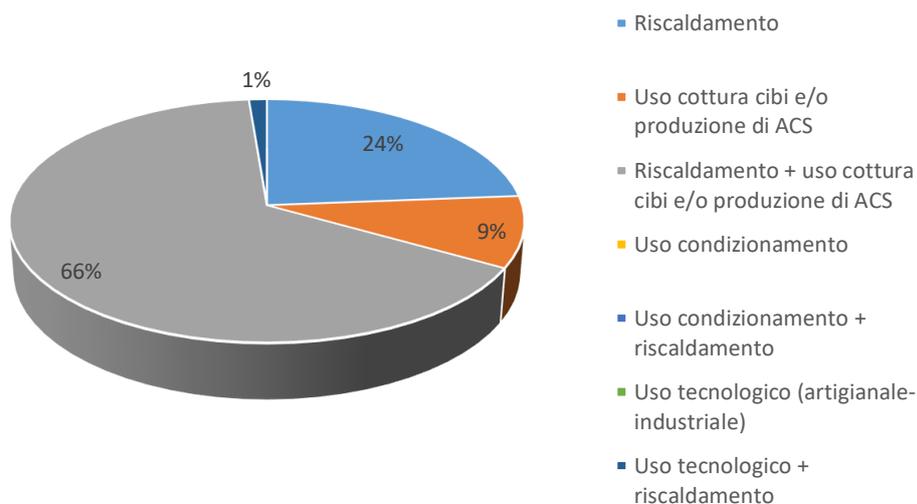


Grafico 12.10. Consumi di GAS Metano suddivisi per categorie di consumo nel comune di Palazzuolo sul Senio

12.2 Consumi di Gasolio per riscaldamento

Per la ricostruzione dei consumi di gasolio non è stato possibile aggiornare i dati, pertanto è stato necessario fare riferimento ai dati raccolti nel Piano Energetico Ambientale della Provincia di Firenze. Per i comuni di Marradi e Palazzuolo Sul Senio non sono noti i consumi; mentre per il comune di Vicchio emergono significativi consumi di gasolio con andamento pressoché costante negli anni di monitorati¹³.

| Gasolio riscaldamento | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Barberino del Mugello | 247.556,00 | 269.825,00 | 330.484,00 | 350.454,00 | 327.566,00 |
| Borgo San Lorenzo | 572.865,00 | 579.758,00 | 557.888,00 | 519.347,00 | 524.547,00 |
| Dicomano | 24.600,00 | | 57.600,00 | 74.800,00 | 71.600,00 |
| Firenzuola | 39.500,00 | 44.930,00 | 43.000,00 | 43.300,00 | 42.722,00 |
| Marradi | - | - | - | - | - |
| Palazzuolo sul Senio | - | - | - | - | - |
| Scarperia San Piero | 140.405,00 | 132.720,00 | 110.920,00 | 128.165,00 | 165.695,00 |
| Vicchio | 2.346.336,00 | 2.573.031,00 | 2.508.253,00 | 2.487.632,00 | 2.551.445,00 |

Tabella 12.10. Consumi di gasolio per riscaldamento espressi in litri suddiviso per anni e per comune (fonte PEAP)

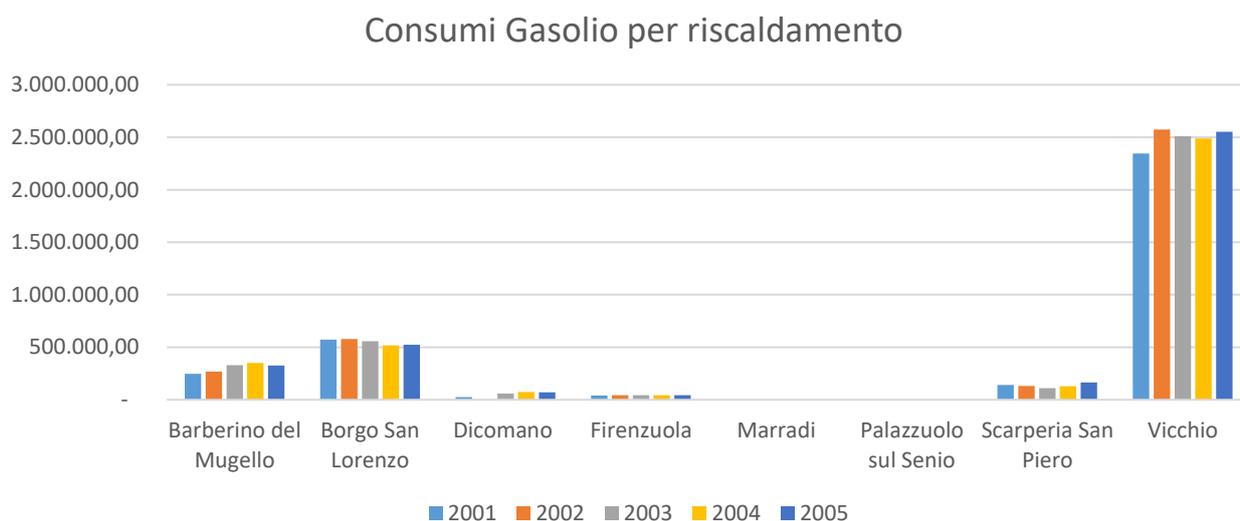


Grafico 12.11. Consumi di gasolio per riscaldamento espressi in litri suddiviso per anni e per comune (fonte PEAP)

¹³ Come verificato successivamente il comune di Vicchio ha oltre il 53% delle famiglie residenti in aree non raggiunte dalla rete del metano, pertanto questo dato può essere letto anche in quest'ottica (tabella 14).

12.3 Consumi di GPL per riscaldamento

Analogamente a quanto accennato per il gasolio, anche per quanto riguarda i consumi di GPL per riscaldamento non è stato possibile aggiornare i dati e sono stati presi a riferimento i dati raccolti nel Piano Energetico Ambientale della Provincia di Firenze. Per i comuni di Marradi e Palazzuolo Sul Senio non sono noti i consumi. Similmente a quanto osservato per il gasolio, il comune di Vicchio emerge un consumo di GPL abbastanza importante e pressoché costante negli anni di osservazione.

| GPL | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| Barberino del Mugello | 82.739,00 | 135.869,00 | 123.275,00 | 104.017,00 | 128.064,00 |
| Borgo San Lorenzo | 212.354,00 | 243.647,00 | 229.343,00 | 236.690,00 | 243.120,00 |
| Dicomano | 16.637,00 | 18.404,00 | 11.862,00 | 17.826,00 | 18.103,00 |
| Firenze | 3.700,00 | 6.800,00 | 6.965,00 | 13.768,00 | 10.477,00 |
| Marradi | - | - | - | - | - |
| Palazzuolo sul Senio | - | - | - | - | - |
| Scarperia San Piero | 124.473,00 | 137.489,00 | 123.059,00 | 113.136,00 | 115.222,00 |
| Vicchio | 1.006.302,00 | 1.127.950,00 | 1.030.070,00 | 964.942,00 | 1.091.196,00 |

Tabella 12.11. Consumi di GPL per riscaldamento espressi in mc suddiviso per anni e per comune (fonte PEAP)

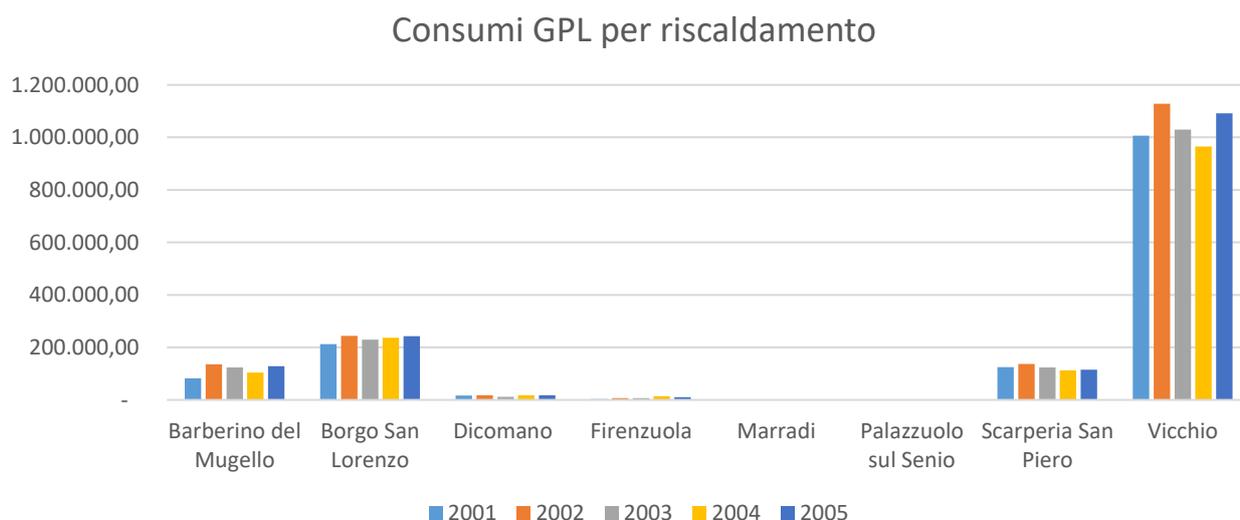


Grafico 12.12. Consumi di GPL per riscaldamento espressi in metri cubi suddiviso per anni e per comune (fonte PEAP)

12.4 Consumi di Gasolio per riscaldamento serre

Anche per i consumi di gasolio come combustibile per il riscaldamento delle serre, non è stato possibile aggiornare i dati e dobbiamo fare riferimento a quanto riportato nel PEAP. Per quanto riguarda questo utilizzo si osservano consumi piuttosto rilevanti nei comuni di Vicchio e Firenzuola.

| Gasolio per serre | Consumo di gasolio, espresso in litri | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | Mediana |
| Barberino del Mugello | 5.952,00 | 24.800,00 | 34.272,00 | 37.700,00 | 33.000,00 | 33.000,00 |
| Borgo San Lorenzo | - | 5.000,00 | 9.300,00 | 17.153,00 | 34.492,00 | 9.300,00 |
| Dicomano | - | 6.356,00 | - | 2.201,00 | 2.225,00 | 2.201,00 |
| Firenzuola | - | 196.933,00 | 237.059,00 | 231.973,00 | 245.726,00 | 234.516,00 |
| Marradi | - | - | - | - | - | - |
| Palazzuolo sul Senio | - | - | - | - | - | - |
| Scarperia San Piero | - | 15.500,00 | 32.962,00 | 42.600,00 | 22.410,00 | 22.410,00 |
| Vicchio | 5.952,00 | 198.196,00 | 249.700,00 | 200.062,00 | 211.827,00 | 200.062,00 |

Tabella 12.12. Consumi di gasolio per riscaldamento di serre espressi in litri suddiviso per anni e per comune (fonte PEAP)

Consumi Gasolio per serre

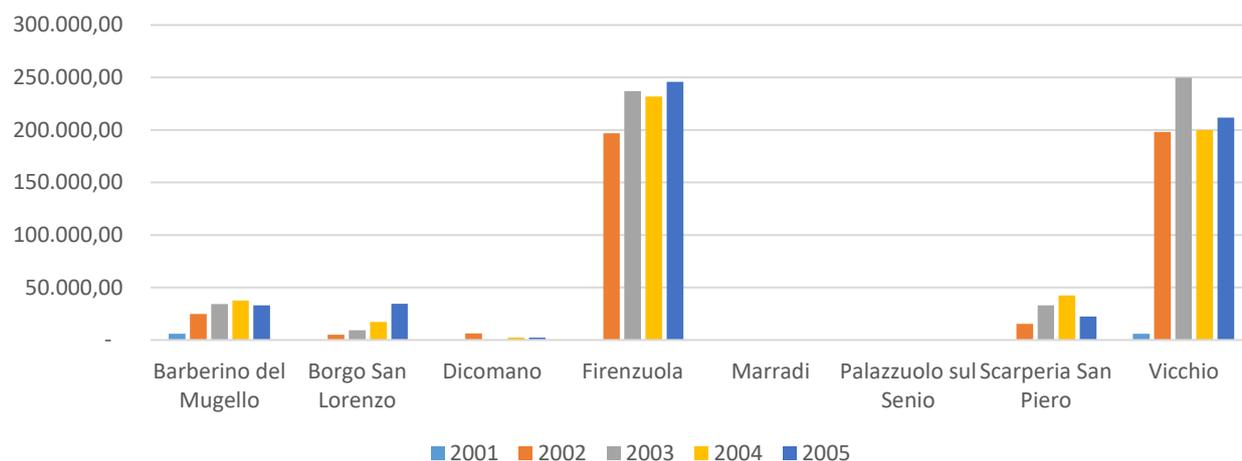


Grafico 12.13. Consumi di gasolio per riscaldamento serre espressi in litri cubi suddiviso per anni e per comune (fonte PEAP)

12.5 Consumo di biomasse

Per definire il consumo di biomasse (legna da ardere e pellet) presente sul territorio dei comuni del Mugello, è stato necessario rifarsi all'indagine ISTAT sui consumi energetici delle famiglie (2013)¹⁴ che ha consentito di far luce sulle reali consistenze dei consumi di biomasse a scopo energetico. Tale indagine ha permesso di stimare più accuratamente il consumo di biomasse legnose per uso riscaldamento.

¹⁴ <http://www.istat.it/it/archivio/58343>

| | LEGNA | | | PELLETS | | |
|----------------|------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|-------------|-------------------------------|
| | Famiglie utilizzatrici | Consumi (t) | Consumi medi (t) per famiglia | Famiglie utilizzatrici | Consumi (t) | Consumi medi (t) per famiglia |
| Toscana | 25,6% | 1.294.605 | 3,1 | 5,2% | 83.833 | 1,0 |

Tabella 12.13 – Percentuale di famiglie utilizzatrici di legna e pellet e quantità medie e totali utilizzate (espressi in tonnellate)

Come si osserva dall'analisi della tabella, l'impiego di legna da ardere è diffuso in regione. Le famiglie che utilizzano legna da ardere sono il 25,6% di cui il 12,7% usano la legna da ardere come combustibile principale. I consumi complessivi di legna da ardere in regione ammontano a circa 1 milione e 300 mila tonnellate per anno. In deciso incremento negli ultimi anni è il pellet che attualmente viene utilizzato dal 5,2% delle famiglie toscane con un consumo di 83.833 t/anno.

Più specificatamente sull'area del Mugello sulla base dei dati ISTAT sono stati stimati i seguenti consumi: circa 2,9 t/anno per famiglia di legna da ardere in area non metanizzata e 1,3 t/anno a famiglia di pellet; mentre nelle aree metanizzate sono emersi consumi medi pari a 2 t/anno (sono circa 7.800 le famiglie che utilizzano la legna da ardere per integrare il riscaldamento) di legna da ardere e 1 t/pellet, considerando che sono circa 1.400 le famiglie che integrano il sistema di riscaldamento del metano con il pellet.

13. Mix energetico termico

A seguito della ricostruzione del consumo delle diverse tipologie di combustibili, sia rinnovabili che non, è stato necessario individuare le aree metanizzate e non metanizzate dei comuni oggetto di piano per stabilire con maggior precisione il mix energetico mediamente adottato sul territorio. Pertanto è stata realizzata una cartografia (tavola 1) con la ricostruzione delle aree metanizzate e non metanizzate così come comunicate dai singoli comuni e dai gestori della rete di distribuzione. Si tratta di un'analisi effettuata specificatamente per gli usi civili. Da questa analisi emerge quanto sintetizzato nella seguente tabella (tabella 13.1).

| Comuni | Famiglie ricadenti in aree metanizzate | Famiglie ricadenti in aree non metanizzate | Totale Famiglie | Rapporto delle famiglie non metanizzate sul totale |
|------------------------------------|--|--|-----------------|--|
| Barberino di Mugello | 3.408,00 | 848,00 | 4.256,00 | 19,92% |
| Borgo San Lorenzo | 5.836,00 | 1.576,00 | 7.412,00 | 21,26% |
| Dicomano | 1.891,00 | 496,00 | 2.387,00 | 20,78% |
| Firenzuola | 1.098,00 | 1.070,00 | 2.168,00 | 49,35% |
| Marradi | 1.082,00 | 397,00 | 1.479,00 | 26,84% |
| Palazzuolo sul Senio | 432,00 | 116,00 | 548,00 | 21,17% |
| Scarperia San Piero a Sieve | 3.868,00 | 952,00 | 4.820,00 | 19,75% |
| Vicchio | 1.488,00 | 1.817,00 | 3.305,00 | 54,98% |

Tabella 13.1 – Numero e percentuale di famiglie del Mugello che risultano abitare in aree metanizzate e non metanizzate

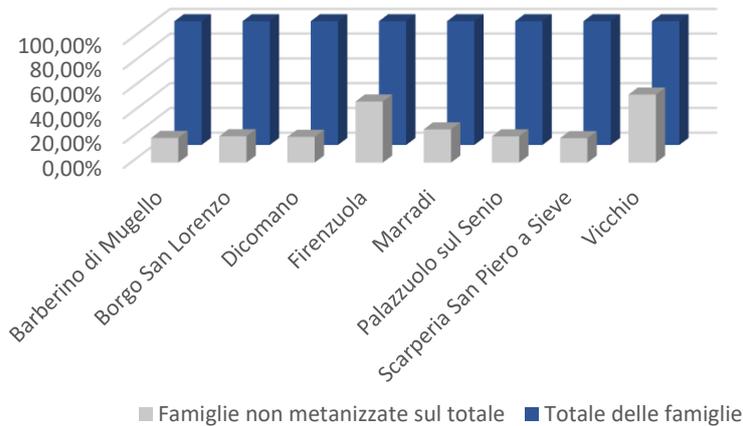


Grafico 13.1. Rapporto percentuale tra famiglie del Mugello che risultano abitare in aree non metanizzate rispetto al totale

Come si può osservare (tabella 13.1 e grafico 13.1) nel comune Vicchio è presente il maggior numero di famiglie non metanizzate rispetto a quelle che ricadono in aree raggiunte dalla rete del metano del Mugello. Infatti quasi il 55% delle famiglie del comune di Vicchio non ricadono in area metanizzata. Questo spiega anche i consumi piuttosto significativi di combustibili fossili, diversi dal metano, proprio per il comune di Vicchio (Tabelle 12.10 e 12.11, grafici 12.11 e 12.13).

Per la costruzione del mix energetico locale è stato necessario trasformare i consumi di combustibili fossili in energia consumata, riportando tutto all'unità di misura dell'energia in particolare a Mega Watt ora (MWh).

13.1 Aree metanizzate

Lo studio sui consumi energetici territoriali è stato riassunto nella tabella 13.15 che mostra i consumi del Mugello suddivisi per tipologia di fonte energetica. Come si può osservare il mix energetico di ogni singolo comune (tabella 13.16) si scosta di poco, e si attesta su una media Unionale suddivisa per il 85% da produzione energetica da gas metano, per il 13% da legna da ardere e infine per il restante 2% da pellet (Grafico 13.15). Anche i consumi energetici per famiglia sono piuttosto omogenei nei comuni dell'Unione e variano dai 10 MWh/anno/famiglia del comune di Dicomano agli oltre 14 MWh/anno/famiglia nel comune di Vicchio.

| Comuni | Energia termica prodotta da legna da ardere (MWh) | Energia termica prodotta da pellet (MWh) | Energia prodotta da GAS Metano (MWh) | Energia complessiva (MWh) | Consumo medio per famiglia (MWh/anno) |
|-----------------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Barberino di Mugello | 5.812,14 | 928,07 | 39.052,29 | 45.792,49 | 13,44 |
| Borgo San Lorenzo | 9.952,95 | 1589,26 | 62.945,51 | 74.487,71 | 12,76 |
| Dicomano | 3.224,99 | 514,96 | 16.602,94 | 20.342,88 | 10,76 |
| Firenze | 1.872,57 | 299,01 | 12.804,39 | 14.975,97 | 13,64 |
| Marradi | 1.845,29 | 294,65 | 10.907,98 | 13.047,92 | 12,06 |
| Palazzuolo sul Senio | 736,75 | 117,64 | 4.811,87 | 5.666,26 | 13,12 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 6.596,64 | 1053,33 | 42.916,93 | 50.566,90 | 13,07 |
| Vicchio | 2.537,69 | 405,21 | 17.945,88 | 20.888,79 | 14,04 |
| Totale | 32.579,02 | 5.202,13 | 207.987,78 | 245.768,93 | 12,86 |

Tabella 13.15 – Consumi energetici del Mugello in area metanizzata

| Comuni | Legna | Pellet | Metano |
|-----------------------------|---------------|--------------|---------------|
| Barberino di Mugello | 12,69% | 2,03% | 85,28% |
| Borgo San Lorenzo | 13,36% | 2,13% | 84,50% |
| Dicomano | 15,85% | 2,53% | 81,62% |
| Firenze | 12,50% | 2,00% | 85,50% |
| Marradi | 14,14% | 2,26% | 83,60% |
| Palazzuolo sul Senio | 13,00% | 2,08% | 84,92% |
| Scarperia San Piero a Sieve | 13,05% | 2,08% | 84,87% |
| Vicchio | 12,15% | 1,94% | 85,91% |
| Totale | 13,34% | 2,13% | 84,53% |

Tabella 13.16 – Composizione percentuale del mix energetico suddiviso per comune

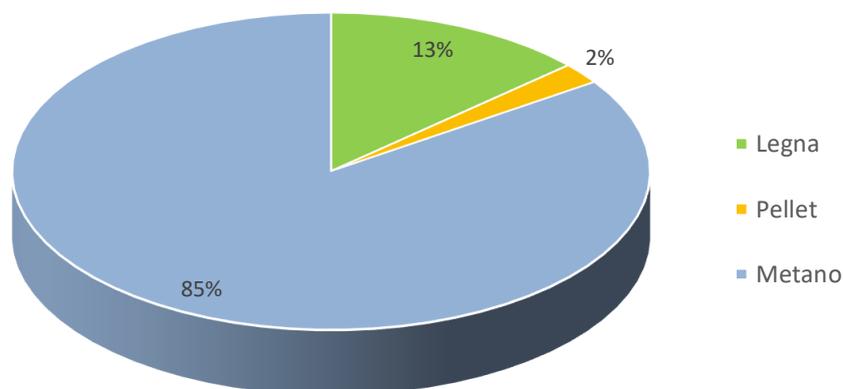


Grafico 13.15. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente sui comuni del Mugello da famiglie che risiedono in aree metanizzate

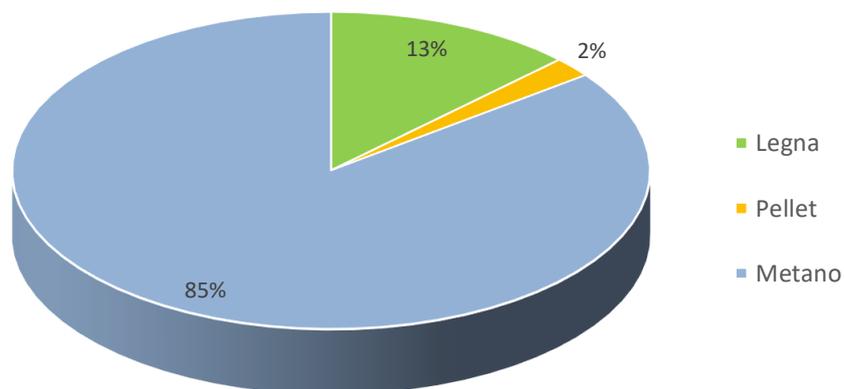


Grafico 13.16. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Barberino di Mugello (aree metanizzate)

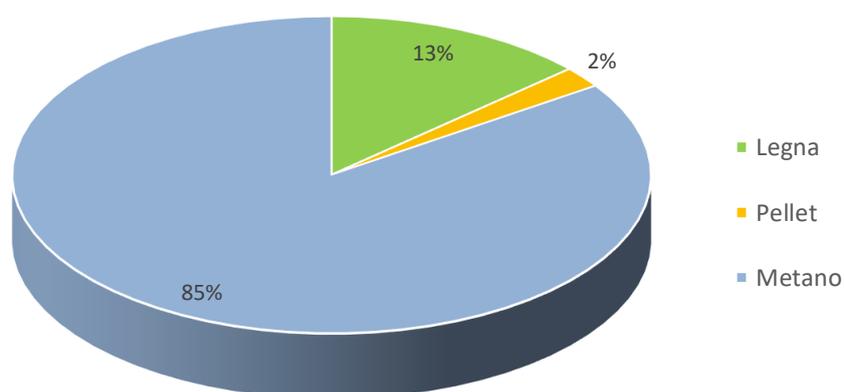


Grafico 13.17. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Borgo San Lorenzo (aree metanizzate)

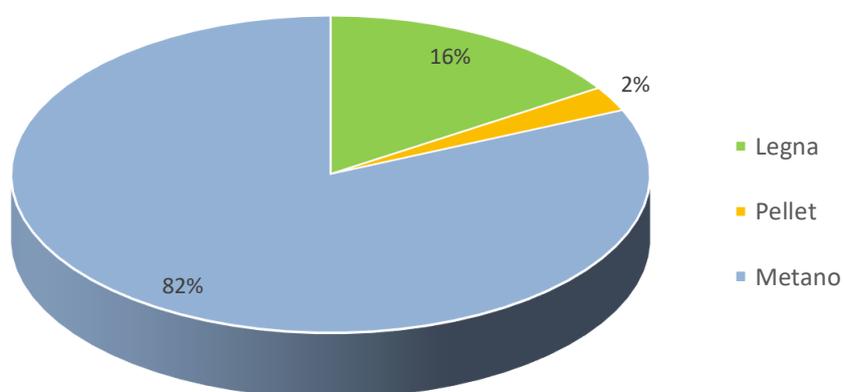


Grafico 13.18. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Dicomano (aree metanizzate)

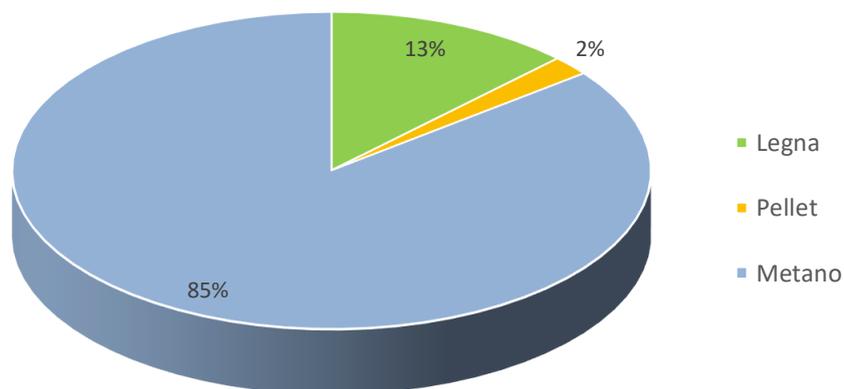


Grafico 13.19. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Firenzuola (aree metanizzate)

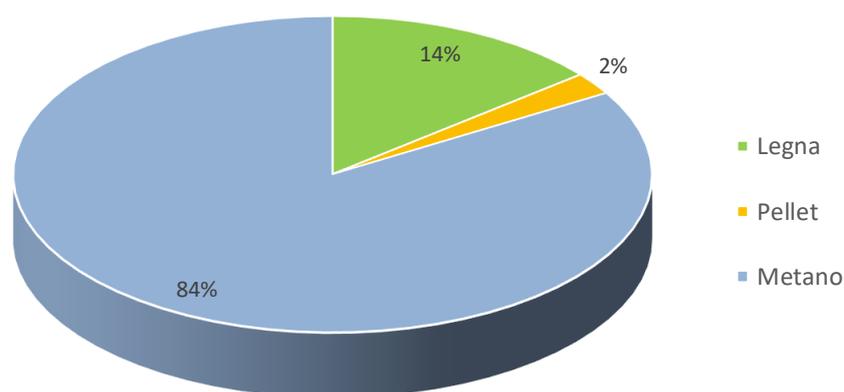


Grafico 13.20. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Marradi (aree metanizzate)

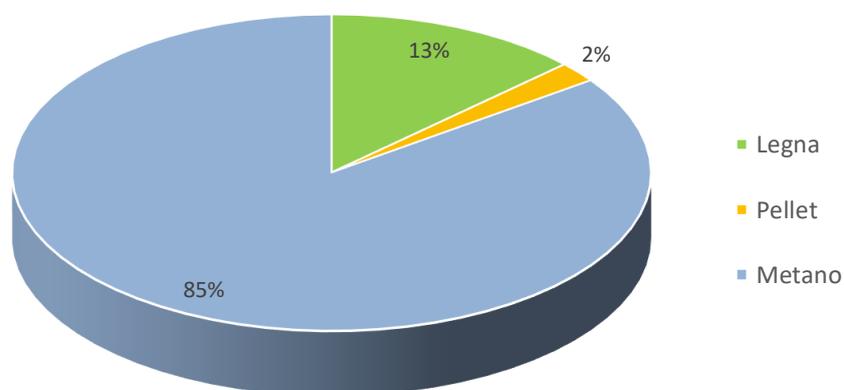


Grafico 13.21. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Palazzuolo (aree metanizzate)

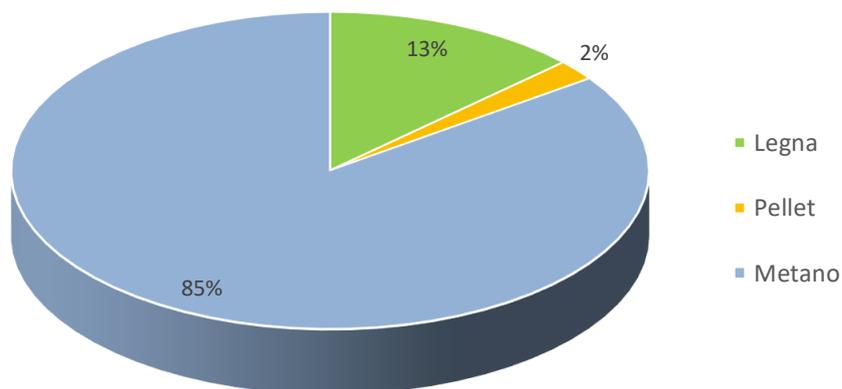


Grafico 13.22. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Scarperia San Piero (aree metanizzate)

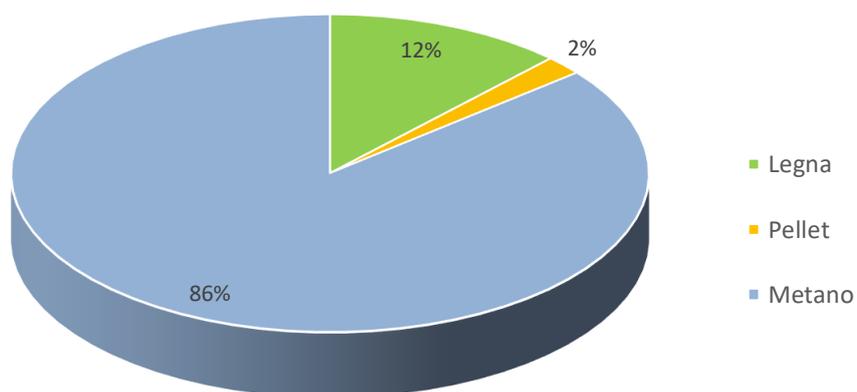


Grafico 13.23. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Vicchio (aree metanizzate)

13.2 Aree non metanizzate

L'analisi dei consumi e della composizione del mix energetico nelle aree non metanizzate dei comuni del Mugello per le aree non servite dalla rete del metano ha mostrato l'importanza che la biomassa (legna da ardere e pellet) ha nei contesti rurali toscani per la produzione di energia termica. Di fatto le biomasse, in particolare la legna da ardere, sono piuttosto economiche rispetto ai combustibili fossili e questo consente un largo utilizzo delle biomasse forestali a scopo energetico. In particolare si può osservare che le biomasse ricoprono il 71% circa del mix energetico adottato mediamente dalle famiglie Mugellane per la produzione di energia termica in aree non metanizzate (Grafico 13.16).

| Comuni | Energia termica prodotta da legna da ardere (MWh) | Energia termica prodotta da pellet (MWh) | Energia termica prodotta da Gasolio (MWh) | Energia termica prodotta da GPL (MWh) | Energia complessiva (MWh) | Consumo medio per famiglia (MWh/anno) |
|--|---|--|---|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Barberino di Mugello | 5.139,73 | 4.056,83 | 2.623,15 | 3.026,65 | 14.846,36 | 17,51 |
| Borgo San Lorenzo | 9.552,14 | 7.539,58 | 4.467,57 | 5.811,21 | 27.370,50 | 17,37 |
| Dicomano | 3.006,26 | 2.372,86 | 517,32 | 437,66 | 6.334,10 | 12,77 |
| Firenze | 6.485,27 | 5.118,88 | 344,34 | 171,00 | 12.119,50 | 11,33 |
| Marradi¹⁵ | 2.406,22 | 1.899,25 | 745,96 | 945,56 | 5.996,99 | 15,11 |
| Palazzuolo sul Senio¹⁶ | 703,08 | 554,94 | 217,96 | 276,29 | 1.752,27 | 15,11 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 5.770,07 | 4.554,37 | 1.062,82 | 3.021,34 | 14.408,61 | 15,14 |
| Vicchio | 11.012,84 | 8.692,53 | 10.043,05 | 12.645,14 | 42.393,55 | 23,33 |
| Totale | 44.075,59 | 34.789,25 | 29.101,29 | 37.758,15 | 145.724,28 | 15,83 |

Tabella 13.17 – Composizione percentuale del mix energetico suddiviso per comune

| Comuni | Legna | Pellet | Gasolio | GPL |
|------------------------------------|--------|--------|---------|--------|
| Barberino di Mugello | 34,62% | 27,33% | 17,67% | 20,39% |
| Borgo San Lorenzo | 34,90% | 27,55% | 16,32% | 21,23% |
| Dicomano | 47,46% | 37,46% | 8,17% | 6,91% |
| Firenze | 53,51% | 42,24% | 2,84% | 1,41% |
| Marradi | 40,12% | 31,67% | 12,44% | 15,77% |
| Palazzuolo sul Senio | 40,12% | 31,67% | 12,44% | 15,77% |
| Scarperia San Piero a Sieve | 40,05% | 31,61% | 7,38% | 20,97% |
| Vicchio | 25,98% | 20,50% | 23,69% | 29,83% |
| Totale | 39,60% | 31,25% | 12,68% | 16,07% |

Tabella 13.18 – Composizione percentuale del mix energetico suddiviso per comune

¹⁵ I dati di consumo di gasolio e GPL per il comune di Marradi sono stati stimati in relazione ai dati medi riscontrati in Mugello

¹⁶ I dati di consumo di gasolio e GPL per il comune di Palazzuolo sul Senio sono stati stimati in relazione ai dati medi riscontrati in Mugello

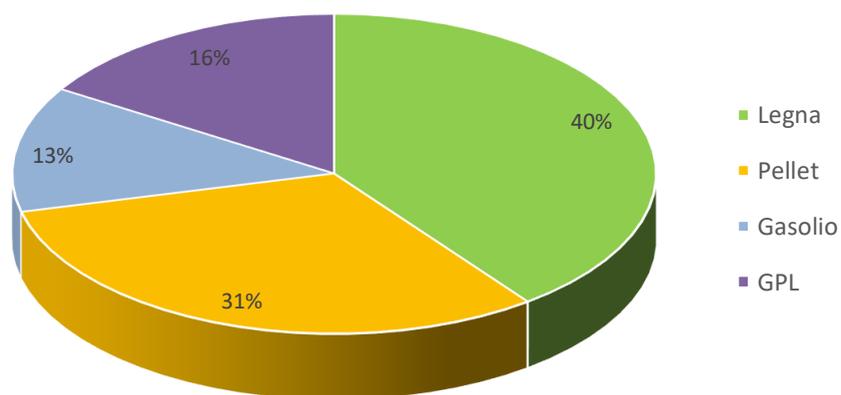


Grafico 13.24. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente sui comuni del Mugello da famiglie che risiedono in aree non metanizzate

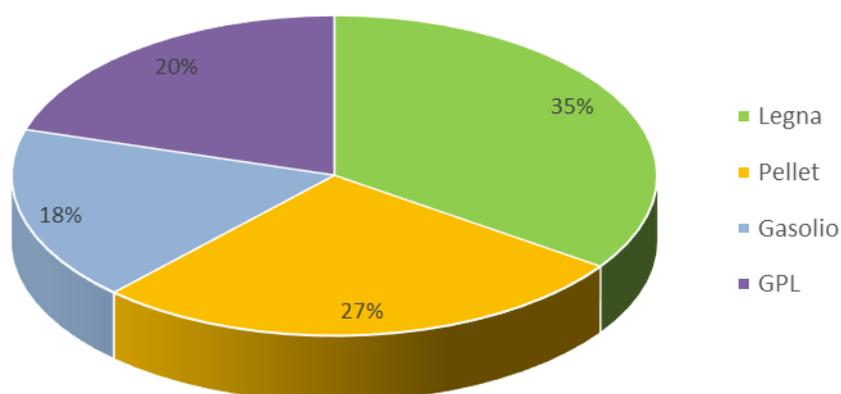


Grafico 13.25. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Barberino di Mugello (aree non metanizzate)

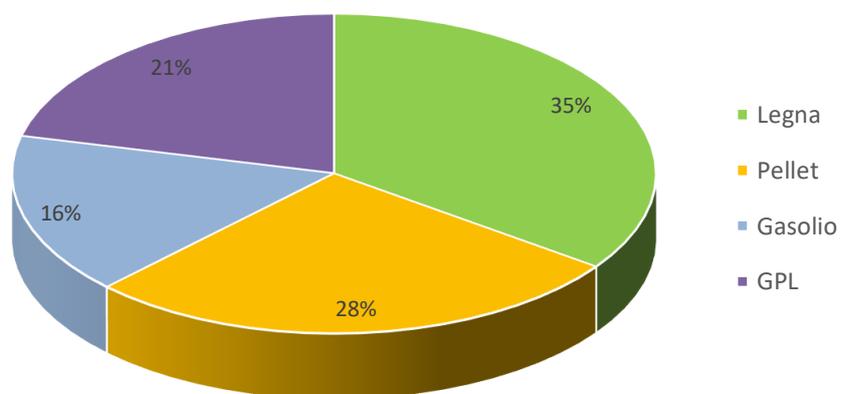


Grafico 13.26. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Borgo San Lorenzo (aree non metanizzate)

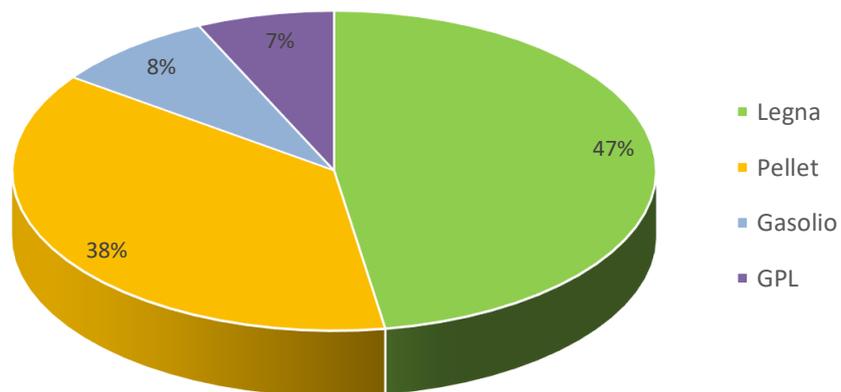


Grafico 13.27. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Dicomano (aree non metanizzate)

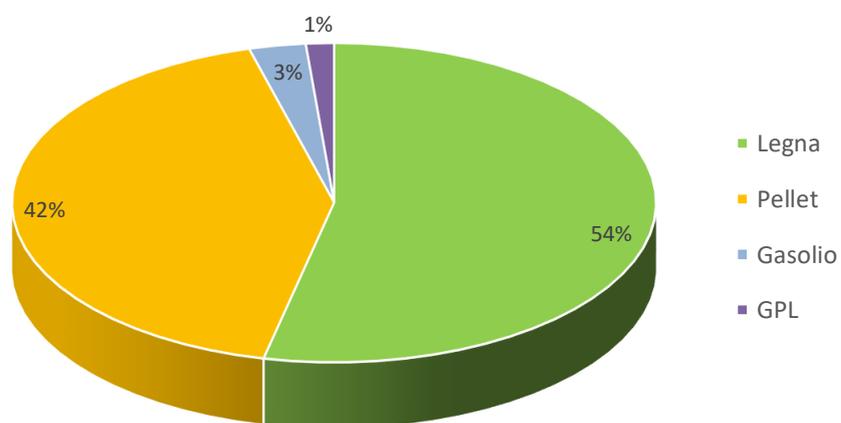


Grafico 13.28. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Firenzuola (aree non metanizzate)

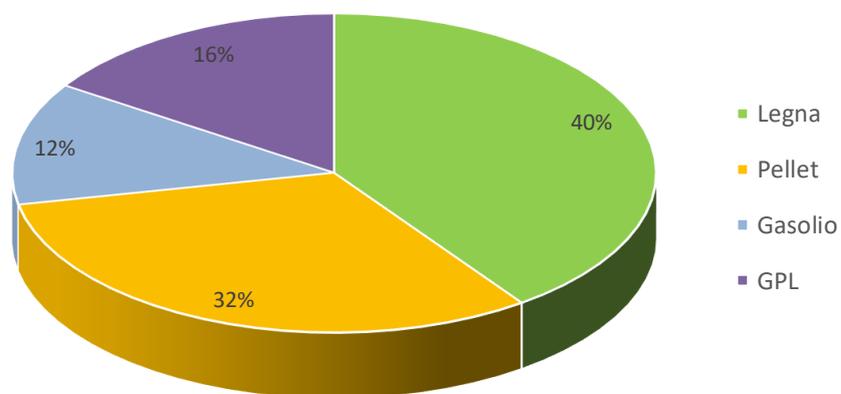


Grafico 13.29. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Marradi (aree non metanizzate)

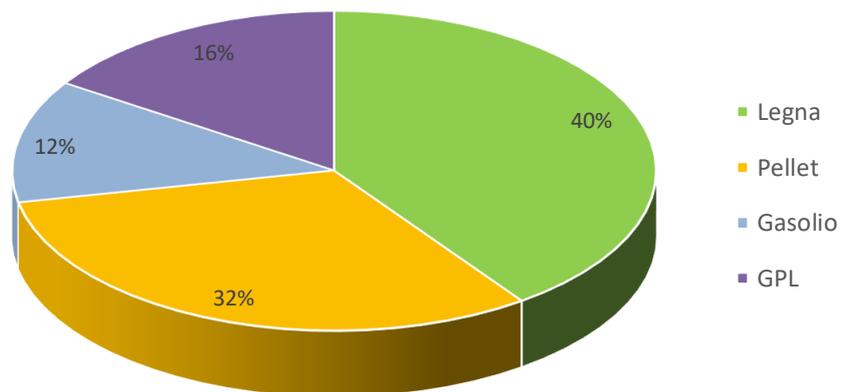


Grafico 13.30. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Palazzuolo Sul Senio (aree non metanizzate)

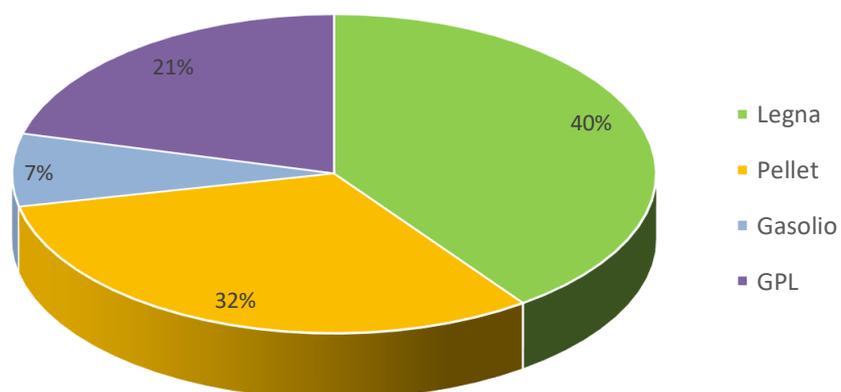


Grafico 13.31. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Scarperia San Piero (aree non metanizzate)

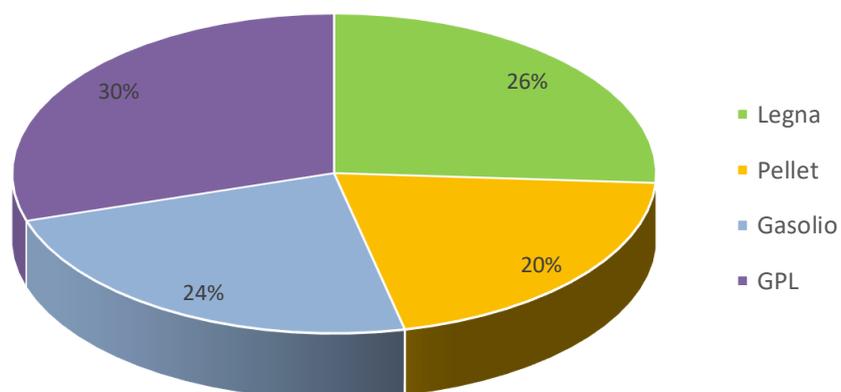


Grafico 13.32. Composizione percentuale del mix energetico adottato mediamente nel comune di Vicchio (aree non metanizzate)

14. Emissioni relative al mix energetico

Lo studio della composizione del mix energetico, oltre alla quantificazione dei consumi, consente di costruire un quadro piuttosto realistico delle emissioni relative alla produzione di energia termica nei comuni del Mugello. Pertanto, il quadro che si è configurato, consente di valutare quelle che sono allo stato attuale le emissioni di gas climalteranti provenienti dalla produzione di energia termica nei comuni del Mugello.

Risulta estremamente interessante osservare che nelle aree non servite dal gas metano, grazie all'impiego massiccio di combustibili rinnovabili (biomasse), l'emissione media per famiglia produce una quantità di gas climalteranti molto inferiori se confrontate agli stessi comuni ma in aree metanizzate (Grafico 14.17). Questa informazione risulta molto significativa anche in virtù delle proposte che il presente piano potrà suggerire, infatti occorre comunque creare le condizioni affinché le fonti rinnovabili, come le biomasse (legna da ardere ed altri prodotti forestali locali), possano comunque continuare la propria crescita e contribuire con maggior importanza alla riduzione dei gas climalteranti immessi in atmosfera.

| Comuni | Totale per famiglia (kg CO ₂ eq./MWh) | Emissioni medie per famiglia in aree metanizzate (kg CO ₂ eq./MWh) | Totale per comune (t CO ₂ eq.) |
|--------------------------------|---|---|--|
| Barberino di Mugello | 2.956,84 | 220,06 | 10.076,91 |
| Borgo San Lorenzo | 2.785,53 | 218,24 | 16.256,36 |
| Dicomano | 2.275,19 | 211,49 | 4.302,38 |
| Firenzuola | 3.008,38 | 220,57 | 3.303,20 |
| Marradi | 2.606,30 | 216,13 | 2.820,02 |
| Palazzuolo sul Senio | 2.875,31 | 219,22 | 1.242,13 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 2.864,32 | 219,10 | 11.079,19 |
| Vicchio | 3.109,86 | 221,53 | 4.627,47 |
| Totale | | | 53.707,65 |

Tabella 14.19 – Emissioni di gas climalteranti, espressi in CO₂ eq, relativi alla produzione di calore in aree metanizzate¹⁷

| Comuni | Totale per famiglia (kg CO ₂ eq) | Emissioni medie per famiglia (kg CO ₂ eq./MWh) | Totale per comune (t CO ₂ eq.) |
|-----------------------------|---|--|--|
| Barberino di Mugello | 2.246,84 | 128,34 | 1.905,32 |
| Borgo San Lorenzo | 2.196,20 | 126,46 | 3.461,22 |
| Dicomano | 843,41 | 66,04 | 418,33 |
| Firenzuola | 411,29 | 36,31 | 440,08 |
| Marradi | 1.527,32 | 101,11 | 606,34 |
| Palazzuolo sul Senio | 1.527,32 | 101,11 | 177,17 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 1.500,59 | 99,15 | 1.428,56 |
| Vicchio | 3.968,34 | 170,08 | 7.210,47 |
| Totale | | | 15.647,49 |

Tabella 14.20 – Emissioni di gas climalteranti, espressi in CO₂ eq, relativi alla produzione di calore in aree non metanizzate¹⁸

¹⁷ Dati dei fattori di emissioni provenienti da GEMIS dell'Öko-Institut tedesco

¹⁸ Dati dei fattori di emissioni provenienti da GEMIS dell'Öko-Institut tedesco

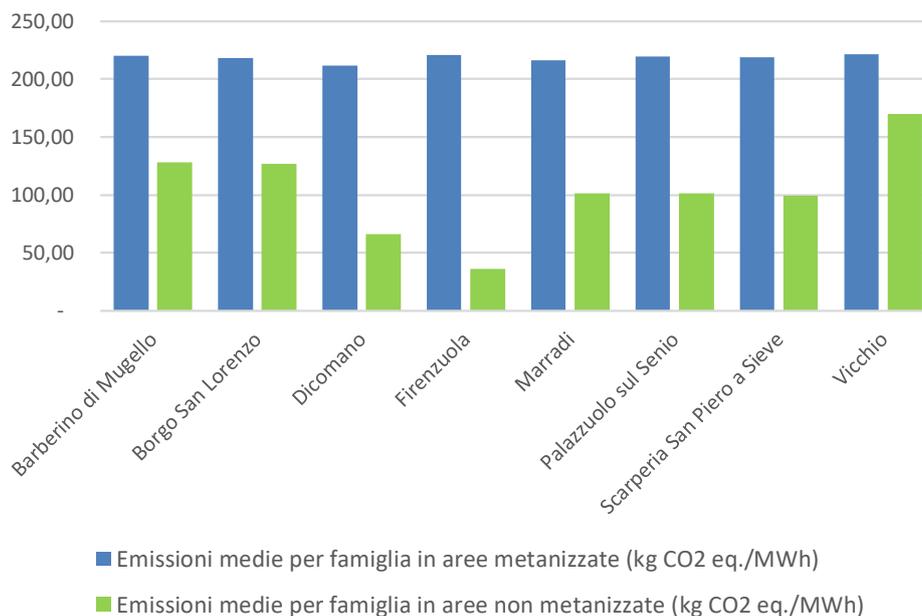


Grafico 14.17. Confronto delle emissioni medie di CO₂ equivalenti per ogni MWh prodotto in aree metanizzate e non metanizzate

Per quanto riguarda altri inquinanti puntuali come gli ossidi di Azoto (NO_x), gli ossidi di Zolfo (SO_x), i Composti Organici Volatili (COV), e le polveri (PM) è veramente difficile riuscire a tracciare uno stato di fatto. Infatti, diversamente dalla CO₂eq, che dipende quasi interamente dalla tipologia del combustibile impiegato, gli altri inquinanti non dipendono esclusivamente dal combustibile ma anche, e soprattutto, dall'apparecchio in cui viene utilizzato il combustibile, dalla sua anzianità di servizio e dalla sua manutenzione. Per esempio, come affermato nello stesso Piano Regionale per la Qualità dell'Aria della Regione Toscana (PRQA)¹⁹, esiste molta differenza tra le biomasse impiegate in caminetti o vecchie stufe rispetto all'impiego della biomassa in moderne ed efficienti caldaie. In questo caso, a titolo esemplificativo, le emissioni di polveri nel primo caso può variare tra i 190 a 230 g/MWh; mentre nel secondo caso le emissioni di polveri si riducono a circa 7,5 g/MWh (PRQA). A tale scopo è molto utile il sistema di incentivazione del conto termico 2.0 (DM 16 febbraio 2016) che consente di rinnovare l'apparecchi e le caldaie a biomassa con sistemi nuovi, efficienti e con valori di emissioni molto ridotti.

Continuando sul binomio "polveri/biomasse" il Piano Regionale per la Qualità dell'Aria individua che le principali sorgenti responsabili di questo inquinante sono la combustione di biomassa, il traffico veicolare dei veicoli diesel, le attività produttive e l'agricoltura (PRQA). Inoltre afferma che la combustione di biomassa per il riscaldamento domestico e per lo smaltimento degli scarti vegetali tramite la pratica dell'abbruciamento rappresenta la principale sorgente di inquinamento per il PM₁₀ (PRQA). Chiaramente la pratica dell'abbruciamento immette in atmosfera un'elevata quantità di polveri e potrebbe essere opportuno evitare di accumulare gli abbruciamenti con l'impiego di biomasse a scopo energetico poiché si tratta di applicazioni veramente diversi tra loro²⁰.

¹⁹ <http://www.regione.toscana.it/-/piano-regionale-per-la-qualita-dell-aria>.

²⁰ Il PRQA promuove accordi per la valorizzazione della biomassa prodotta anche con la sua combustione in impianti centralizzati dotati di opportuni filtri, per la produzione di energia.

Tuttavia, il Piano Regionale della Qualità dell’Aria ha anche verificato l’indice di frattalità²¹ delle polveri che risulta essere differente in relazione al tipo di combustibile che le genera durante il processo di combustione. Tale indice dipende sostanzialmente dallo sviluppo superficiale del granello di polvere (PRQA). Agli estremi di questa scala troviamo i granelli di sale che con le loro facce squadrate di fatto non veicolano alcuna sostanza inquinante ed appunto le emissioni derivanti dai motori diesel che con il loro altissima complessità superficiale ne veicolano in quantità massima (PRQA). L’indice di frattalità derivante dalla combustione delle biomasse è a circa metà di questa scala (PRQA). Pertanto ciò significa che le polveri che vengono generate dalla combustione di gasolio, a livello di pericolosità sulla salute dell’uomo, contano il doppio rispetto alle polveri generate dalla combustione di biomasse.

Come già accennato oltre alle polveri, i processi di combustione producono altri inquinanti tra i quali: ossidi di Azoto (NO_x), ossidi di Zolfo (SO_x), Composti Organici Volatili (COV).

Lo studio “Strumenti per lo sviluppo di filiere biomassa energia di qualità”²² ha realizzato una ricostruzione dei dati presenti in bibliografia per verificare i fattori di emissione per diversi tipi di applicazioni di combustibili quali Metano, GPL, gasolio in confronto alle biomasse (legna da ardere e pellet). La review, che si è basata sullo studio di circa 50 articoli scientifici di carattere internazionale, mostra che rispetto alle biomasse impiegate in moderni apparecchi:

- la combustione di metano provoca l’immissione in atmosfera maggiore del 7% di COV;
- la combustione di gasolio provoca emissioni maggiori di circa il 760% di SO_x e del 30% di COV,
- la combustione di GPL provoca emissioni maggiori in atmosfera del 1000% per quanto riguarda gli SO_x e del 60% per i COV.

²¹ L’“indice di frattalità” misura la capacità del PM10 di adsorbire le varie sostanze inquinanti anche cancerogene e quindi di veicolarle all’interno dei polmoni.

²² [Strumenti per lo sviluppo di filiere, Progetto BIOMASS PLUS](#)

15. Sistema Informativo regionale sull'Efficienza Energetica della Regione Toscana

La Regione Toscana, in attuazione dell'art. 23 ter della L.R. 39/2005 e s.m.i., ha istituito il sistema informativo regionale sull'efficienza e sulla certificazione energetica degli edifici e dei relativi impianti denominato "Sistema Informativo regionale sull'Efficienza Energetica" che comprende l'archivio informatico degli attestati di prestazione energetica, gli elenchi dei soggetti certificatori e degli ispettori degli impianti termici nonché il catasto degli impianti di climatizzazione.

In relazione a questo archivio è stata realizzata una ricerca in merito ai generatori di calore censiti comune per comune. L'archivio è ancora in fase di realizzazione, si possono notare infatti che la componente dei generatori di calore che utilizzano combustibile "solido rinnovabile", quindi biomasse, è quasi assente in tutti i comuni, mentre l'indagine dei consumi di biomasse rivela che i consumi sono ben presenti e diffusi su tutto il territorio del Mugello specialmente in aree non metanizzate.

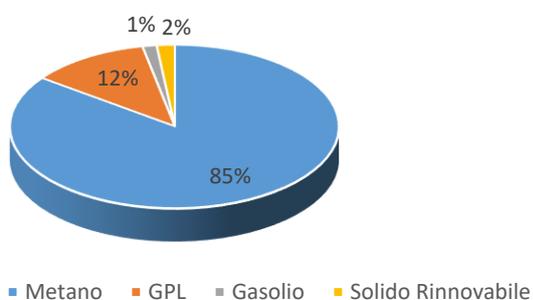


Grafico 15.1. Suddivisione dei generatori di calore nel comune di Barberino di Mugello

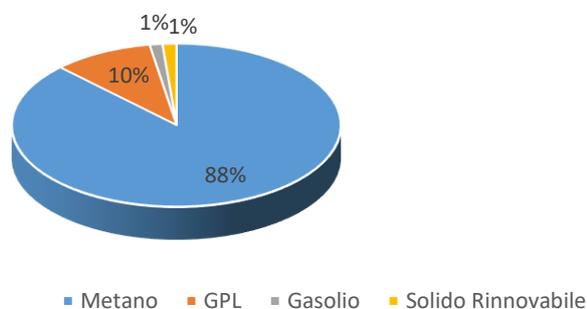


Grafico 15.2. Suddivisione dei generatori di calore nel comune di Borgo San Lorenzo

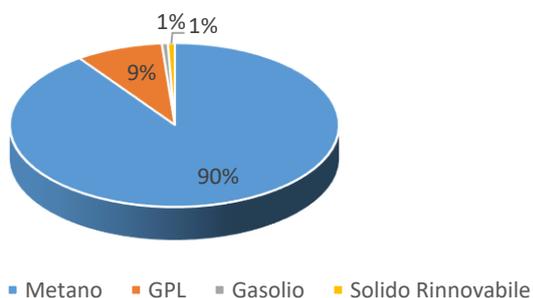


Grafico 15.3. Suddivisione dei generatori di calore nel comune di Dicomano

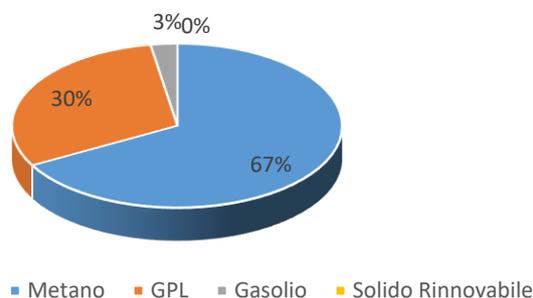


Grafico 15.4. Suddivisione dei generatori di calore nel comune di Firenzuola

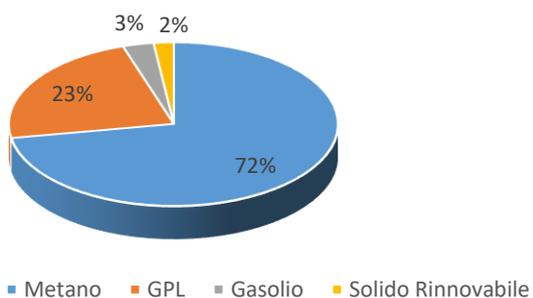


Grafico 15.5. Suddivisione dei generatori di calore nel comune di Marradi

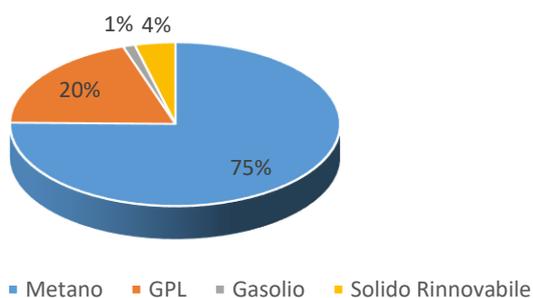


Grafico 15.6. Suddivisione dei generatori di calore nel comune di Palazzuolo Sul Senio

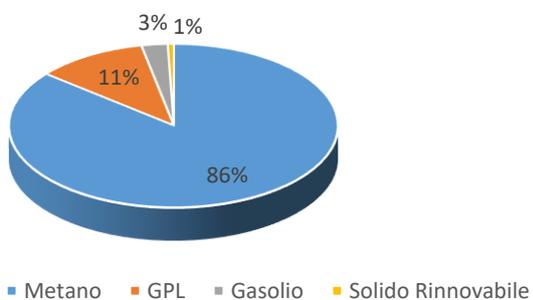


Grafico 15.7. Suddivisione dei generatori di calore nel comune di Scarperia San Piero

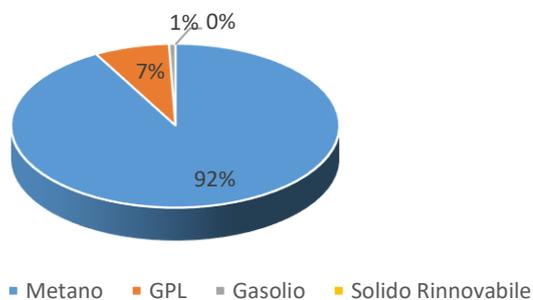


Grafico 15.8. Suddivisione dei generatori di calore nel comune di Vicchio

16. Vocazionalità energetica delle biomasse agro-forestali

Lo sviluppo sostenibile della filiera biomassa-energia e della relativa economia, richiede il soddisfacimento di alcuni requisiti base che consentano la gestione e conservazione della "risorsa bosco", ovvero:

- la compatibilità tra prelievi annui di biomassa e capacità di accrescimento della risorsa bosco;
- l'uso efficiente della biomassa forestale, ovvero, promuovendo l'uso con tecnologie di conversione ad alta efficienza.

Per soddisfare, a livello locale, tali condizioni di sostenibilità, è quindi necessario individuare le risorse effettivamente disponibili sul territorio, per poter programmare in modo efficace e sostenibile gli investimenti in impianti energetici alimentati con cippato di legno.

All'interno del progetto Biomass Plus "Strumenti per lo sviluppo di filiere biomassa energia di qualità" è stato infatti sviluppato un modello econometrico, su piattaforma GIS, denominato Green Energy Model (GEM): A GIS oriented model for the farm and the territory energy planning. Questo modello territoriale, prende in considerazione sia parametri di natura ecologica che economica, in modo da garantire un prelievo annuo delle risorse naturali senza depauperare i soprassuoli forestali e una sostenibilità economica degli interventi selvicolturali che sarà necessario attuare per recuperare tali risorse.

A tal fine, il modello GEM ha preso in considerazione i modelli di crescita delle formazioni forestali, i corrispondenti turni consuetudinari, i prezzi localmente praticati per i diversi assortimenti prodotti (legna ardere, paleria, ecc.), ed altre variabili derivanti dall'Inventario Forestale della Regione Toscana del 1998 (ad es. gli assortimenti ritraibili) (ARSIA, 2009).

Il modello ha implementato al suo interno delle valutazioni di carattere ecologico, tecnico ed economico che, in relazione alle caratteristiche locali, fossero in grado di definire la quantità di assortimenti tradizionali e di residui producibili dalle diverse tipologie forestali (comprensivi della quota derivante dalle utilizzazioni finali e dai tagli intercalari).

Particolare enfasi è stata attribuita alla quantificazione delle potenzialità produttive di assortimenti legnosi ad uso energetico quali la legna da ardere e cippato, in relazione ai prezzi di vendita attualmente praticati sul mercato locale, alle variabili tecnico-economiche ed all'organizzazione dei cantieri produttivi. Inoltre ha ipotizzato diversi scenari produttivi in funzione delle attuali tipologie di organizzazione dei cantieri forestali e delle possibilità di sviluppo degli stessi in termini di ottimizzazione delle caratteristiche logistiche e del grado di meccanizzazione (ARSIA, 2009).

Lo studio ha quindi determinato la capacità produttiva della regione entro ben definiti limiti di sostenibilità ambientale, senza quindi trascurare la necessità di preservare risorse preziose quali la fertilità dei suoli, l'acqua, la biodiversità e il paesaggio (ARSIA, 2009). Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla pubblicazione [Strumenti per lo sviluppo di filiere biomassa energia di qualità](#)²³.

Di seguito viene riportata l'offerta di legno cippato suddivisa per comune:

²³ <https://flore.unifi.it/retrieve/handle/2158/1100261/269790/Biomass%20CN.pdf>

| Comuni | Offerta di legno cippato (t/anno) |
|-----------------------------|--|
| Barberino di Mugello | 5.044 |
| Borgo San Lorenzo | 4.300 |
| Dicomano | 1.692 |
| Firenze | 5.469 |
| Marradi | 2.635 |
| Palazzuolo sul Senio | 2.159 |
| Scarperia | 3.640 |
| San Piero a Sieve | |
| Vicchio | 2.603 |
| Totale | 27.542 |

Tabella 16.1. Offerta cippato secondo criteri di sostenibilità economica ed ambientale

L'offerta di legno cippato secondo parametri di sostenibilità economica ed ambientale nell'unione dei comuni del Mugello è pari a circa 27.500 t/anno. Tale offerta di cippato può consentire di rispondere al fabbisogno termico di circa 6.800 famiglie. È un risultato molto interessante se consideriamo che le famiglie residenti in Mugello in aree non metanizzate sono 7.272. Ciò significa che la quasi totalità delle famiglie del Mugello può soddisfare il proprio fabbisogno termico con l'impiego di cippato di produzione locale. Inoltre è da sottolineare che è rilevante anche la potenzialità territoriale di legna da ardere che per i comuni del Mugello è pari a circa 60.000 t/anno. Tuttavia, al fine di mantenere la sostenibilità dei prelievi, è necessario leggere queste potenzialità al netto degli attuali consumi che sono già presenti, pertanto:

- le potenzialità residue di cippato: 26.500 t/anno;
- le potenziali residue di legna da ardere 23.300 t/anno.

Al fine di poter utilizzare in maniera efficiente queste risorse, è stato realizzato uno studio per la valutazione della vocazionalità alla realizzazione di minireti di teleriscaldamento a servizio di borghi in aree non metanizzate. A tale scopo è stata realizzata un'analisi del Fabbisogno Termico del Patrimonio Insediativo. Per la ricostruzione del fabbisogno energetico termico suddiviso per ogni edificio, finalizzato ad individuare le aree a maggior densità di consumo energetico, è stata realizzata un'operazione di sintesi ed elaborazione dei dati a partire da dati statistici (censimento ISTAT 2011).

In relazione al mix energetico, come spiegato nei paragrafi precedenti, sono stati individuati puntualmente i consumi di ogni edificio partendo dall'identificazione, su base dei dati ISTAT, della superficie media delle abitazioni suddivise per aree censuarie.

Le superfici medie per aree censuarie sono state poi accorpate, attraverso l'individuazione della mediana, in relazione alla suddivisione amministrativa (comune per comune) ed in relazione alle aree metanizzate e non metanizzate.

Questa metodologia ha permesso l'individuazione dei consumi medi per edificio in ogni comune e suddiviso per area metanizzata o non metanizzata.

Successivamente è stato necessario individuare le aree del territorio del Mugello in relazione alla densità di consumo di energia termica. Questo passaggio è stato realizzato attraverso l'operazione di "point density" su programmi di elaborazione dati GIS. La definizione della densità dei consumi energetici è un passaggio fondamentale per individuare sul territorio le aree a maggior densità di consumi. La densità energetica è un parametro fondamentale per una prima verifica di fattibilità per la realizzazione di impianti di teleriscaldamento a biomassa.

16.1 Borghi vocati alla realizzazione di impianti di teleriscaldamento

L'analisi di vocazionalità ha mostrato che ci sono numerosi borghi non raggiunti dalla rete del metano che, in relazione al censimento della popolazione ed abitazione del 2011 (ISTAT, 2011), risultano stabilmente abitati. Pertanto, per ogni comune dell'Unione, sono stati individuati i borghi vocati alla realizzazione di impianti di teleriscaldamento a biomassa legnosa. Per questi borghi è stata fatta una prima valutazione territoriale dei consumi come da tabelle seguenti:

| FABBISOGNO TERMICO | | | | |
|-------------------------|--------------|------------------|--------------|----------------------|
| COMUNE | BORGHI | CONSUMI MWh/anno | FAMIGLIE | N°SEZIONE CENSIMENTO |
| BARBERINO DI MUGELLO | Montecarelli | 455,00 | 26 | 480200000096 |
| | Mangona | 437,50 | 25 | 480200000106 |
| | Polveraia | 140,00 | 8 | 480200000152 |
| | Santa Lucia | 227,50 | 13 | 480200000098 |
| | | 507,50 | 29 | 480200000099 |
| | Fonticcri | 962,50 | 55 | 480200000174 |
| | Campiano | 350,00 | 20 | 480200000171 |
| | Il Pino | | | |
| | Bovecchio | 420,00 | 24 | 480200000144 |
| | Ruzza | 1032,50 | 59 | 480200000102 |
| Cirignano | 367,50 | 21 | 480200000103 | |

Tab. 16.1.1 fabbisogno termico borghi e frazioni non metanizzati nel comune di Barberino di Mugello

| FABBISOGNO TERMICO | | | | |
|----------------------|-----------------------|------------------|--------------|--------------------------|
| COMUNE | BORGHI | CONSUMI MWh/anno | FAMIGLIE | N°SEZIONE CENSIMENTO |
| BORGO SAN LORENZO | San Giorgio | 330,60 | 19 | 480040000155 |
| | Casaglia | 556,80 | 32 | 480040000315/142 |
| | Risolaia | 226,20 | 13 | 480040000146 |
| | Razzuolo | 800,40 | 46 | 480040000332/140 |
| | Il Salto | 835,20 | 48 | 480040000172 |
| | Lucchino | 522,00 | 30 | 480040000327 |
| | San Giovanni Maggiore | 121,80 | 7 | 480040000180 |
| | Battiloro | 261,00 | 15 | 480040000193 |
| | Martini | 974,40 | 56 | 480040000391 |
| | Latteria | 643,80 | 37 | 480040000216 |
| | Olmi | 208,80 | 12 | 480040000397 |
| | Canicce | 156,60 | 9 | 480040000345 |
| | La Ruzza | 574,20 | 33 | 480040000351 |
| | Polcanto | 2853,60 | 164 | 480040000329/252/328/330 |
| | La Torre | 191,40 | 11 | 480040000226 |
| | Arliano | 295,80 | 17 | 480040000338 |
| | Mulinaccio | 208,80 | 12 | 480040000267 |
| | Fontanelle | 121,80 | 7 | 480040000264 |
| | Poggiolo Salaiole | 451,00 | 22 | 480040000249 |
| | Montepulico | 87,00 | 5 | 480040000257 |
| Madonna Della Febbre | 139,20 | 8 | 480040000231 | |

| | | | | |
|--|-----------------------|--------|----|--------------|
| | Tinaia | 87,00 | 5 | 480040000221 |
| | Corniolo | 139,20 | 8 | 480040000347 |
| | Terzano Di Sopra | 208,80 | 12 | 480040000176 |
| | San Cresci In Valcava | 522,00 | 30 | 480040000385 |
| | Sala Di Sotto | 121,80 | 7 | 480040000281 |
| | La Piazza | 365,40 | 21 | 480040000339 |

Tab. 16.1.2 fabbisogno termico borghi e frazioni non metanizzati nel comune di Borgo San Lorenzo

| FABBISOGNO TERMICO | | | | |
|--------------------|----------------|---------------------|--------------|-------------------------|
| COMUNE | BORGHI | CONSUMI MWh/anno | FAMIGLIE | N°SEZIONE CENSIMENTO |
| FIRENZUOLA | Pagliana | 259,90 | 23 | 480180000102 |
| | Rimessa | 192,10 | 17 | 480180000141 |
| | Selva | 327,70 | 29 | 480180000071 |
| | Poggio Tignoso | 124,30 | 11 | |
| | Peglio | 79,10 | 7 | 480180000039 |
| | Il Poggio | 237,30 | 21 | 480180000085 |
| | Bruscoli | 587,60 | 52 | 480180000074 |
| | La Ca' | 90,40 | 8 | 480180000142 |
| | Cerreto | 248,60 | 22 | 480180000111 |
| | Le Tarelle | 124,30 | 11 | 480180000067 |
| | Fossato | 282,50 | 25 | 480180000121 |
| | Roncopiano | 79,10 | 7 | 480180000126 |
| | Segalari | | | |
| | Casanuova | 271,20 | 24 | 480180000026 |
| | Corniolo | 135,60 | 12 | 480180000028 |
| | Caselle | 271,20 | 24 | 480180000027 |
| | Poggio | 293,80 | 26 | 480180000110 |
| | Molinuccio | 192,10 | 17 | 480180000125 |
| | Rifredo | 67,80 | 6 | 480180000060 |
| | San Pellegrino | 293,80 | 26 | 480180000042 |
| | Razzo | 497,20 | 44 | 480180000136 |
| | Casellina | | | |
| | Coniale | 124,30 | 11 | 480180000049 |
| | Poggio Bignano | 45,20 | 4 | 480180000103 |
| | Casovana | 11,30 | 1 | 480180000102 |
| | La Canova | 67,80 | 6 | 480180000153 |
| | Le Cortine | 113,00 | 10 | 480180000161 |
| | Caburaccia | 192,10 | 17 | 480180000132 |
| | Castelvechio | 90,40 | 8 | 480180000056 |
| | Visignano | 101,70 | 9 | 480180000058 |
| | Sambuco | 11,30 | 1 | 480180000108 |
| | Piancaldoli | 745,80 | 66 | 480180000084 |
| Giugnola | 180,80 | 16 | 480180000087 | |
| La Posta | 11,30 | 1 | 480180000080 | |
| Cavrenno | 33,90 | 3 | 480180000101 | |
| Le Valli | 180,80 | 16 | 480180000034 | |

| | | | | |
|--|----------------|--------|----|-------------|
| | Barco Di Sopra | 146,90 | 13 | 48018000062 |
|--|----------------|--------|----|-------------|

Tab. 16.1.3 fabbisogno termico borghi e frazioni non metanizzati nel comune di Firenzuola

| FABBISOGNO TERMICO | | | | |
|--------------------|----------------------|---------------------|----------|-------------------------|
| COMUNE | BORGHI | CONSUMI MWh/anno | FAMIGLIE | N°SEZIONE CENSIMENTO |
| DICOMANO | Getto | 471,00 | 30 | 480130000042 |
| | Poggio A Valle | 76,80 | 6 | 480130000026 |
| | Torrente San Godenzo | 3494,40 | 273 | 480130000002 |
| | Valdingo | 115,20 | 9 | 480130000009 |
| | V. Canzana | 64,00 | 5 | 480130000028 |
| | Il Palazzo | 1203,20 | 94 | 480130000041 |
| | Sessola | | | |
| | Il Carbonile | 204,80 | 16 | 480130000010 |
| | Casostre | 115,20 | 9 | 480130000018 |
| | Corella | 64,00 | 5 | 480130000012 |

Tab. 16.1.4 fabbisogno termico borghi e frazioni non metanizzati nel comune di Dicomano

| FABBISOGNO TERMICO | | | | |
|--------------------|---------------------|---------------------|----------|-------------------------|
| COMUNE | BORGHI | CONSUMI MWh/anno | FAMIGLIE | N°SEZIONE CENSIMENTO |
| MARRADI | Crespino Del Lamone | 573,80 | 38 | 480260000014 |
| | Campigno | 105,70 | 7 | 480260000023 |
| | Poggiolo Di Termine | 135,90 | 9 | 480260000012 |
| | Camurano | 181,20 | 12 | 480260000011 |
| | Casa Carloni | 739,90 | 49 | 480260000007 |
| | Lutirano | 226,50 | 15 | 480260000017 |
| | Galliana | 90,60 | 6 | 480260000029 |

Tab. 16.1.5 fabbisogno termico borghi e frazioni non metanizzati nel comune di Marradi

| FABBISOGNO TERMICO | | | | |
|----------------------|----------|---------------------|----------|-------------------------|
| COMUNE | BORGHI | CONSUMI MWh/anno | FAMIGLIE | N°SEZIONE CENSIMENTO |
| PALAZZUOLO SUL SENIO | I Salti | 75,50 | 5 | 480310000027 |
| | Mantigno | 120,80 | 8 | 480310000030 |

Tab. 16.1.6 fabbisogno termico borghi e frazioni non metanizzati nel comune di Palazzuolo Sul Senio

| FABBISOGNO TERMICO | | | | |
|------------------------|----------------------|---------------------|----------|-------------------------|
| COMUNE | BORGHI | CONSUMI MWh/anno | FAMIGLIE | N°SEZIONE CENSIMENTO |
| SCARPERIA SAN PIERO | La Castellana | 120,80 | 8 | 480040000027 |
| | Marcoiano | 332,20 | 22 | 480040000020 |
| | Bagnatoio | 166,10 | 11 | 480040000016 |
| | Gabbiano | 377,50 | 25 | 480040000010 |
| | Lucigliano | 105,70 | 7 | 480490000026 |
| | San Giusto A Fortuna | 302,00 | 20 | 480040000008 |

| | | | | |
|--|-----------|--------|----|--------------|
| | Maroncino | 377,50 | 25 | 480040000007 |
| | Crognole | 105,70 | 7 | 480400000020 |

Tab. 16.1.7 fabbisogno termico borghi e frazioni non metanizzati nel comune di Scarperia San Piero

| FABBISOGNO TERMICO | | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------|-------------------------|
| COMUNE | BORGHI | CONSUMI MWh/anno | FAMIGLIE | N°SEZIONE CENSIMENTO |
| VICCHIO | La Gracchia | 1514,50 | 65 | 480490000017 |
| | Piazzano | 256,30 | 11 | 480490000019 |
| | Lo Spinoso | 1398,00 | 60 | 480490000012 |
| | Il Poderaccio | 1561,10 | 67 | 480490000089 |
| | Pesciola | 233,00 | 10 | 480490000010 |
| | Pilarciano | 862,10 | 37 | 480490000006 |
| | Ritorsoli | 1234,90 | 53 | 480490000038 |
| | La Ginestra | 1724,20 | 74 | 480490000036 |
| | Ponte Vicchio | 396,10 | 17 | 480490000046 |
| | Borro | 699,00 | 30 | 480490000099 |
| | V. Poggio Martino | | | |
| | Spedaletto | 419,40 | 18 | 480490000100 |
| | Le Case | 862,10 | 37 | 480490000096 |
| | San Pier Maggiore | | | |
| | Ricavo | 163,10 | 7 | 480490000039 |
| | C. Caldeta | 722,30 | 31 | 480490000094 |
| | V. Santoni | 862,10 | 37 | 480490000008 |
| | Rupecanina | 442,70 | 19 | 480490000034 |
| | Santo Stefano | 302,90 | 13 | 480490000032 |
| | Casole | 279,60 | 12 | 480490000031 |
| | Caselle | 1700,90 | 73 | 480490000022 |
| | Villore | 489,30 | 21 | 480490000042 |
| | Uzzana | 163,10 | 7 | 480490000043 |
| | Borro Di Solstretto | 442,70 | 19 | 480490000075 |
| Santa Maria A Vezzano | 3378,50 | 145 | 480490000020 | |
| Gattaia | 1467,90 | 63 | 480490000026 | |
| Molezzano | 1747,50 | 75 | 480490000024 | |

Tab. 16.1.8 fabbisogno termico borghi e frazioni non metanizzati nel comune di Vicchio

L'attivazione di impianti di teleriscaldamento a servizio di questi borghi provocherebbe il consumo di circa 18.000 t/anno di cippato²⁴, biomassa che può essere reperita sul territorio dell'Unione come descritto nel paragrafo precedente. Tuttavia questo studio che può servire da linea guida, ma per ogni borgo identificato deve essere comunque effettuato uno studio puntuale di fattibilità. Infatti occorre precisare che se venisse contestualmente avviata la produzione di energia con pannelli solari termici il fabbisogno di cippato potrebbe contrarsi di circa il 17% ed attestarsi sulle 15.000 t/anno. Con questi scenari si potrebbe ridurre l'emissione di gas climalteranti in atmosfera tra le 4.700 e le 5.700 t/anno.

²⁴ Considerando un rendimento complessivo di rete annuo del 70% ed un mix energetico 75% cippato e 25% legna da ardere.

| Comuni | Energia potenzialmente producibile da biomassa (MWh/anno) | Contributo alla riduzione delle emissioni di CO ₂ (t) |
|-----------------------------|---|--|
| Barberino di Mugello | 4.900,00 | 506,35 |
| Borgo San Lorenzo | 12.004,60 | 1.217,96 |
| Dicomano | 5.808,60 | 238,41 |
| Firenzuola | 6.712,20 | 75,93 |
| Marradi | 2.053,60 | 156,30 |
| Palazzuolo sul Senio | 196,30 | 14,94 |
| Scarperia San Piero a Sieve | 1.887,50 | 139,95 |
| Vicchio | 23.323,30 | 3.383,84 |
| Totale | 56.886,10 | 5.733,67 |

Tab. 16.1.9 Potenzialità di utilizzo di biomasse ad uso energetico (legno cippato per impianti di teleriscaldamento – solo energia termica) per comune e relativo contributo alla riduzione dell'emissione in atmosfera di CO₂.

Inoltre è opportuno sottolineare che per la movimentazione delle biomasse e per l'avvio ed il consolidamento delle filiere di produzione di cippato è necessario che vengano realizzate delle infrastrutture sul territorio a servizio delle filiere. In particolare dovranno essere realizzate almeno due piattaforme di lavorazione e stoccaggio del legname, una nel comune di Scarperia (in località San Giusto a Fortuna) ed una nei comuni dell'alto Mugello. Infatti la realizzazione di piattaforme di questo tipo sul territorio consente la realizzazione di filiere strutturate che possono produrre cippato di elevata qualità, costante nel tempo, che riduce i costi di trasporto e ottimizza lo sfruttamento della risorsa forestale (attraverso la perdita di acqua nel combustibile si ottimizza la resa energetica). Inoltre lo stoccaggio delle biomasse in piattaforme consente di soddisfare in modo adeguato e continuo l'approvvigionamento del cippato agli impianti. Infatti la curva di domanda di cippato nel tempo può evolversi in maniera asincrona rispetto all'attività in bosco, pertanto il ruolo svolto dalle piattaforme di stoccaggio, oltre a quanto già osservato, consente l'approvvigionamento di cippato anche quando le attività forestali sono ferme. Per tale motivo le piattaforme logistiche biomassa energia svolgono un'importante funzione di "buffer capacity" di biocombustibile a livello territoriale. Di fatto, una struttura territoriale dotata di piattaforme di stoccaggio potrebbe consentire la sicurezza dell'approvvigionamento di cippato agli impianti, la stabilità dei prezzi e la qualità del biocombustibile.

17. Vocazionalità energetica eolico

Il primo passo verso la definizione del potenziale eolico di un'area è l'utilizzo delle cartografie eoliche già disponibili. La prima analisi effettuata riguarda la mappatura dei venti sulla base dei dati elaborati dal RSE, Ricerca sul Sistema Energetico e l'Università di Genova che hanno costituito "l'atlante eolico d'Italia". Un successivo impulso di informazioni sull'andamento della ventosità è stato fornito con l'emanazione del PIER della Regione Toscana, che conteneva tra gli allegati una cartografia del vento della regione. L'utilizzo complementare di queste due fonti ha portato all'individuazione di siti con vocazione allo sfruttamento eolico. Questa scelta metodologica è stata dettata dal fatto che l'individuazione completa delle risorse eoliche di un territorio e la valutazione della loro consistenza rappresenta un problema impegnativo, soprattutto in aree ad estese e morfologicamente complesse come quelle del territorio dell'Unione dei Comuni del Mugello. Tuttavia, per un'analisi più accurata è necessario sviluppare puntuali campagne anemometriche su campo per almeno un anno di osservazioni per conoscere l'effettiva ventosità del sito.

Infatti, oltre alle caratteristiche di ventosità del sito, un altro fattore importante che determina la producibilità di un sito è la rugosità del suolo che interagisce negativamente sui moti dei venti creando turbolenze e perdite di potenza nel flusso d'aria che, a loro volta, comportano una minore quantità di energia elettrica prodotta. L'ambito di analisi è caratterizzato da una morfologia piuttosto disomogenea e, trattandosi di crinali, si possono avere disturbi dovuti ad eventuali ostacoli a seconda della direzione dei venti prevalenti. Per esempio, un soprasuolo caratterizzato da bosco influenza i flussi di aria rallentandoli e creando turbolenze. Per questo motivo l'altezza delle torri dovrà tenere conto di questo aspetto. Tuttavia il bosco non costituisce solamente un ostacolo allo sfruttamento eolico, ma anzi con la sua altezza ed estensione è capace di minimizzare gli impatti visivi delle fattorie eoliche, talvolta andando a nasconderli dietro l'angolo di visuale.

La cartografia prodotta rappresenta il potenziale della fonte eolica stimato all'altezza di 50 m.s.l.m.. La rappresentazione dei valori di producibilità (intesa come potenziale di produzione espresso in MWh/MW installato) è stata rappresentata cartograficamente assieme alla ricostruzione dei vincoli, delle prescrizioni e delle aree non idonee espresse dalla Regione.

Il presente lavoro si configura come uno strumento di supporto per tutti gli attori coinvolti nel processo: gli amministratori pubblici perché possano valutare con la dovuta attenzione le proposte di realizzazione di impianti eolici arrivando così allo sviluppo coordinato ed armonico di un numero limitato di siti; gli operatori privati, ai quali dovrebbe essere fornita un'indicazione delle aree a "vocazione eolica" che possono essere oggetto di analisi anemometriche di dettaglio e delle modalità di impostazione dello sviluppo del sito ed i cittadini ai quali, attraverso la realizzazione di azioni di corretta formazione ed informazione, saranno dati gli strumenti per la giusta percezione degli impatti della fonte eolica. È infine evidente che questo lavoro non ha la pretesa di sostituire sia gli strumenti normativi esistenti in materia di autorizzazione degli impianti eolici che quelli di programmazione a diversa scala locale ma, anzi, di aggiungersi a questi delineando ulteriori criteri precisi e, per quanto possibile, oggettivi per guidare le scelte di programmazione e valutazione dei progetti.

La cartografia prodotta rappresenta tutte le aree entro le quali è possibile la realizzazione di impianti eolici, perché compatibili con i vincoli, la normativa e le regolamentazioni esistenti. Ciò rende la mappa uno strumento di lavoro, utile sia per le Amministrazioni Locali quale indicazione delle aree che non presentano criticità tali da impedire a priori la realizzazione di parchi eolici, ma anche per i soggetti privati, soprattutto nella fase iniziale dell'indagine, per orientarsi verso le aree che garantiscono, almeno in via preliminare, le migliori condizioni per lo sfruttamento eolico. Infatti, le effettive potenzialità energetiche di queste aree dovranno essere eventualmente verificate mediante indagini anemometriche in sito. Tuttavia, aggiornando lo studio effettuato all'interno del piano energetico provinciale, emergono a livello indicativo le seguenti potenzialità energetiche del territorio:

| Comune | Producibilità energetica con aerogeneratori da 0,85 MW (GWh/anno) | Producibilità energetica con aerogeneratori da 2 MW (GWh/anno) | Emissioni evitate con lo scenario con aerogeneratori da 0,85 MW (t CO2/anno) | Emissioni evitate con lo scenario con aerogeneratori da 2 MW (t CO2/anno) |
|-----------------------|---|--|--|---|
| Barberino del Mugello | 41 | 48 | 13.488 | 15.869 |
| Borgo San Lorenzo | 65 | 77 | 21.582 | 25.390 |
| Dicomano | 15 | 19 | 4.946 | 6.348 |
| Firenzuola | 125 | 150 | 41.365 | 49.722 |
| Marradi | 49 | 58 | 16.186 | 19.043 |
| Palazzuolo sul Senio | 38 | 45 | 12.589 | 14.811 |

| | | | | |
|---------------------|-----|-----|---------|---------|
| Scarperia San Piero | 12 | 16 | 4.047 | 5.290 |
| Vicchio | 52 | 58 | 17.085 | 19.043 |
| Totale | 397 | 470 | 131.288 | 155.514 |

Tab. 17.1. Sintesi delle potenzialità eoliche nei comuni del Mugello

Da questi dati emerge che le potenzialità eoliche presenti nel territorio del Mugello sono significative e capaci di coprire l'intero fabbisogno energetico ed oltre; infatti secondo lo scenario "0,85 MW" il Mugello potrebbe diventare un esportatore di energia pari a circa 135 GWh/anno. Con questo scenario potrebbero essere risparmiate 86.500 t di CO₂, ad oggi prodotte per soddisfare il fabbisogno energetico dei comuni del Mugello; mentre a scala metropolitana le emissioni possono essere ridotte di ulteriori 44.000 t di CO₂.

18. Vocazionalità energetica del solare

Il primo input per una stima affidabile della produzione energetica da fotovoltaico è la conoscenza della radiazione solare incidente in un dato luogo. La metodologia utilizzata in questo studio ha quindi previsto un calcolo delle superfici idonee per sistemi fotovoltaici in base all'insolazione incidente e, nel caso di aree urbane, andando a filtrare le superfici disponibili scorporando i centri storici.

Per quantificare l'offerta di energia fotovoltaica sono state individuate le superfici delle coperture residenziali ed industriali, infatti la tecnologia fotovoltaica permette lo scambio in rete dell'energia prodotta quindi il suo consumo non è strettamente legato al luogo di produzione.

Dalle superfici sono stati eliminati gli "spazi tecnici" come la distanza necessaria per evitare effetti di ombreggiamento, infatti devono essere introdotti dei fattori correttivi per eliminare superfici non idonee per l'installazione di sistemi fotovoltaici. Questi parametri possono variare da tetto a tetto, da zona a zona, con il conseguente rischio di utilizzare valori troppo conservativi che portano ad una sottostima del potenziale stesso.

Per la quantificazione del potenziale solare sono stati realizzati due metodi di classificazione delle superfici edificate coperte: è stata fatta una distinzione tra edifici industriali ed edifici civili.

Per entrambi i casi è stata ipotizzata una riduzione delle superfici disponibili al fine di eliminare le coperture degli edifici per i quali non è possibile ipotizzare l'impiego di tecnologie solari (fotovoltaico o solari termico) per la produzione di energia. In particolare questa riduzione è volta ad escludere tipologie costruttive che non consentano una efficace installazione dei pannelli, edifici con esposizione che non permette un adeguato irraggiamento, centri storici, coperture che presentano importanti ombreggiature, ecc.

Nel caso di coperture di edifici civili, oltre all'esclusione dei centri storici, sono state escluse le coperture degli edifici pari al 25% delle superfici complessive. Sulle aree rimanenti è stato calcolato di destinare alla produzione di energia elettrica il 12,5%, mentre un altro 12,5% è destinato all'installazione di pannelli solari termici. Inoltre è stato ipotizzato l'impiego di pannelli fotovoltaici con celle solari a silicio monocristallino che hanno una resa in kW/mq migliore rispetto agli impianti con celle a silicio policristallino.

Nel caso di coperture industriali sono state considerate vocate tutte le coperture con una riduzione dell'80% delle superfici disponibili. Questa riduzione, come già accennato, è volta all'esclusione di aree non vocate all'installazione di impianti fotovoltaici quindi all'eliminazione delle aree con importanti ombreggiamenti, strutture che non consentano l'installazione dei pannelli, ecc. In questo caso la simulazione è stata fatta considerando l'utilizzo di pannelli fotovoltaici con celle con silicio policristallino, più economici ma con una resa kW/mq inferiore rispetto ai pannelli in silicio monocristallino considerati per la simulazione sulle coperture civili.

Per verificare il potenziale di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, sono state considerate anche le perdite di sistema degli impianti. Infatti è stato ipotizzato una perdita di sistema pari al 28%. Le perdite di sistema sono relative:

- perdite distribuite lungo i cavi di trasmissione in corrente continua dai moduli fino agli inverter (i cavi in continua sono soggetti a perdite maggiori di trasporto dei cavi in alternata);
- perdite concentrate di conversione da CC/CA;
- perdite concentrate di trasformazione per l'innalzamento della tensione a 380 V;
- perdite distribuite lungo i cavi di alternata che collegano gli inverter alla sala quadri di BT e al trasformatore, solo in caso di immissione in rete;
- perdite concentrate di trasformazione per l'innalzamento della tensione da 380/15.000 V, solo in caso di immissione in rete;
- perdite per minori rendimento di pannello dovuto all'innalzamento della temperatura del modulo.

| COMUNI | Superfici in mq zone industriali | Superficie utile in mq per installazioni pannello FV | kWp installabili silicio policristallino | Produzione annua media espressa in GWh/mq anno |
|-----------------------|----------------------------------|--|--|--|
| Barberino del Mugello | 552.885,00 | 110.577,00 | 10.052,45 | 10,20 |
| Borgo San Lorenzo | 409.023,00 | 81.804,60 | 7.436,78 | 7,53 |
| Dicomano | 42.082,00 | 8.416,40 | 765,13 | 0,77 |
| Firenzuola | 52.980,00 | 10.596,00 | 963,27 | 0,98 |
| Marradi | 24.259,00 | 4.851,80 | 441,07 | 0,45 |
| Palazzuolo sul Senio | 13.577,00 | 2.715,40 | 246,85 | 0,25 |
| Scarperia San Piero | 350.328,00 | 70.065,60 | 6.369,60 | 6,46 |
| Vicchio | 80.264,00 | 16.052,80 | 1.459,35 | 1,48 |
| Totale | 1.525.398,00 | 305.079,60 | 27.734,51 | 28,12 |

Tab. 18.1. Sintesi delle potenzialità fotovoltaiche sulle coperture industriali

| COMUNI | Superfici in mq edifici civili | Superficie utile in mq per installazioni pannello FV | kWp installabili silicio monocristallino | Produzione annua media espressa in GWh/mq anno |
|-----------------------|--------------------------------|--|--|--|
| Barberino del Mugello | 866.716 | 81.254,59 | 10156,82 | 10,30 |
| Borgo San Lorenzo | 1.404.725 | 131.692,97 | 16461,62 | 16,68 |
| Dicomano | 395.097 | 37.040,34 | 4630,04 | 4,68 |
| Firenzuola | 783.879 | 73.488,66 | 9186,08 | 9,31 |
| Marradi | 422.531 | 39.612,28 | 4951,54 | 5,03 |
| Palazzuolo sul Senio | 214.113 | 20.073,09 | 2509,14 | 2,55 |
| Scarperia San Piero | 1.136.145 | 106.513,59 | 13314,20 | 13,51 |
| Vicchio | 707.238 | 66.303,56 | 8287,95 | 8,39 |
| Totale | 5.930.443,60 | 555.979,09 | 69497,39 | 70,45 |

Tab. 18.2. Sintesi delle potenzialità fotovoltaiche sulle coperture civili

Inoltre è stata realizzata un'analisi puntuale sulle aree non metanizzate in quanto in questi luoghi può essere opportuno sviluppare, assieme alle biomasse, una graduale conversione energetica dall'utilizzo di fonti fossili, in particolare per la produzione di energia termica (gasolio e GPL), con fonti rinnovabili. Nelle aree non metanizzate infatti può essere incentivato un rinnovamento degli impianti da un lato che utilizzi biomasse in maniera efficiente, mentre dall'altro possa anche utilizzare l'energia elettrica rinnovabile per la produzione di calore attraverso l'impiego di pompe di calore.

| Aree Non metanizzate | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|--|--|---|
| COMUNI | Superficie in mq edifici civili | Superficie utile in mq per installazioni pannello FV | KWp installabili silicio monocristallino | superficie solare in GWh/mq anno residenziali |
| Barberino del Mugello | 298.836 | 28.016 | 3.502 | 3,55 |
| Borgo San Lorenzo | 419.022 | 34.919 | 4.365 | 4,42 |
| Dicomano | 136.534 | 11.378 | 1.422 | 1,44 |
| Firenzuola | 460.078 | 38.340 | 4.792 | 4,86 |
| Marradi | 199.816 | 16.651 | 2.081 | 2,11 |
| Palazzuolo sul Senio | 85.725 | 7.144 | 893 | 0,91 |
| Scarperia San Piero | 341.425 | 28.452 | 3.557 | 3,61 |
| Vicchio | 473.882 | 39.490 | 4.936 | 5,00 |
| Totale | 2.415.318,00 | 204.389 | 25.549 | 25,90 |

Tab. 18.3. Sintesi delle potenzialità fotovoltaiche sulle coperture civili in aree non metanizzate

Complessivamente questo scenario di installazione di pannelli fotovoltaiche sulle superfici coperte industriali e civili può consentire la produzione di energia elettrica pari a circa il 37% del fabbisogno energetico elettrico del Mugello. Inoltre potrebbe evitare l'immissione in atmosfera di oltre 32.500 t di anidride carbonica.

| COMUNI | Potenziale totale GWh/anno | Consumi GWh/anno | Contributo alla riduzione delle emissioni di CO ₂ (t) | Copertura percentuale dei consumi attuali e delle emissioni |
|-----------------------|----------------------------|------------------|--|---|
| Barberino del Mugello | 20,50 | 66,72 | 6.777,93 | 30,73% |
| Borgo San Lorenzo | 24,21 | 50,63 | 8.003,84 | 47,81% |
| Dicomano | 5,45 | 10,20 | 1.803,05 | 53,47% |
| Firenzuola | 10,29 | 16,18 | 3.401,55 | 63,60% |
| Marradi | 5,47 | 9,14 | 1.809,89 | 59,87% |
| Palazzuolo sul Senio | 2,80 | 4,03 | 925,64 | 69,39% |
| Scarperia San Piero | 19,97 | 78,91 | 6.601,69 | 25,30% |
| Vicchio | 9,87 | 26,04 | 3.262,15 | 37,89% |
| Totale | 98,57 | 261,87 | 32.585,74 | 37,64% |

Tab. 18.4. Quadro di sintesi delle potenzialità di produzione di energia elettrica da fotovoltaico e riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera.

Anche il solare termico, anche se più difficilmente integrabile nelle strutture rispetto al fotovoltaico, offre interessanti possibilità di sviluppo. Considerando che il 25% delle superfici coperte degli edifici civili possa essere idoneo ad ospitare impianti solari termici (con l'esclusione dei centri storici), è stata fatta un'ulteriore riduzione, speculare a quanto già accennato per il fotovoltaico, del 12,5%. Con queste premesse la produzione di energia termica prodotta da questa tecnologia può coprire circa il 20% dei consumi di combustibili fossili e rinnovabili (poiché una parte di questi consumi deriva anche dalla combustione di legna da ardere e pellet).

| COMUNI | superficie in mq zone residenziali | superficie in mq zone residenziali installazioni pannello solare | Produzione potenziale annua di energia termica GWh/anno | Consumi termici complessivi in GWh/anno | Potenzialità percentuale di copertura dei consumi termici | Riduzione emissioni CO ₂ t/anno |
|-----------------------|------------------------------------|--|---|---|---|--|
| Barberino del Mugello | 866.716 | 27.084,86 | 9,48 | 60,64 | 16% | 2.086,06 |
| Borgo San Lorenzo | 1.404.725 | 43.897,66 | 15,36 | 101,86 | 15% | 3.353,11 |
| Dicomano | 395.097 | 12.346,78 | 4,32 | 26,68 | 16% | 913,94 |
| Firenzuola | 783.879 | 24.496,22 | 8,57 | 27,10 | 32% | 1.891,07 |
| Marradi | 422.531 | 13.204,09 | 4,62 | 19,04 | 24% | 998,82 |
| Palazzuolo sul Senio | 214.113 | 6.691,03 | 2,34 | 7,42 | 32% | 513,37 |
| Scarperia San Piero | 1.136.145 | 35.504,53 | 12,43 | 64,98 | 19% | 2.722,66 |
| Vicchio | 707.238 | 22.101,19 | 7,74 | 63,28 | 12% | 1.713,62 |
| Totale | 5.930.443,60 | 185.326,36 | 64,86 | 370,99 | 21% | 14.192,65 |

Tab. 18.5. Quadro di sintesi delle potenzialità di produzione di energia termica da tecnologia solare sul territorio del Mugello.

Anche in questo caso è stato fatto un focus di approfondimento sulle aree non metanizzate. In questo caso la possibilità di errore è leggermente più marcato poiché non è possibile individuare con precisione le abitazioni abitate stabilmente. Tuttavia considerando che il 20% delle abitazioni possa ospitare impianti solari termici per la produzione di energia, si stima che questa tecnologia possa coprire circa il 17% dei consumi termici.

| COMUNI | superficie in mq zone residenziali | superficie in mq zone residenziali installazioni pannello solare | Produzione annua di energia termica GWh | Consumi di Complessivi termici | Potenzialità percentuale di copertura dei consumi termici | Riduzione emissioni CO2 t/anno |
|-----------------------|------------------------------------|--|---|--------------------------------|---|--------------------------------|
| Barberino del Mugello | 298.836 | 5.336,36 | 1,87 | 14,85 | 13% | 239,70 |
| Borgo San Lorenzo | 419.022 | 7.482,54 | 2,62 | 27,37 | 10% | 331,18 |
| Dicomano | 136.534 | 2.438,11 | 0,85 | 6,33 | 13% | 56,36 |
| Firenzuola | 460.078 | 8.215,68 | 2,88 | 12,12 | 24% | 104,41 |
| Marradi | 199.816 | 3.568,14 | 1,25 | 6,00 | 21% | 126,27 |
| Palazzuolo sul Senio | 85.725 | 1.530,80 | 0,54 | 1,75 | 31% | 54,17 |
| Scarperia San Piero | 341.425 | 6.096,88 | 2,13 | 14,41 | 15% | 211,57 |
| Vicchio | 473.882 | 8.462,18 | 2,96 | 42,39 | 7% | 503,75 |
| Totale | 2.415.318,00 | 43.130,68 | 15,10 | 145,72 | 17% | 1.627,41 |

Tab. 18.6. Quadro di sintesi delle potenzialità di produzione di energia termica da tecnologia solare nelle aree non metanizzate del Mugello.

19. Vocazionalità energetica idroelettrico

La stima territoriale del potenziale energetico del settore idroelettrico deve essere affrontata primariamente analizzando i corsi d'acqua ed assumere le curve di durata della portata, che è elemento caratteristico di ogni corso d'acqua. Tramite l'utilizzo di una pluralità di fonti sono stati individuate le principali caratteristiche dei corsi d'acqua presenti nei bacini del Santerno, Senio, Lamone e Sieve. In particolare il dato principale di ingresso è il regime idrico dei corsi d'acqua, consultando non la portata media annua ma utilizzando la curva di durata di ogni corso. Per fissare correttamente, dunque, la portata da prelevare è necessario conoscere la "curva di durata" caratteristica del tratto in esame ed il Deflusso Minimo Vitale (anche questa caratteristica specifica di ogni corso d'acqua). La curva di durata, in genere, si deriva dall'andamento cronologico dei deflussi. Essa si rappresenta su un piano cartesiano (Q,d) in cui ad ogni valore di portata, è associata la corrispondente durata definita come il numero di giorni in cui quella portata è raggiunta o superata.

Le analisi hanno portato a fissare quindi due dati importanti: la portata derivabile, permettendo sempre e comunque il deflusso minimo vitale (sempre indicato dall'Autorità di Bacino), ed i giorni di funzionamento. In questo modo stimando la potenza installabile e sapendo il grado di utilizzazione annuo è possibile calcolare l'energia idraulica producibile annualmente. La potenza viene calcolata tramite la formula:

$$P = 9,81 * r * (Qd - DMV) * h$$

dove:

- r è il rendimento complessivo dell'impianto (mediamente di c.ca 77%);
- Qd portata (di derivazione scelta mediante la curva di durata);
- DMV è il deflusso minimo vitale che è caratteristica di ogni corso d'acqua;
- h altezza del dislivello (tra punto di prelievo e quello di rilascio).

Per il calcolo del potenziale idroelettrico installabile e della produzione di energia idroelettrica su base annua, è necessario conoscere il dislivello disponibile nell'impianto tra il punto di captazione ed il punto di

restituzione. La lunghezza tra questi due punti è detta “sviluppo strutturale” e può variare in funzione di diverse condizioni locali. Nel presente studio si adotta come sviluppo strutturale di riferimento del teorico impianto la lunghezza del segmento di asta fluviale compreso tra due confluenze. Nel caso dell’ultimo tratto montano lo sviluppo strutturale viene calcolato come distanza tra la sorgente e la prima confluenza. Di conseguenza il salto disponibile sarà la differenza di quota tra questi due punti. Ciò consente di individuare il massimo potenziale energetico presente nei bacini del Mugello.

| Bacino | Potenza installabile (kW) | Energia idroelettrica potenziale (GWh/anno) | Emissioni in atmosfera evitate (t CO ₂ /anno) |
|---------------|---------------------------|---|--|
| Sieve | 5.341,00 | 6,36 | 2.103,19 |
| Santerno | 6.235,00 | 9,22 | 3.047,11 |
| Senio | 1.617,00 | 2,39 | 790,42 |
| Lamone | 3.898,00 | 5,76 | 1.905,40 |
| Totale | 17.091,00 | 23,73 | 7.846,11 |

Tab. 19.1. Quadro di sintesi delle potenzialità di produzione di energia idroelettrica nei principali bacini del Mugello

Questo studio fornisce una indicazione delle potenzialità della risorsa idroelettrica nel territorio del Mugello, che tuttavia deve prevedere ulteriori approfondimenti puntuali sui corsi d’acqua. La presente analisi infatti è una valutazione dell’idoneità potenziale per lo sfruttamento idroelettrico dei bacini del Mugello eseguita in questo ampio contesto territoriale, indipendentemente dalle concrete attuazioni. L’analisi si basa sull’analisi delle potenzialità idroelettriche dei principali bacini, individuandone la loro potenzialità complessiva. Per la realizzazione puntuale degli impianti è necessario sviluppare un approfondimento in cui individuare i siti più adatti, ossia quelli caratterizzati da un elevato potenziale idroelettrico, in presenza di un valore ecologico e paesaggistico relativamente basso, o quelli in cui un adeguato sfruttamento idroelettrico non condurrebbe a un significativo degrado delle condizioni ambientali. E’ necessaria una seconda fase che esegua un’approfondita valutazione locale del progetto concreto, che consideri sia le specificità dell’impianto in relazione alle caratteristiche del sito preso in esame, sia gli ulteriori aspetti socio-economici, in modo da effettuare una ponderazione olistica di tutti i criteri rilevanti. L’autorizzazione non riguarda solo un giudizio relativo alla possibilità di costruire l’impianto in determinate aree o meno, ma riguarda anche la modalità di realizzazione del progetto stesso.

20. Indicazione per lo sviluppo dei Piani d'azione locali

Vengono di seguito indicati alcuni punti per lo sviluppo di impianti che utilizzano le fonti rinnovabili individuate nel presente piano.

20.1 Energia da biomasse legnose²⁵

Impianti a biomassa legnosa per la produzione di energia elettrica

Divieto di realizzazione di impianti di sola produzione di energia elettrica da biomasse.

Impianti di cogenerazione a biomassa legnosa

Sono ammessi impianti di cogenerazione di potenza inferiore o uguale a 500 kWe, che equivalgono a consumi di cippato compatibili con una filiera locale²⁶. Deve essere garantito l'impiego completo della produzione di energia termica durante tutto l'anno; non è sufficiente pertanto giustificare i consumi di energia termica con consumi di edifici civili (climatizzazione ambienti e acqua calda sanitaria), bensì la cogenerazione deve essere abbinata ad un processo produttivo che necessita del calore prodotto dall'impianto di cogenerazione in tutto l'arco dell'anno. L'alimentazione di tali impianti deve essere a cippato di legno e non con altre biomasse.

Impianti a biomassa legnosa per la produzione di energia termica

E' consentita la realizzazione di impianti a biomassa per la produzione di energia termica anche attraverso la realizzazione di reti di teleriscaldamento. Il presente studio ha individuato i borghi e le frazioni non serviti dalla rete del metano che sono vocati alla realizzazione di impianti, tuttavia è necessario un approfondimento puntuale per la realizzazione di ulteriori sviluppi progettuali (verifica puntuale dei consumi, dei sistemi di distribuzione del calore, composizione delle pavimentazioni stradali, ecc). L'alimentazione di tali impianti deve essere a cippato di legno e non con altre biomasse.

Rispetto di requisiti tecnici minimi.

Il rendimento minimo dell'impianto finanziato deve essere così dimostrato:

- per le caldaie fino a 500 kW il rendimento minimo è attestato da una dichiarazione del produttore del generatore con riferimento alla UNI-EN 303-5:2012 per il rapporto di prova di omologazione;
- per le caldaie sopra ai 500 kW il rendimento minimo è attestato da una dichiarazione del produttore del generatore nella quale deve essere indicato il tipo di combustibile utilizzato. Le caldaie devono obbligatoriamente possedere i seguenti requisiti tecnici:
 1. Le caldaie fino a 500 kW di potenza nominale devono possedere la certificazione di un organismo accreditato che attesti la conformità alla norma UNI EN 303-5:2012 e l'appartenenza del generatore alla classe di prestazione 5 (caldaie fino a 500 kW);
 2. Le caldaie devono possedere dispositivi di regolazione sia della potenza sia della combustione;
 3. Le caldaie devono possedere a bordo tutti i dispositivi di sicurezza antincendio che, in funzione del tipo di impianto (sistemi di estrazione e caricamento del biocombustibile) e della capacità del deposito, garantiscano la piena sicurezza dell'impianto, in conformità alle leggi vigenti;

²⁵ Allegato X, parte II, sezione 4, del D.Lgs 152/2006;

²⁶ Un impianto di cogenerazione a gassificazione da 500 kWe ha un consumo annuo stimato di circa 3.800-4.000 t/anno di cippato (M10);

4. Le caldaie a caricamento automatico (cippato) devono possedere sistemi di accensione automatica e sistemi di estrazione automatica delle ceneri;
 5. È obbligatoria l'installazione di sistemi di contabilizzazione del calore;
 6. Alimentazione automatica tramite coclea o spintori
- Requisiti della rete di teleriscaldamento ed altre condizioni da rispettare:
 - densità termica di rete: quantità di calore annua ceduta per metri lineari di rete > 900 kWh/(m^l*a);
 - lunghezza della rete (in m)/potenza nominale P_n (in kW) < 2;
 - È obbligatoria l'installazione di sistemi di accumulo termico, secondo le seguenti prescrizioni con un minimo di 20 accumulo non inferiore a 20 dmc/kWt.
 - Non si escludono impianti alimentati a cippato anche in aree metanizzate a servizio di edifici pubblici, come ad esempio scuole (si pensi infatti anche al valore educativo).
 - Inoltre può essere opportuno lo sviluppo di gruppi di acquisto per favorire il rinnovamento ed il turnover dei generatori di calore a biomassa presenti sul territorio. Si stima un aumento dell'efficienza dell'utilizzo della risorsa e una riduzione delle emissioni di polveri totali in atmosfera del 25% (es passaggio da generatore di calore da 3 stelle a 5 stelle).
 - Realizzazione di cooperative di comunità per la realizzazione di progetti di teleriscaldamento.

20.2 Energia eolica

Per la realizzazione di progetti eolici nel territorio del Mugello si indicano le seguenti condizioni da rispettare:

- Ogni proposta di impianto eolico di potenza superiore a 5 kW deve essere corredato da uno studio anemometrico su base annuale che testimoni la puntuale vocazione eolica del luogo in relazione all'impianto che si intende realizzare (potenza ed altezza dell'aerogeneratore). Lo studio deve evidenziare:
 - Le ore di funzionamento dall'aerogeneratore alla potenza nominale, che non deve essere inferiore alle 1.600 ore/anno;
 - Una velocità del vento media del sito non inferiore a 5 m/s;
- utilizzo di aerogeneratori con torri tubolari e non a traliccio, con colorazione neutra e vernici antiriflettenti;
- distanza minima di 3-5 volte il diametro del rotore tra aerogeneratori in direzione ortogonale a quella del vento prevalente e di 5-7 volte il diametro del rotore tra aerogeneratori nella direzione del vento prevalente;
- minimizzazione dei percorsi delle opere di allacciamento alla Rete di Trasporto Nazionale dell'energia elettrica;
- inserimento delle cabine di trasformazione BT/MT all'interno delle torri di sostegno degli aerogeneratori;
- realizzazione delle linee elettriche di connessione in cavidotto e ad una profondità minima di 1.0 m, protette, accessibili ed opportunamente segnalate;
- quando possibile riutilizzo di viabilità di accesso esistente;
- priorità alla collocazione in aree da riqualificare (es. vicino aree di cava, ecc.);
- ripristino dei danni occorsi durante le fasi di costruzione e restituzione alla destinazione ante operam delle aree di cantiere;
- ripristino del sito alla destinazione ante operam al termine della vita utile dell'impianto assicurando la copertura della fondazione con almeno 1 m di terreno vegetale, rimuovendo le linee elettriche e tutte le apparecchiature a servizio della sottostazione.
- Realizzazione di cooperative di comunità per la realizzazione di progetti eolici sul territorio

20.3 Energia solare

Al fine di ottenere gradualmente i risultati indicati al capitolo 18 è necessario sviluppare delle politiche puntuali per favorire l'installazione di impianti fotovoltaici. In particolare i singoli regolamenti edilizi comunali dovranno prevedere strumenti per lo sviluppo di questa tecnologia anche attraverso introduzione dell'obbligo di introduzione del fotovoltaico per i nuovi edifici ma in particolare negli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni rilevanti.

Impianti solari fotovoltaici

- Priorità alla sostituzione delle coperture in eternit (ambito produttivo) con impianti fotovoltaici integrati;
- Nessuna preclusione all'utilizzo di impianti fotovoltaici su coperture industriali e della GDO, compreso le superfici impermeabilizzate a loro servizio (es. parcheggi);
- La regolamentazione dell'impiego di impianti fotovoltaici si rifà alla normativa sovraordinata regionale, senza aggiungere ulteriori limitazioni;
- Inserire, nei regolamenti edilizi, l'obbligatorietà alla realizzazione di impianti solari fotovoltaici in caso di realizzazione di nuovi edifici e negli edifici esistenti in caso di ristrutturazione straordinaria.
- Lungo le strade extraurbane secondarie (tipo C Codice della Strada) si possono prevedere sistemi a nastro utilizzabili anche come barriere antirumore.
- Nelle aree estrattive dismesse ove non sia già presente un processo di rinaturalizzazione possono essere installati impianti fotovoltaici su superfici orizzontale o su pareti verticali.
- Favorire lo sviluppo di gruppi di acquisto per aumentare la quota di energia prodotta da fotovoltaico e per la gestione di impianti collettiva di impianti realizzati su coperture industriali;
- Realizzazione di cooperative di comunità per la realizzazione di impianti fotovoltaici finalizzati a realizzare una rete diffusa di impianti fotovoltaici sui tetti di case, aziende e edifici pubblici.

Impianti solari termici

- La regolamentazione dell'impiego di impianti fotovoltaici si rifà alla normativa sovraordinata regionale, senza aggiungere ulteriori limitazioni;
- Inserire, nei regolamenti edilizi, l'obbligatorietà alla realizzazione di impianti solari termici in caso di realizzazione di nuovi edifici e negli edifici esistenti in caso di ristrutturazione straordinaria.

20.4 Energia idroelettrica

Per quanto riguarda lo sfruttamento del potenziale idroelettrico è preferibile evitare la costruzione di nuovi bacini di accumulo solo se dedicati alla funzione energetica; diversamente è opportuno costruire un piano, anche finalizzato all'adattamento ai cambiamenti climatici, per la realizzazione di nuovi piccoli-medi invasi per usi agricoli, civili e come mitigazione per eventi meteorici estremi ed infine anche a scopo energetico. Per i soli scopi energetici è preferibile realizzare impianti ad acqua fluente. In questi impianti la turbina produce con modi e tempi totalmente dipendenti dalla disponibilità d'acqua nel corpo idrico, ma l'alterazione del territorio è minima.

Per la realizzazione di impianti idroelettrici sul territorio del Mugello si indicano le seguenti condizioni da rispettare:

- priorità alla collocazione in aree da riqualificare e in occasioni di recupero di manufatti già presenti sui corsi d'acqua; gli impianti idroelettrici associati ad infrastrutture esistenti, che sfruttano esclusivamente l'acqua già utilizzata per lo scopo primario dell'infrastruttura, generalmente non influiscono in modo aggiuntivo sugli ecosistemi acquatici e risultano economicamente vantaggiosi.

Pertanto, dal punto di vista ambientale, questi impianti sono considerati appropriati e auspicabili (impianti a coclea presso briglie esistenti).

- ore di funzionamento dell'impianto alla potenza nominale non inferiore alle 3.000 ore/anno;
- almeno 3 anni di dati, non antecedenti all'ultimo decennio, di portata giornaliera misurata con sufficiente continuità e significativa per la definizione del regime dei deflussi (curva di durata).
- minimizzare l'occupazione di suolo e ridurre al minimo la trasformazione del territorio;
- realizzazione delle linee elettriche di connessione in cavidotto e ad una profondità minima di 1.0 m, protette, accessibili ed opportunamente segnalate;
- il rispetto del DMV, ai fini della tutela delle caratteristiche fisiche e chimiche del corso d'acqua utilizzato e della salvaguardia delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali;
- la restituzione di acqua in relazione agli obiettivi di qualità del corso d'acqua;
- nel valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua, va preso in considerazione non solo lo status quo, ma anche le prevedibili modifiche nelle condizioni ecologiche, nel caso, ad esempio, siano previsti progetti di riqualificazione dell'area considerata;
- quando possibile riutilizzo di viabilità di accesso esistente;
- ripristino dei danni occorsi durante le fasi di costruzione e restituzione alla destinazione ante operam delle aree di cantiere;
- ripristino del sito alla destinazione ante operam al termine della vita utile dell'impianto, rimuovendo le linee elettriche e tutte le apparecchiature a servizio della sottostazione.;
- Realizzazione di cooperative di comunità per la realizzazione di impianti idroelettrici.

21. Considerazioni conclusive

L'obiettivo del presente lavoro è individuare il potenziale energetico sul territorio dei comuni del Mugello e tracciare una guida per lo sviluppo di politiche e di progetti "rinnovabili" sul territorio. Il lavoro rappresenta una guida per amministratori e soggetti imprenditoriali che intendono avviare progetti finalizzati alla produzione di energia rinnovabile nel rispetto delle caratteristiche territoriali e della comunità locale.

Il presente studio fornisce un'indicazione delle potenzialità territoriali in merito alla vocazione energetica del territorio che, tuttavia, necessita di ulteriori sviluppi per divenire operativo; ma costituisce la base conoscitiva che consente di avviare progetti e politiche volte all'integrazione delle fonti energetiche territoriali all'interno del contesto territoriale del Mugello.

I risultati dimostrano che, nonostante alcuni impianti alimentati da fonti rinnovabili, ancora molta strada dovrà essere fatta affinché anche il Mugello contribuisca agli obiettivi di sostenibilità Regionali e Comunitari. A tale scopo è obiettivo del presente lavoro stimolare gli amministratori ed i soggetti privati verso la realizzazione di nuovi impianti per la produzione di energia rinnovabile prodotta a livello locale e ridurre progressivamente la quota di energia importata dalla rete nazionale (energia elettrica) e dei combustibili fossili per la produzione di calore.

La produzione locale di energia da fonti rinnovabili è ovviamente legata alla grande sfida della riduzione dell'emissione in atmosfera di gas climalteranti. Un contributo sicuramente positivo in termini di riduzione di CO₂, potrà essere offerto dall'impiego di fonti rinnovabili: eoliche, idroelettriche, solari (fotovoltaica e termica) e dalla produzione di energia termica da biomasse (cippato), anche in virtù delle caratteristiche del territorio che offre importanti "serbatoi energetici verdi".

Le biomasse, che in questo lavoro vengono considerate quasi con l'esclusivo uso termico²⁷, giocano un ruolo fondamentale poiché rappresentano sia un motore per lo sviluppo economico locale, sia per la manutenzione del territorio. Infatti il mercato dei prodotti forestali sta vivendo una fase di crisi che perdura ormai da anni, infatti il mercato di tutti gli assortimenti legnosi endogeni si sta contraendo (figg.21.1, 21.2, 21.3 – dati FAOSTAT, 2016). Per quanto riguarda il legno tondo (tronchi), che rappresenta l'assortimento più "nobile", si nota da un lato che la produzione interna continua a contrarsi, segno evidente dell'abbandono delle operazioni selvicolturali all'interno dei confini nazionali, dall'altro registra una riduzione del legno tondo importato dall'estero, segno che le aziende di seconda trasformazione del legno richiedono quantità inferiori di materiale.

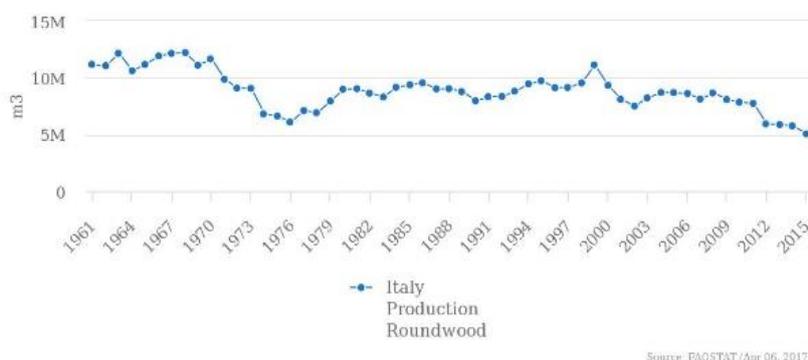
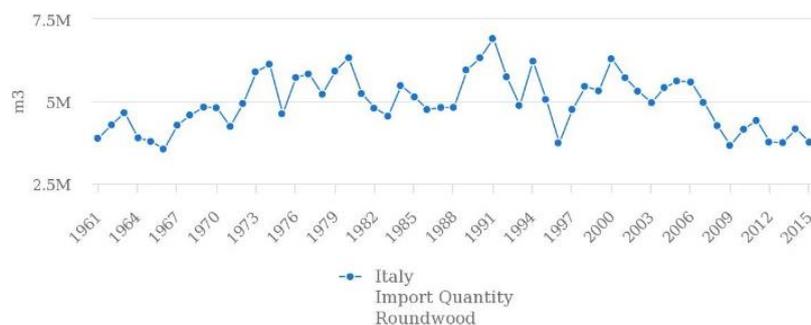


Fig. 21.1. Produzione di legname tondo in Italia

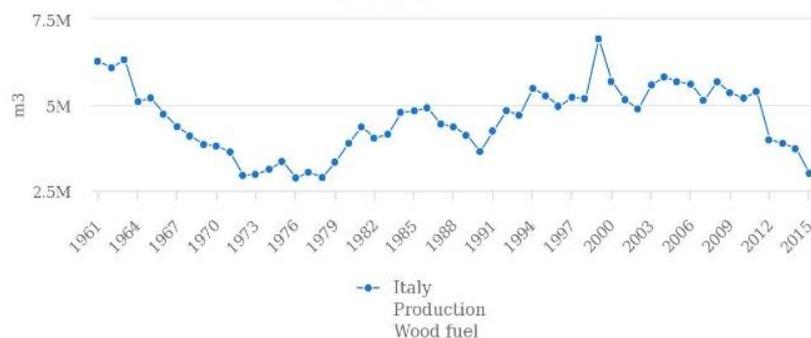
²⁷ Si veda il paragrafo 20.1. La priorità dell'utilizzo delle biomasse (cippato) è l'uso termico, con l'assoluta esclusione di impianti finalizzati alla sola produzione di energia elettrica.



Source: FAOSTAT (Apr 06, 2017)

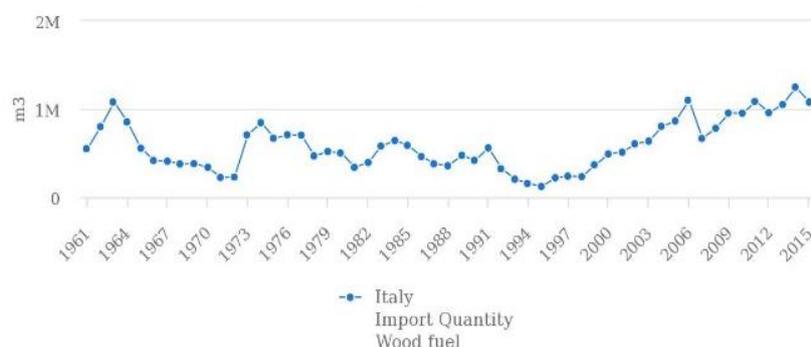
Tab. 21.2. Importazione di legname tondo in Italia

L'Italia ha storicamente consumato grandi quantità di legna da ardere per produrre calore che infatti ha sempre ricoperto un ruolo fondamentale nell'economia rurale e non solo. L'andamento dei grafici dimostra quanto sia importante il legno come combustibile, infatti sul grafico di sinistra si notano le due principali crisi energetiche, nel 1973 e nel 1979, dove si legge un incremento della produzione di legna da ardere; così anche un incremento delle importazioni, nel 1973. Nei momenti di difficoltà si torna ai combustibili tradizionali e più economici. Complessivamente la produzione di legna da ardere negli ultimi venti anni si è ridotta di ben oltre il 50%; mentre l'importazione, in particolare a seguito dello stabilizzarsi dell'economie del blocco dell'ex-Jugoslavia, è aumentata a testimonianza, diversamente dal legno tondo, che un mercato esiste, anche seppur molto ridotto negli anni.



Source: FAOSTAT (Apr 06, 2017)

Fig. 21.3. Produzione di legna da ardere in Italia



Source: FAOSTAT (Apr 06, 2017)

Fig. 21.4. Importazione di legna da ardere in Italia

Oltre alle importazioni dall'estero, a concorrere al decremento della produzione di legna da ardere negli ultimi anni è stata la massiccia diffusione di pellet; ma la produzione di pellet nazionale è molto bassa, si

attesta tra il 10% ed il 15% del consumo totale (AIEL, 2015). Ciò significa che è presente un effetto di sostituzione tra rinnovabili: rinnovabili esogene (pellet) in sostituzione di rinnovabili endogene (legna da ardere). Infatti, anche a causa degli incentivi per l'ammmodernamento degli apparecchi a biomassa molti utenti che fino a qualche anno fa si scaldavano a legna da ardere adesso si scaldano a pellet.

L'Italia consuma circa il 40% del pellet utilizzato in Europa: 3,3 milioni sui 7 milioni di tonnellate annue totali (di cui 4 milioni certificati ENplus). Purtroppo tale fabbisogno nazionale è coperto per quasi il 90% da importazioni provenienti da almeno 40 Paesi, con la netta dominanza di Austria, Germania e Croazia (AIEL, 2015). Si tratta di un mercato ancora in espansione, considerando che negli ultimi anni è cresciuto tra il 12 ed il 15% all'anno, soprattutto in contesti rurali. L'ultimo report ISTAT sui consumi energetici delle famiglie rileva infatti che circa 56% del pellet impiegato in Italia è utilizzato in impianti civili ubicate in comuni montani con popolazione inferiore ai 50.000 abitanti, quindi in aree dove sussiste una tradizione consolidata legata all'uso di biomasse locali: la legna da ardere. In Toscana l'uso di legna da ardere per usi termici è estremamente diffusa nelle aree rurali e montane; su 1,57 milioni di famiglie toscane, circa 600.000 (38%) impiegano legna da ardere di origine locale come fonte energetica. L'introduzione sul mercato del pellet ed il relativo consumo particolarmente concentrato in ambito rurale, può quindi modificare profondamente le economie locali tradizionalmente basate su un mercato locale di legna da ardere e su imprese a carattere familiare. E' infatti plausibile ipotizzare che buona parte del pellet consumato vada a sostituire i consumi di legna da ardere locale. Secondo dati ISTAT, il pellet consumato in aree montane toscane (circa 47.000 t/anno) potrebbe indurre una riduzione dei consumi di legna da ardere, pari a 70-80.000 t/anno, determinando una contrazione del mercato locale delle legna da ardere tra i 7 M€ e gli 8 M€.

La principale causa della riduzione del consumo di legna da ardere di origine locale è dovuta in particolare all'importazione di pellet di origine esogena. A questo effetto di sostituzione ne consegue la contrazione delle attività economiche relative al bosco, generalmente concentrate in aree rurali, che porta in queste stesse aree ad una contrazione dell'occupazione e pertanto ad una riduzione del presidio del territorio. In particolare si assiste al decremento delle superfici forestali annue poste a taglio, quindi governate, negli ultimi quindici anni; mentre nel contempo si assiste, ormai dagli anni '70, ad un aumento delle superfici forestali causate dall'abbandono di aree agricole non più in produzione (incremento del bosco pari a 6.000 ha/anno).

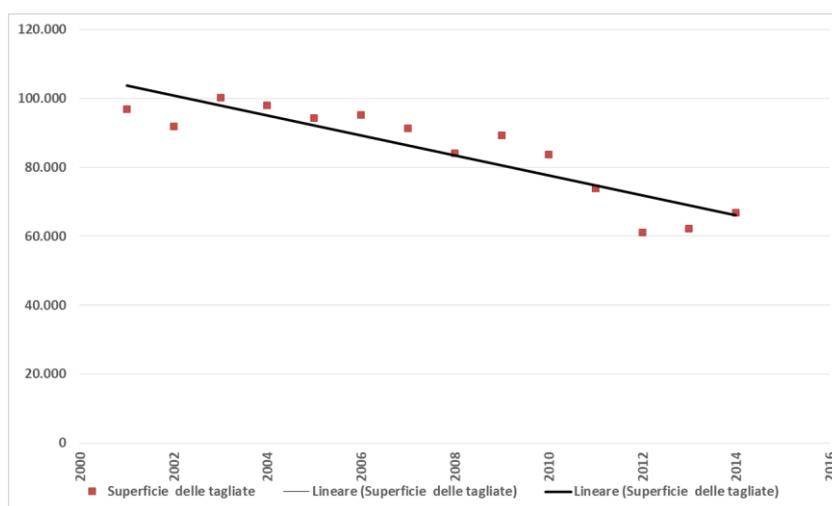


Fig. 21.5. Superficie delle tagliate 2000-2015 (in ettari) in Italia

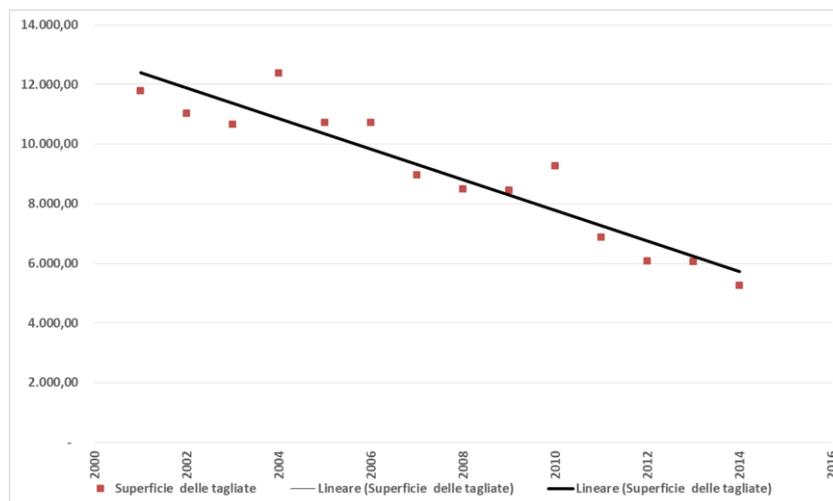


Fig. 21.6. Superficie delle tagliate 2000-2015 (in ettari) in Toscana

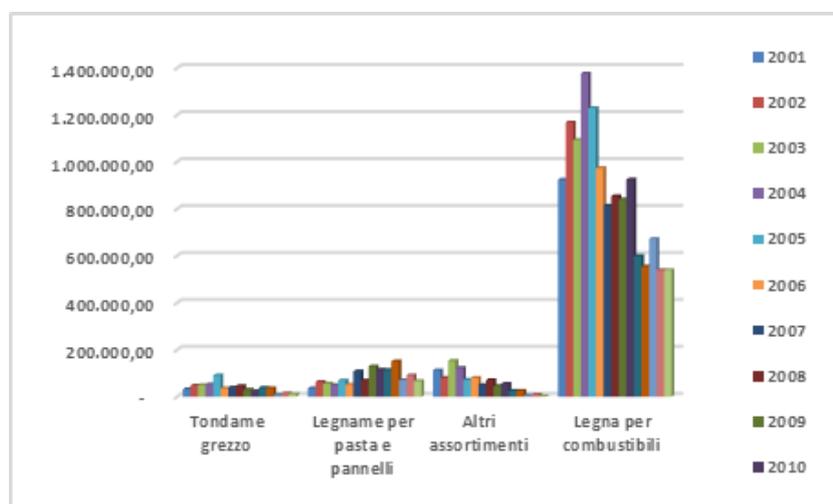


Fig. 21.7. Andamento del mercato dei principali assortimenti legnosi in toscana

La Toscana risulta pesantemente colpita dalla riduzione delle superfici annualmente poste a taglio (fig. 21.6, ISTAT, 2016). Infatti l'assortimento forestale che negli ultimi anni ha registrato la maggior riduzione è la legna da ardere (fig. 21.7 ISTAT, 2016), che rappresenta l'assortimento più diffuso tra le produzioni dei boschi toscani. Si assiste pertanto ad un abbandono dei boschi che può comportare rischi per il territorio in termini di rischio idrogeologico e incendi, fenomeni i cui effetti vengono acuiti dall'inasprirsi degli effetti a scala locale dei cambiamenti climatici ormai in atto. Il territorio del Mugello non si esime da queste dinamiche nazionali e regionali. A tale scopo è necessario sviluppare politiche e progetti che possano riattivare l'utilizzazione e la gestione delle superfici forestali con remunerazione per le imprese ed i proprietari forestali, così da assicurare un sistema economico capace di prendersi cura della gestione del bosco e del territorio rurale e potenzialmente mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici. L'attivazione delle filiere bosco-legno-energia potrebbe consentire la gestione di oltre 4.000 ha/anno su un totale di superfici forestali dell'unione che sono circa 70.000 ha.

Le filiere bosco-legno-energia sono estremamente importanti per i risultati che possono ottenere in termini di gestione del territorio. Questo è un aspetto fondamentale che merita attenzione e spazio in queste conclusioni.

Tornando ai risultati complessivi è possibile osservare che il potenziale di produzione di energia elettrica è di gran lunga superiore agli attuali consumi, infatti il Mugello ha le potenzialità per produrre il doppio dell'energia elettrica rispetto a quella che consuma. In particolare ci sono alcuni comuni che hanno capacità di produzione, spesso legata alla vocazione eolica, molto elevate rispetto ai consumi (Palazzuolo sul Senio, Firenzuola e Marradi). I risultati dimostrano che in Mugello potrebbero essere risparmiate 86.500 t di CO₂, ad oggi prodotte per soddisfare il fabbisogno energetico dei comuni del Mugello, mentre a scala metropolitana (il Mugello può "esportare" energia pulita nelle aree limitrofe, es. città metropolitana di Firenze) le emissioni possono essere ridotte di ulteriori 85.219,73 t di CO₂.

| PARZIALE ELETTRICO (Fotovoltaico e Eolico con scenario 0,85 MW) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| COMUNI | Consumi di energia elettrica (GWh/anno) | Produzione potenziale di energia rinnovabile elettrica (GWh/anno) | Potenzialità percentuale di copertura dei consumi termici | Contributo alla riduzione delle emissioni di CO ₂ (t/anno) |
| Barberino del Mugello | 66,72 | 61,30 | 92% | 20.266,41 |
| Borgo San Lorenzo | 50,63 | 89,49 | 177% | 29.585,41 |
| Dicomano | 10,20 | 20,41 | 200% | 6.748,83 |
| Firenzuola | 16,18 | 135,41 | 837% | 44.766,22 |
| Marradi | 9,14 | 54,43 | 595% | 17.996,07 |
| Palazzuolo sul Senio | 4,03 | 40,88 | 1013% | 13.514,88 |
| Scarperia San Piero | 78,91 | 32,21 | 41% | 10.648,24 |
| Vicchio | 26,04 | 61,55 | 236% | 20.347,56 |
| Parziale elettrico (Fotovoltaico e Eolico) | 261,87 | 495,69 | 189% | 163.873,62 |
| TOTALE ELETTRICO (Fotovoltaico, Eolico con scenario 0,85 MW e Idroelettrico) | | | | |
| Totale con idroelettrico | 261,87 | 519,42 | 198% | 171.719,73 |

Tab. 21.1. Quadro di sintesi delle potenzialità di produzione di energia elettrica rinnovabile all'interno dell'Unione dei Comuni del Mugello e relativo contributo alla riduzione di anidride carbonica in atmosfera.

Per quanto riguarda le potenzialità di produzione di energia termica rinnovabile in Mugello è stata data priorità al solare termico ed alle biomasse solide perché sono attualmente le due tecnologie affidabili ed economiche che consentono di ottenere importanti risultati in termini di riduzione di dipendenza dalle fonti fossili.

Considerando che le potenzialità del solare termico è stata sottostimata, per non incorrere in previsioni eccessivamente ottimistiche (l'energia termica non può essere messa in rete ma consumata laddove viene prodotta), in Mugello possono comunque essere coperti il 48% dei consumi di energia termica con fonti rinnovabili contribuendo alla riduzione di oltre 25.600 t/anno di CO₂.

Inoltre, è ragionevole pensare che parte del fabbisogno termico possa essere coperto attraverso l'utilizzo combinato di fonti energetiche elettriche rinnovabili (più comunemente fotovoltaico) e pompe di calore che negli ultimi anni si stanno affermando sul mercato grazie a prezzi concorrenziali e performance energetiche soddisfacenti.

| TOTALE TERMICO | | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| COMUNI | Consumi di energia termica (GWh/anno) | Produzione potenziale di energia rinnovabile termica (GWh/anno) | Potenzialità percentuale di copertura dei consumi termici | Contributo alla riduzione delle emissioni di CO ₂ (t) |
| Barberino del Mugello | 60,64 | 19,28 | 32% | 3.098,76 |
| Borgo San Lorenzo | 101,86 | 39,37 | 39% | 5.789,03 |
| Dicomano | 26,68 | 15,94 | 60% | 1.390,76 |
| Firenzuola | 27,10 | 22,00 | 81% | 2.042,92 |
| Marradi | 19,04 | 8,73 | 46% | 1.311,41 |
| Palazzuolo sul Senio | 7,42 | 2,73 | 37% | 543,25 |
| Scarperia San Piero | 64,98 | 16,20 | 25% | 3.002,56 |
| Vicchio | 63,28 | 54,38 | 86% | 8.481,30 |
| Totale | 370,99 | 178,64 | 48% | 25.660,00 |

Tab. 21.2. Quadro di sintesi delle potenzialità di produzione di energia termica rinnovabile all'interno dell'Unione dei Comuni del Mugello e relativo contributo alla riduzione di anidride carbonica in atmosfera.

In conclusione se tutte le potenzialità del territorio venissero utilizzate per la produzione di energia da fonti rinnovabili, sarebbe possibile la riduzione di circa 197.379,72 t/anno di CO₂. Sembra un risultato eccezionale, tuttavia rappresenta "solo" il 36% delle attuali emissioni annue di CO₂ in Mugello. Questo dato testimonia che molto è ancora da fare, in particolare sul capitolo dei trasporti dato che è la voce che rappresenta il 50% delle emissioni di anidride carbonica sul territorio dell'Unione.

| QUADRO EMISSIONI EX-ANTE/EX POST | |
|--|--------------------------|
| Emissioni ex-ante nei comuni del Mugello Emissioni CO ₂ nel 2010 - IRSE - (t/anno) | 542.519,76 ²⁸ |
| Contributo alla riduzione delle emissioni di CO ₂ (t/anno) | 197.379,72 |
| Riduzione in percentuale delle emissioni | 36% |

Tab. 21.3. Quadro di sintesi delle emissioni attuali (ex-ante) rapportate alle emissioni potenzialmente raggiungibili con l'attuazione delle previsioni (ex-post).

La realizzazione di questo lavoro è volta a tracciare una guida, a verificare le possibilità che offre il territorio, ma occorrono piani operativi specifici puntuali. Tuttavia anche questi non sono sufficienti a realizzare gli obiettivi. E' necessario, in particolare nei progetti che riguardano il territorio, mettere al centro le comunità locali, renderle parte attiva non solo nei processi decisionali ma anche e soprattutto attraverso il loro coinvolgimento nella parte operativa. Sono utili a questo scopo le "Cooperative di Comunità". Le Cooperative di Comunità rappresentano infatti uno strumento inclusivo di visione collettiva e di condivisione di obiettivi locali per la sostenibilità energetica del territorio. Queste consentono di creare una filiera delle energie

²⁸ Le emissioni di anidride carbonica equivalenti riguardano tutti i macrosettori produttivi compreso il sistema dei trasporti che da solo vale il 50% delle emissioni di CO₂ complessive del Mugello.

rinnovabili, dal produttore al consumatore, per ridurre i costi energetici delle imprese e dei cittadini e creare nuove opportunità per il territorio nel rispetto della comunità e con vantaggi in termini ambientali.

Le cooperative di comunità, nate sui modelli europei di “energy sharing”, rappresentano l’opportunità di attivare progetti di sostenibilità territoriale, dove gli abitanti sono uniti assieme per sviluppare con le energie rinnovabili dei benefici ambientali ed economici a vantaggio di tutta la comunità locale.

La localizzazione e le dimensioni degli impianti vengono decise in maniera partecipata. Inoltre i benefici economici vengono diffusi sul territorio e non sono più a vantaggio di anonimi investitori che spesso vengono considerati dei veri e propri invasori da parte delle comunità locali. Pertanto il modello delle cooperative di comunità energetiche facilita quindi l’accettabilità sociale degli interventi di sviluppo delle rinnovabili, superando la sindrome “Nimby”.

Le cooperative di comunità energetiche possono rappresentare uno strumento che può portare alla realizzazione di progetti sul territorio attraverso anche i seguenti punti di forza:

- Facilitano l’accettazione sociale degli impianti rinnovabili attraverso percorsi di partecipazione;
- Ridistribuiscono benefici (non solo economici) sul territorio: servizi aggiuntivi, campagne di formazione e comunicazione, supporto ad attività comunitarie;
- Coinvolgono i cittadini nel processo di transizione verso la decarbonizzazione contribuendo a una maggiore consapevolezza diffusa;
- Attivano capitali pazienti su progetti che altrimenti sarebbero più difficilmente finanziabili;
- Promuovono comportamenti virtuosi influenzando anche attori che non fanno parte della cooperativa di comunità.