

### 3.2 Gli impianti idroelettrici nell'ambito della PG

Così come avviene nella GD, anche nell'ambito della PG la fonte più sfruttata in Italia è quella idrica. Infatti, circa il 26,7% della potenza efficiente lorda utilizza questa fonte producendo circa 1.962 GWh di energia elettrica (circa il 59,2% dell'intera produzione lorda da impianti di PG).

Analizzando la figura 3.8 si evidenzia che nell'ambito della PG l'incidenza degli impianti ad acqua fluente risulta ancor maggiore rispetto a quanto riscontrato nell'analisi dell'idroelettrico nella GD. Infatti circa il 98,5% degli impianti sono ad acqua fluente (1.256 impianti), mentre poco più dell'1% rientrano nelle restanti tipologie impiantistiche (4 impianti a bacino e 14 impianti a serbatoio). Inoltre, con riferimento alle taglie impiantistiche maggiormente utilizzate, la maggior parte degli impianti ad acqua fluente è concentrata sotto i 400 kW.

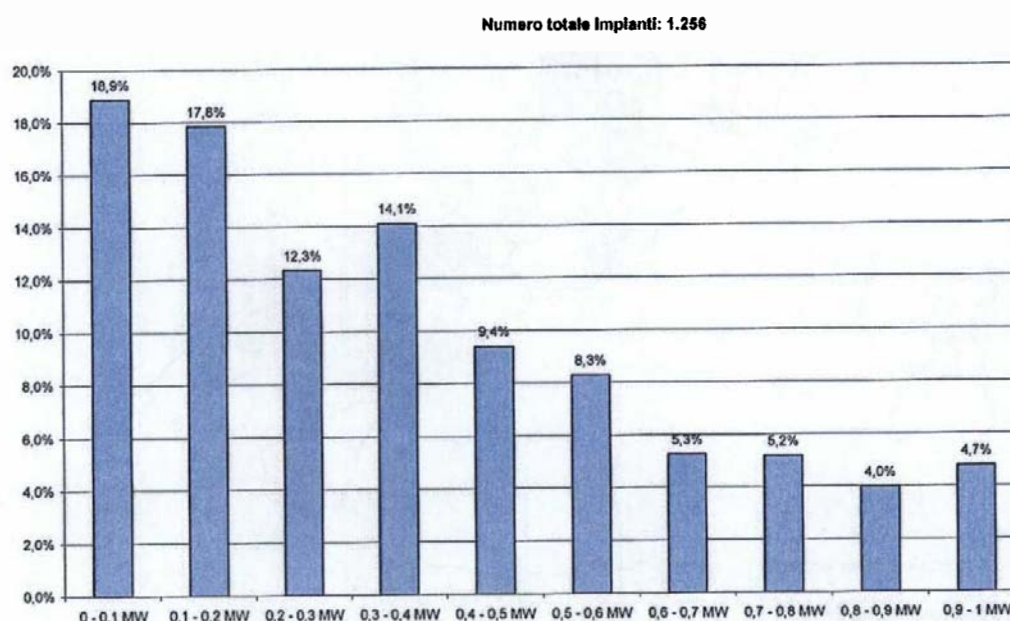
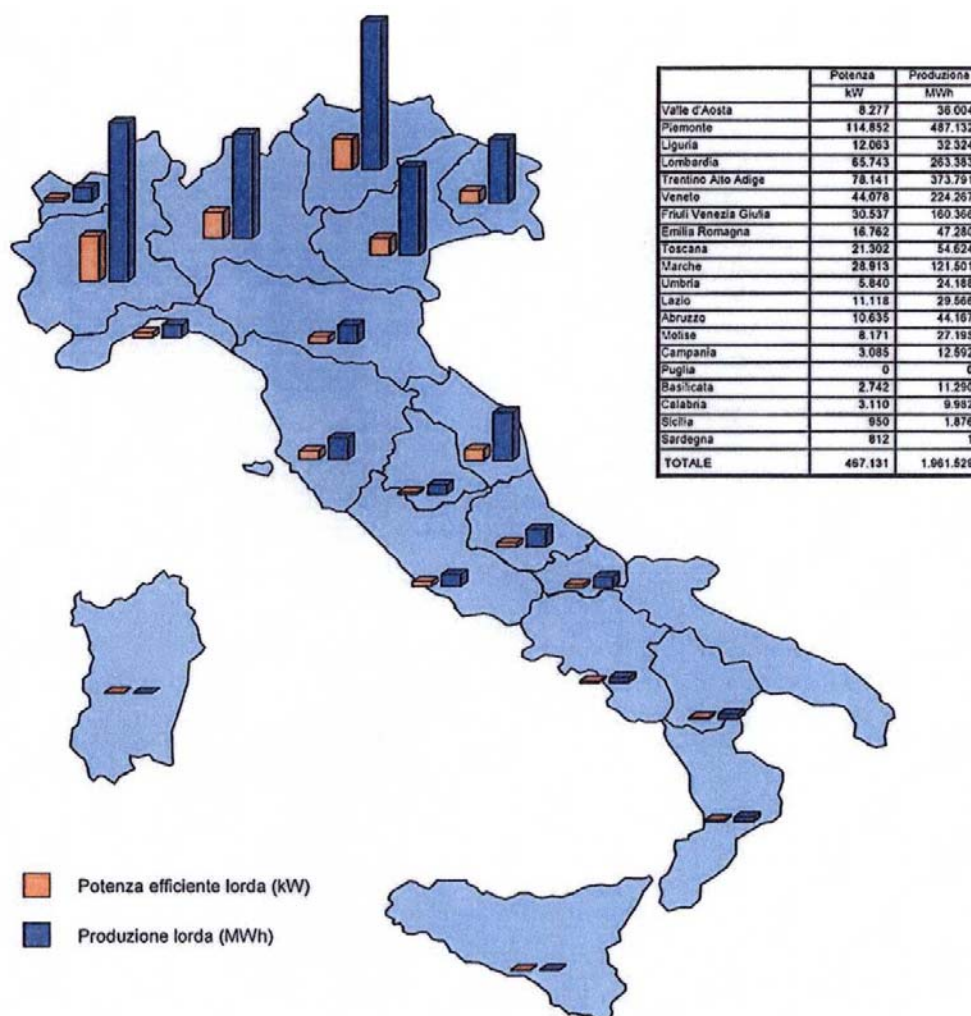


Figura 3.8: Distribuzione degli impianti idroelettrici ad acqua fluente tra le varie classi di potenza nell'ambito della PG

Passando ad analizzare la distribuzione sul territorio nazionale si nota che, come già evidenziato nel caso della GD, nel nord Italia è localizzata la maggior parte degli impianti e la maggior parte della potenza efficiente lorda installata, con una conseguente percentuale elevata della produzione nazionale da idroelettrico fino a 1 MW. Questa produzione nel nord è essenzialmente dovuta, come evidenziato prima, ad impianti ad acqua fluente ed è fortemente concentrata lungo l'arco alpino. Spostandosi dalle Alpi verso sud si assiste ad una netta riduzione della potenza installata e della produzione idroelettrica, in coerenza con la netta diminuzione della disponibilità di corsi d'acqua (figura 3.9).



**Figura 3.9:** Dislocazione degli impianti idroelettrici di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 467 MW; Produzione lorda totale: 1.962 GWh)

### 3.3 Gli impianti eolici e fotovoltaici nell'ambito PG

Con riferimento agli impianti eolici vale quanto già detto nel paragrafo 2.3 relativo alla GD; in particolare si nota che il numero degli impianti eolici fino a 1 MW è poco meno del 19% del totale eolico da GD, la potenza eolica installata in PG è poco meno del 3% di quella installata in GD e la produzione poco più dell'1% della produzione lorda da eolico sotto i 10 MVA; la [figura 3.10](#) mostra la distribuzione regionale degli impianti eolici di PG in termini di potenza installata e di produzione lorda di energia elettrica.

Per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici, considerando il fatto che nel 2009 solo 30 impianti superavano la potenza di 1 MW e che non si evidenziano particolari differenze tra gli impianti fotovoltaici in GD e gli impianti in PG, si rimanda al paragrafo 2.4 relativo alla GD. Analizzando gli impianti fotovoltaici di microgenerazione si riscontra che più del 97% degli impianti fotovoltaici di GD rientrano nella MG, per una potenza installata pari a circa il 57% dell'intera potenza di GD fotovoltaica e una percentuale di produzione pari a poco più del 60%; questi dati dimostrano che lo sviluppo predominante degli impianti fotovoltaici è nel *range* di potenza inferiore a 50 kW; questi

impianti vengono installati prevalentemente nei pressi di siti di consumo per soddisfare parte dei consumi con la produzione da fonte solare.

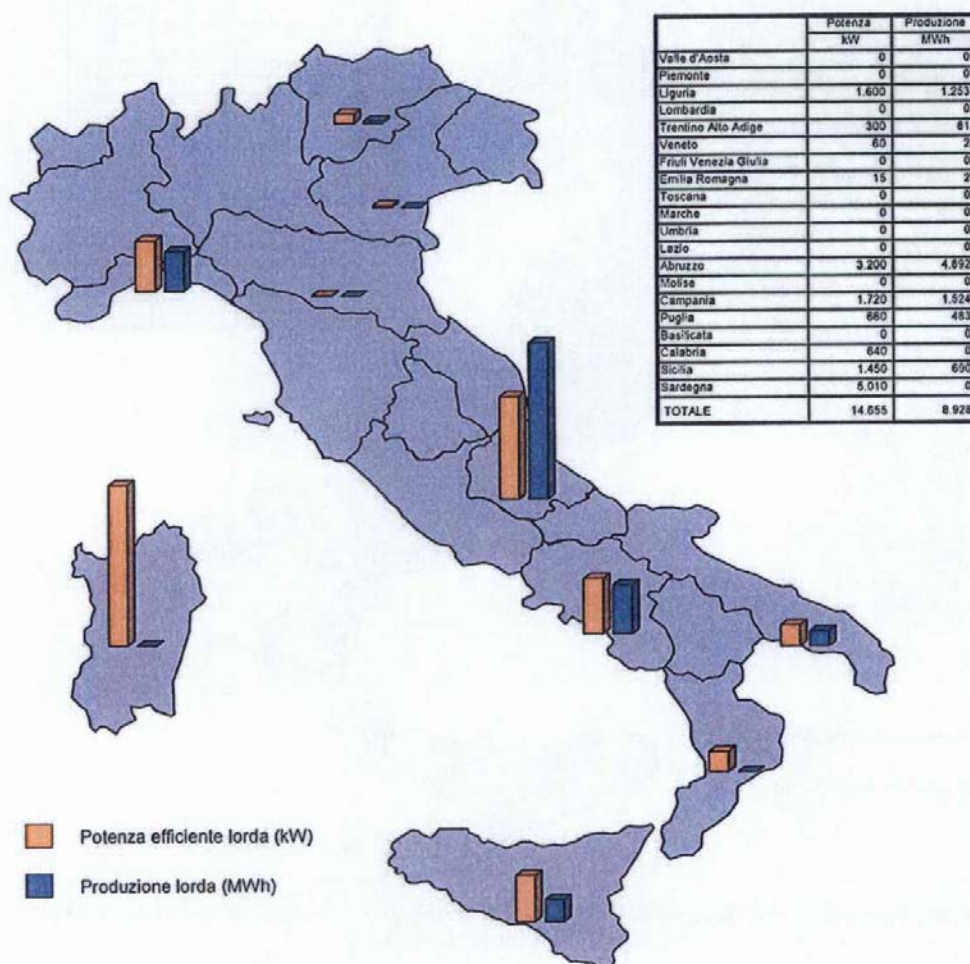


Figura 3.10: Dislocazione degli impianti eolici di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 15 MW; Produzione lorda totale: 9 GWh)

### 3.4 Gli impianti termoelettrici nell'ambito della PG

La produzione termoelettrica italiana, nell'ambito della PG, è risultata essere pari a 697 GWh con 381 impianti in esercizio per 483 sezioni e una potenza efficiente lorda totale pari a 208 MW. I 381 impianti, differenziando per tipologia di combustibile, sono distribuiti nel seguente modo: 168 impianti (per una potenza pari a 102 MW) sono alimentati da biomasse, biogas o bioliquidi, 5 impianti (per una potenza pari a 3 MW) sono alimentati da rifiuti solidi urbani, 202 impianti (per una potenza pari a 98 MW) sono alimentati da fonti non rinnovabili e 6 impianti (per una potenza pari a 5 MW) sono ibridi.

Analizzando la distribuzione degli impianti sul territorio nazionale si nota che, analogamente a quanto evidenziato nella GD, esiste una stretta corrispondenza fra la potenza installata e l'industrializzazione regionale: infatti nelle regioni del nord Italia e del centro-nord è localizzata la

maggior parte della potenza installata e nelle medesime regioni si riscontra la maggiore produzione di energia elettrica con impianti termoelettrici (figura 3.11).

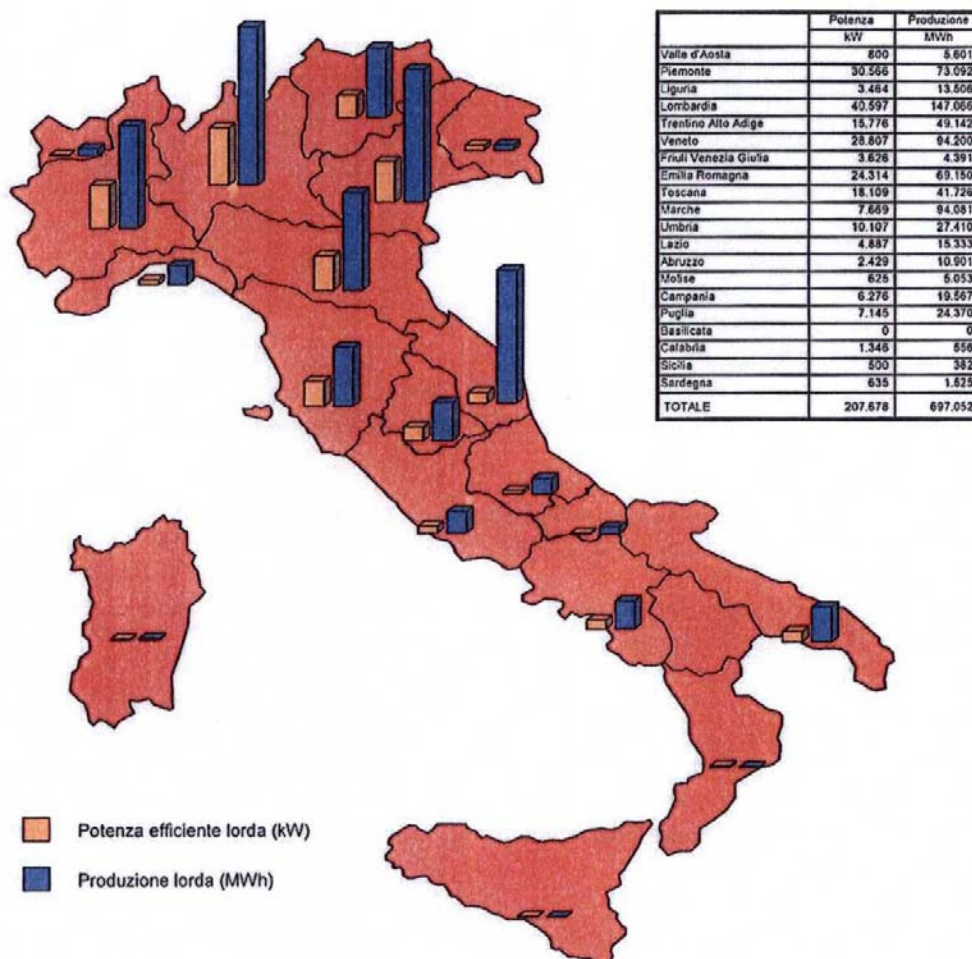


Figura 3.11: Dislocazione degli impianti termoelettrici di PG in Italia (Potenza efficiente lorda totale: 208 MW; Produzione lorda totale: 697 GWh)

Considerando le fonti di energia primaria utilizzate per la produzione di energia elettrica (figura 3.12) si può osservare che, dei complessivi 697 GWh lordi prodotti dal termoelettrico da PG, poco più del 25% è prodotto tramite l'uso di gas naturale, circa il 2,5% utilizzando altri combustibili non rinnovabili, l'1,5% utilizzando rifiuti solidi urbani, lo 0,5% utilizzando altre fonti di energia ed il restante poco più del 70% utilizzando biomasse, biogas e bioliquidi; un mix di fonti primarie, quindi, abbastanza diverso da quello che caratterizza la produzione termoelettrica da GD in Italia (figura 2.20).

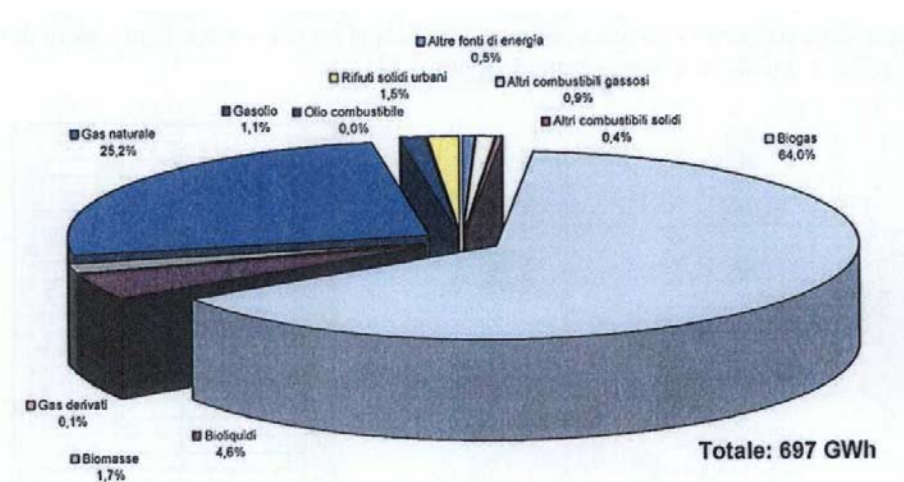


Figura 3.12<sup>15</sup>: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della PG termoelettrica

Si osservano differenze sostanziali anche analizzando il mix di fonti primarie utilizzato nell'ambito della PG nel caso di impianti per la sola produzione di energia elettrica e di impianti per la produzione combinata di energia elettrica e calore. Infatti, mentre nel caso di sola produzione di energia elettrica (figura 3.13) il 94,1% della produzione lorda è ottenuto tramite l'utilizzo di combustibili rinnovabili (quasi esclusivamente biogas) e la rimanente parte è prodotta da rifiuti solidi urbani, gas naturale, prodotti petroliferi e altre fonti di energia, nel caso di produzione combinata di energia elettrica e calore (figura 3.14) il mix è molto più spostato verso le fonti non rinnovabili, per lo più gas naturale (58,9%), mentre le fonti rinnovabili incidono per il 37,7%. Confrontando con gli anni precedenti si nota che, mentre la ripartizione dei combustibili utilizzati per la sola produzione di energia elettrica è rimasta pressoché costante, nel caso della produzione combinata di energia elettrica e calore è diminuita la percentuale di utilizzo del gas naturale a favore dell'utilizzo di biogas.

Si possono quindi fare considerazioni analoghe a quelle fatte in riferimento al diverso mix tra sola produzione di energia elettrica e produzione combinata nell'ambito della GD. Inoltre confrontando i dati relativi alla GD e alla PG con riferimento alle fonti utilizzate nella produzione termoelettrica per la sola produzione di energia elettrica e quelli relativi alla produzione combinata di energia elettrica e calore, si nota soprattutto che, nel caso di sola produzione di energia elettrica con impianti di PG, si ha un più consistente utilizzo di combustibili rinnovabili rispetto agli impianti di GD.

<sup>15</sup> Nelle figure riportate nel presente paragrafo con il termine "altri combustibili" si intendono il cherosene e la nafta, con il termine "altri combustibili gassosi" si intendono i combustibili fossili gassosi non meglio identificati, il gas di petrolio liquefatto e il gas di raffineria, con il termine "altri combustibili solidi" si intendono i combustibili fossili solidi non meglio identificati e i rifiuti industriali non biodegradabili, con il termine "bioliquidi" si intendono i bioliquidi non meglio identificati, il biodiesel, gli oli vegetali grezzi e i rifiuti liquidi biodegradabili, e con il termine "gas derivati" si intendono il gas d'altoforno, il gas di cokeria e il gas da estrazione. I singoli apporti di tali combustibili nell'ambito della GD sono esplicitati nelle tabelle in Appendice.

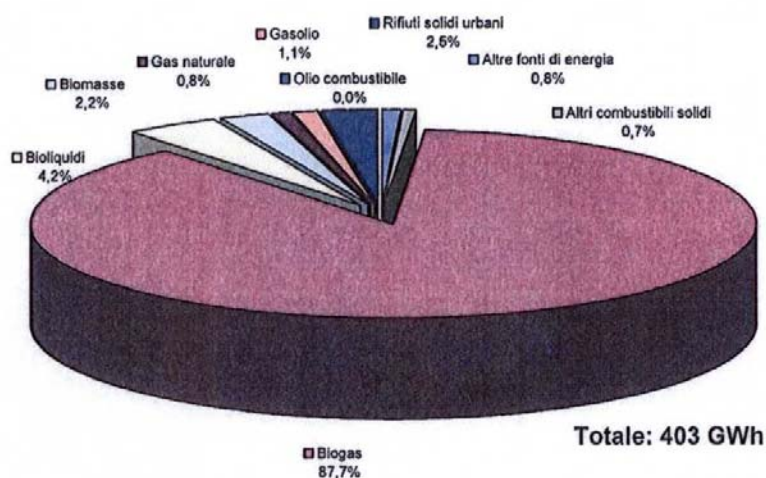


Figura 3.13<sup>15</sup>: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della PG termoelettrica per la sola produzione di energia elettrica

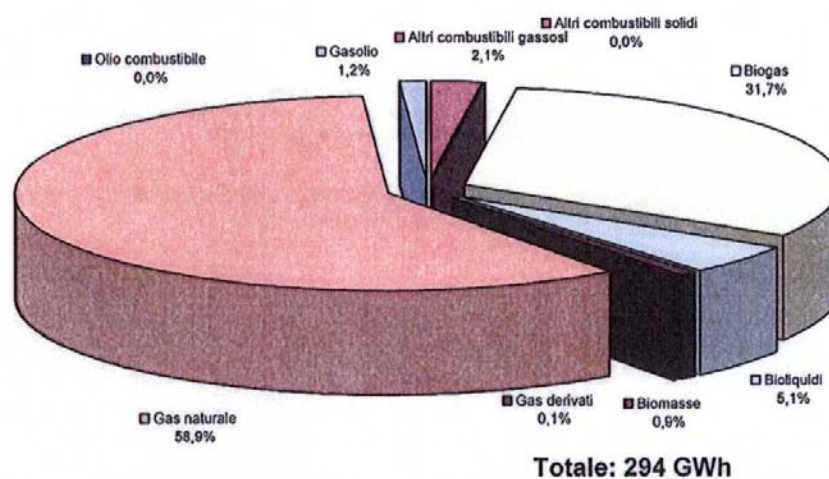
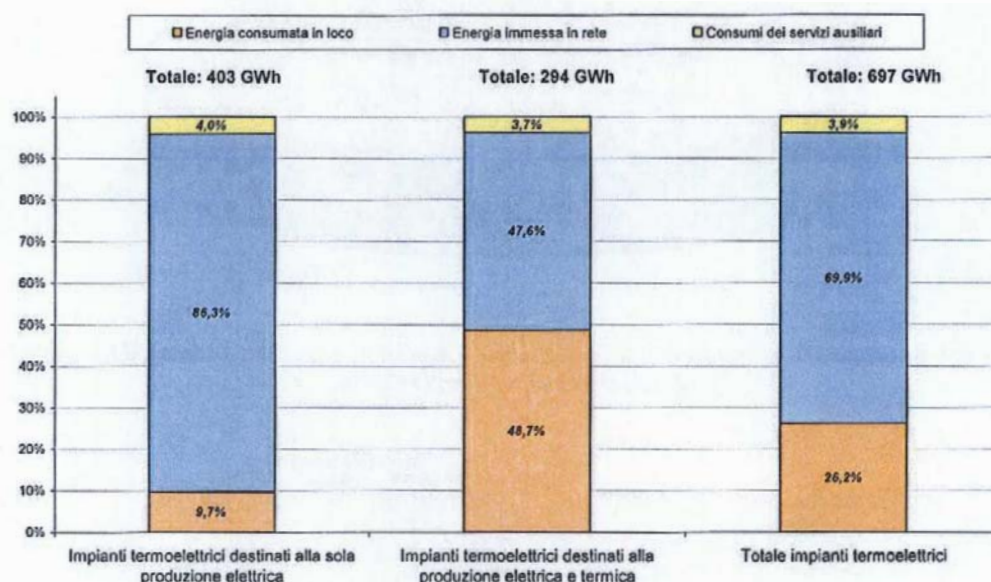


Figura 3.14<sup>15</sup>: Produzione lorda di energia elettrica dalle diverse fonti utilizzate nell'ambito della PG termoelettrica per la produzione combinata di energia elettrica e calore

Altro aspetto interessante è il rapporto fra la produzione consumata in loco e quella immessa in rete. Infatti, se globalmente nel termoelettrico da PG si registra un consumo in loco dell'energia prodotta pari al 26,2% dell'intera produzione termoelettrica lorda, emergono differenze andando a considerare le diverse tipologie impiantistiche (figura 3.15): gli impianti termoelettrici destinati alla sola produzione di energia elettrica consumano in loco una quota minima dell'energia elettrica prodotta (9,7%), mentre gli impianti termoelettrici destinati alla produzione combinata di energia elettrica e termica consumano in loco una percentuale considerevole dell'energia elettrica prodotta (48,7%). Confrontando con gli anni precedenti la destinazione dell'energia elettrica prodotta da impianti per la produzione combinata di energia elettrica e termica, si nota che è diminuita la percentuale di energia elettrica consumata in loco e tale diminuzione può essere imputata all'aumento dell'utilizzo di fonti rinnovabili, a conferma del fatto che uno dei motivi dello sviluppo degli impianti di piccola taglia distribuiti sul territorio è l'utilizzo delle fonti rinnovabili diffuse sul territorio non altrimenti sfruttabili.

Analogamente a quanto detto sopra, facendo un confronto sul complessivo parco termoelettrico, si nota che nel caso della PG la percentuale di energia elettrica consumata in loco diminuisce rispetto a quella registrata nell'ambito della GD, ma al tempo stesso la percentuale di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili è maggiore rispetto alla GD.



**Figura 3.15:** Ripartizione della produzione da impianti termoelettrici tra energia immessa in rete ed energia autoconsumata nell'ambito della PG

Concentrandosi sull'analisi della tipologia di motori primi utilizzati risulta evidente che quasi la totalità degli impianti termoelettrici di potenza fino a 1 MW utilizzano motori a combustione interna, soprattutto nel caso di impianti di produzione per la sola energia elettrica; nel caso di impianti in assetto cogenerativo continuano a prevalere i motori a combustione interna ma è presente una ridotta percentuale di turbine a vapore in contropressione e di turbine a gas con produzione di calore. Le figure seguenti ([figura 3.16](#) e [figura 3.17](#)) riassumono, in percentuali, la ripartizione del numero di sezioni, della potenza efficiente lorda e della produzione lorda per le varie tipologie impiantistiche, suddividendo gli impianti termoelettrici in impianti che producono solo energia elettrica e impianti con produzione combinata di energia elettrica e calore; si può notare, come evidenziato anche negli scorsi anni, che esiste una considerevole differenza tra la diffusione delle tipologie impiantistiche nell'ambito della PG termoelettrica e quella riscontrabile nell'ambito più generale della GD ([figura 2.29](#) e [figura 2.30](#)).

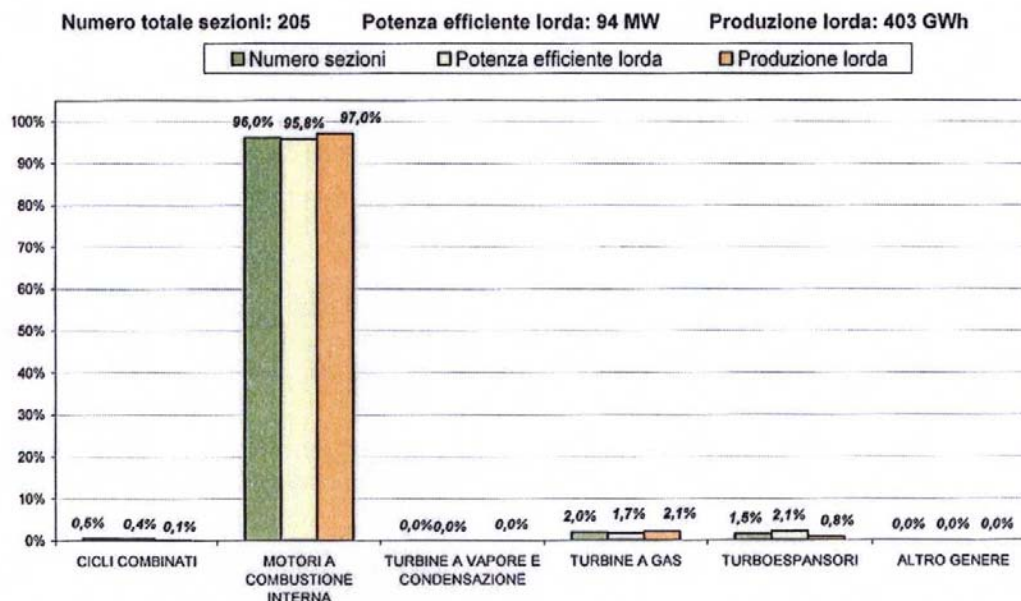


Figura 3.16: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la sola produzione di energia elettrica nell'ambito della PG

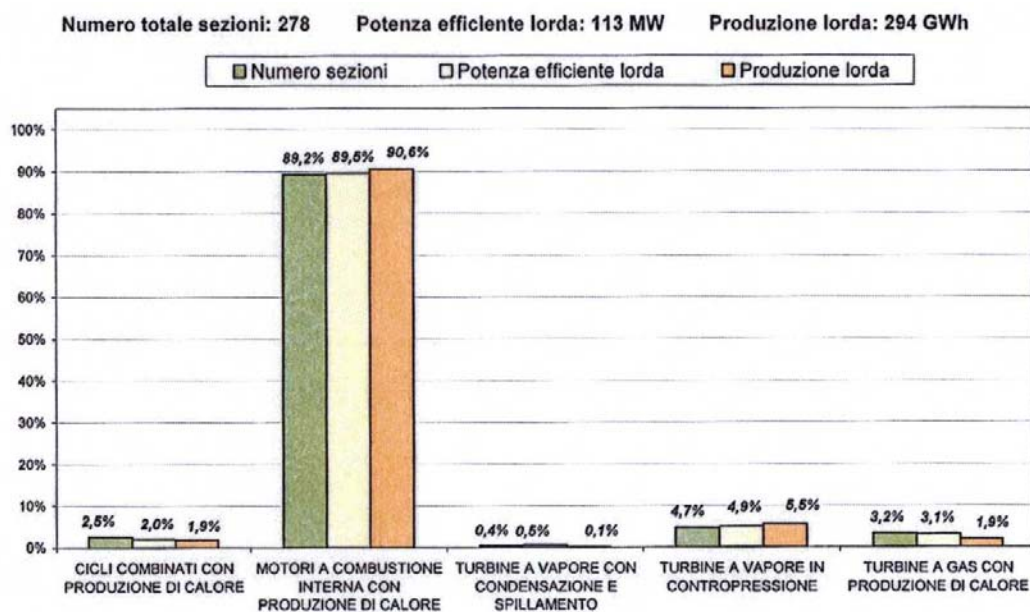


Figura 3.17: Ripartizione delle sezioni degli impianti termoelettrici tra le diverse tecnologie utilizzate per la produzione combinata di energia elettrica e calore nell'ambito della PG

## CAPITOLO 4

### CONFRONTO DELL'ANNO 2009 CON GLI ANNI PRECEDENTI

#### 4.1 Confronto a livello nazionale della diffusione della generazione distribuita

Confrontando l'anno 2009 con gli anni precedenti (dal 2004, anno a cui si riferisce il primo Monitoraggio dell'Autorità, al 2008) si nota un *trend* di crescita con riferimento sia al numero di impianti che alla potenza installata e alla produzione lorda.

Analizzando nello specifico lo sviluppo della GD, l'incremento del numero di impianti è associato in maniera sostanziale allo sviluppo degli impianti fotovoltaici e a seguire, ma con ordini di grandezza molto inferiori, degli impianti termoelettrici e idroelettrici, e in maniera minore degli impianti eolici.

L'incremento della potenza installata è invece dovuto principalmente agli impianti eolici, termoelettrici (in prevalenza alimentati da biomasse e biogas) e idroelettrici, seguiti dagli impianti fotovoltaici.

Infine, l'incremento della produzione di energia elettrica è da imputare principalmente agli impianti idroelettrici, anche per effetto della maggiore disponibilità della fonte idrica rispetto agli anni precedenti, e in maniera minore agli impianti fotovoltaici ed eolici. La produzione da impianti termoelettrici nell'ultimo anno si è leggermente ridotta nel suo complesso ma è al contempo aumentata la produzione da impianti termoelettrici alimentati da biomasse, biogas e bioliquidi.

Nella [figura 4.1](#) viene riportato l'andamento, con riferimento al periodo compreso tra l'anno 2004 e l'anno 2009, del numero totale di impianti installati in GD e delle relative potenze e produzioni lorde, mentre nei successivi grafici ([figura 4.2](#), [figura 4.3](#), [figura 4.4](#), [figura 4.5](#) e [figura 4.6](#)) viene rappresentato l'andamento dello sviluppo degli impianti di GD per le singole tipologie impiantistiche (impianti idroelettrici, termoelettrici, geotermoelettrici, eolici e fotovoltaici).

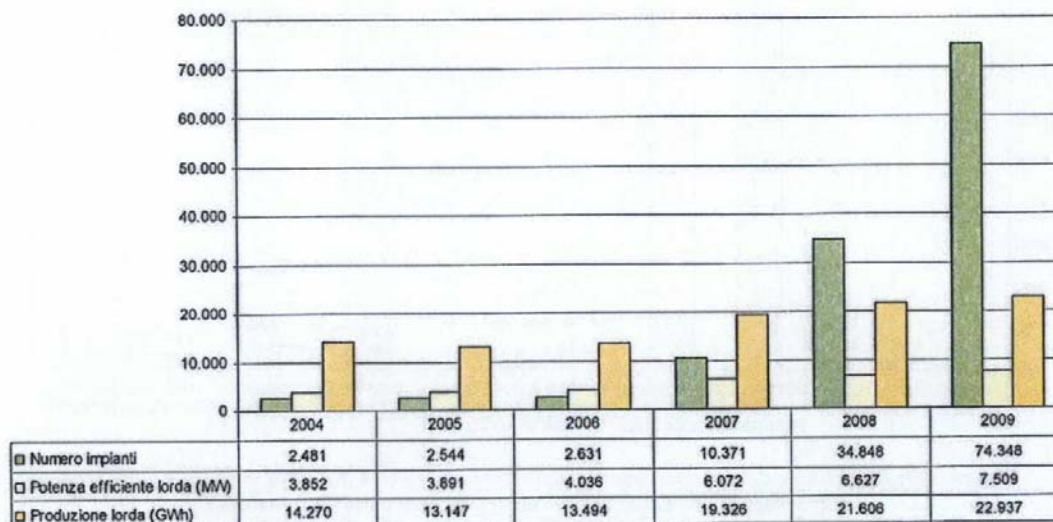
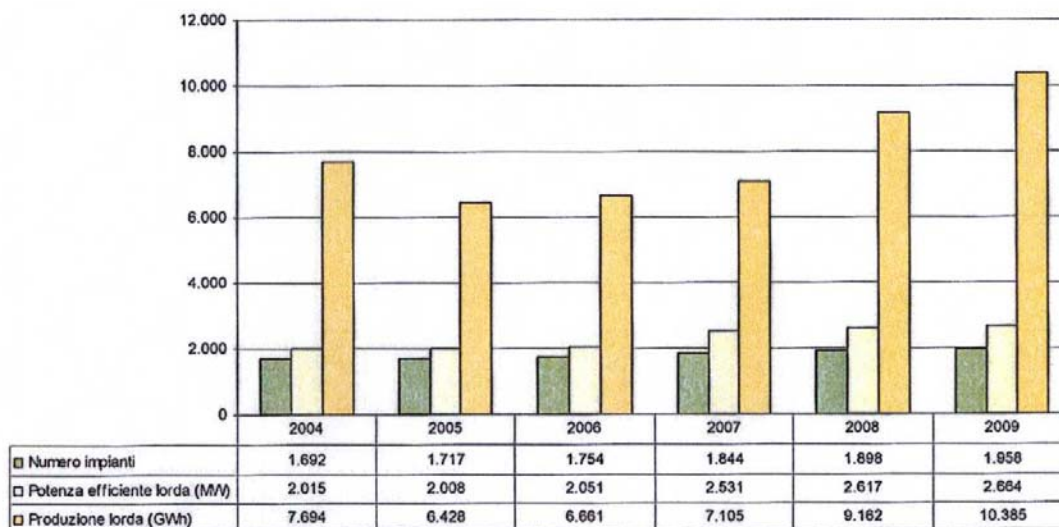
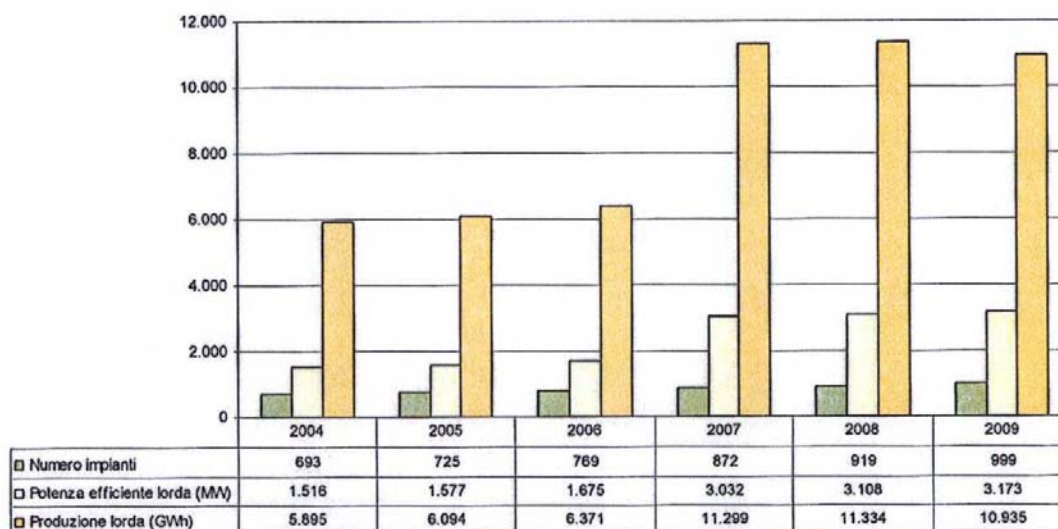


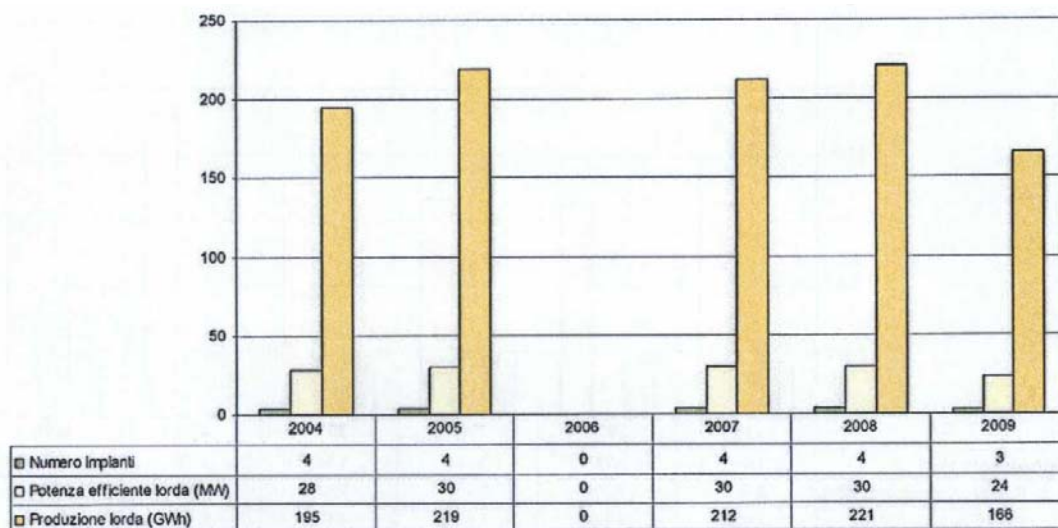
Figura 4.1: Numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda di GD dall'anno 2004 all'anno 2009



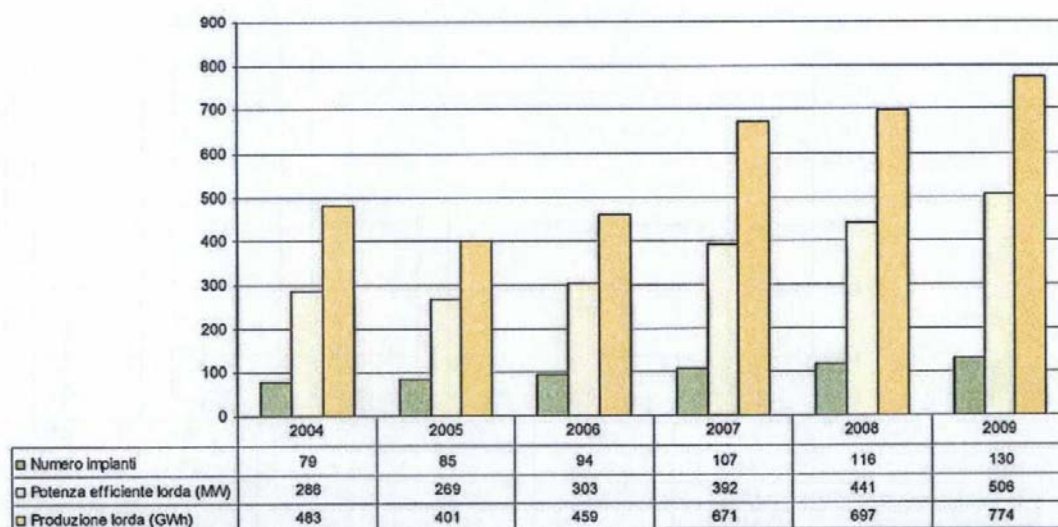
**Figura 4.2:** Impianti idroelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD dall'anno 2004 all'anno 2009



**Figura 4.3:** Impianti termoelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD dall'anno 2004 all'anno 2009



**Figura 4.4:** Impianti geotermoelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD dall'anno 2004 all'anno 2009



**Figura 4.5:** Impianti eolici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD dall'anno 2004 all'anno 2009

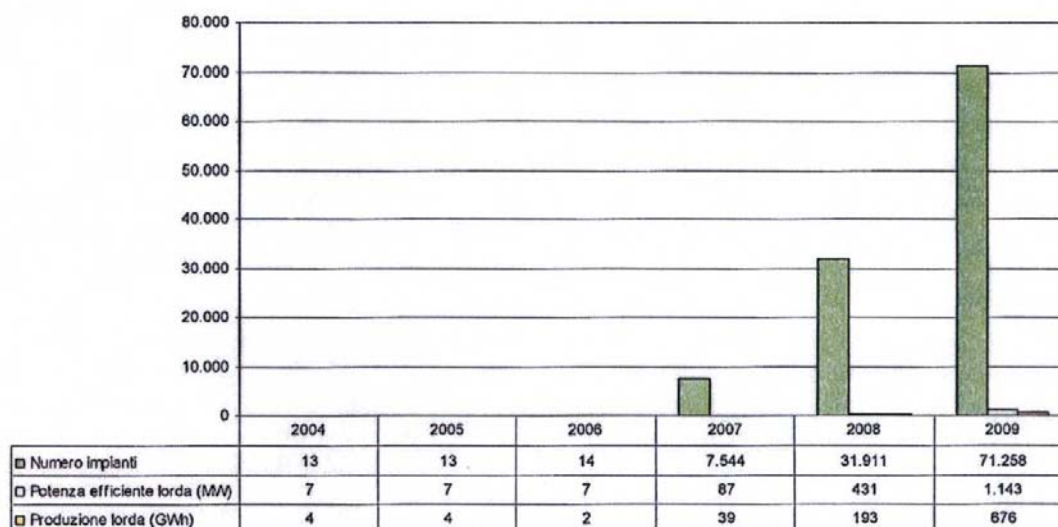


Figura 4.6: Impianti fotovoltaici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di GD dall'anno 2004 all'anno 2009

#### 4.2 Confronto a livello nazionale della diffusione della piccola generazione

Confrontando l'anno 2009 con gli anni precedenti (dal 2004 al 2008) si nota un *trend* di crescita con riferimento sia al numero di impianti che alla potenza installata e alla produzione lorda, in linea con quanto verificatosi nell'ambito più esteso della GD.

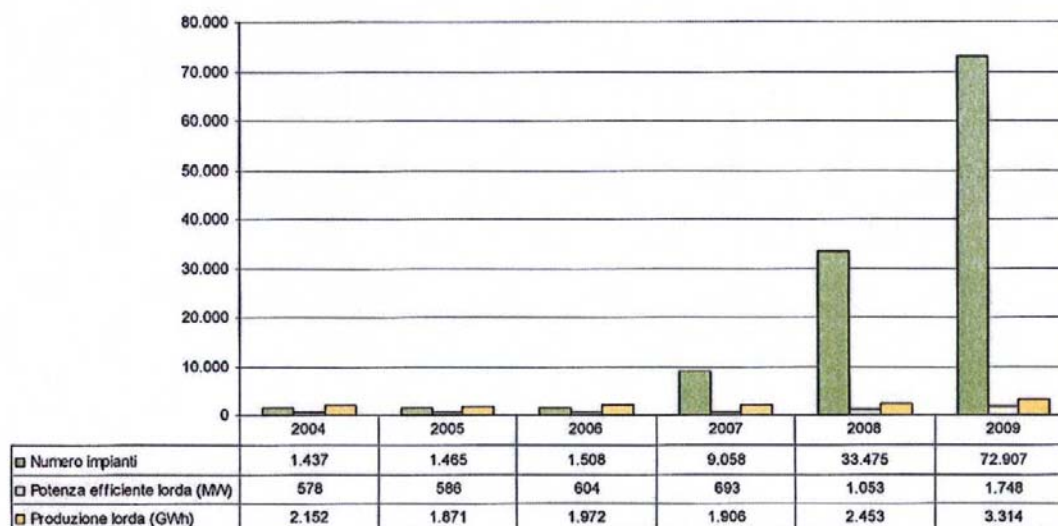


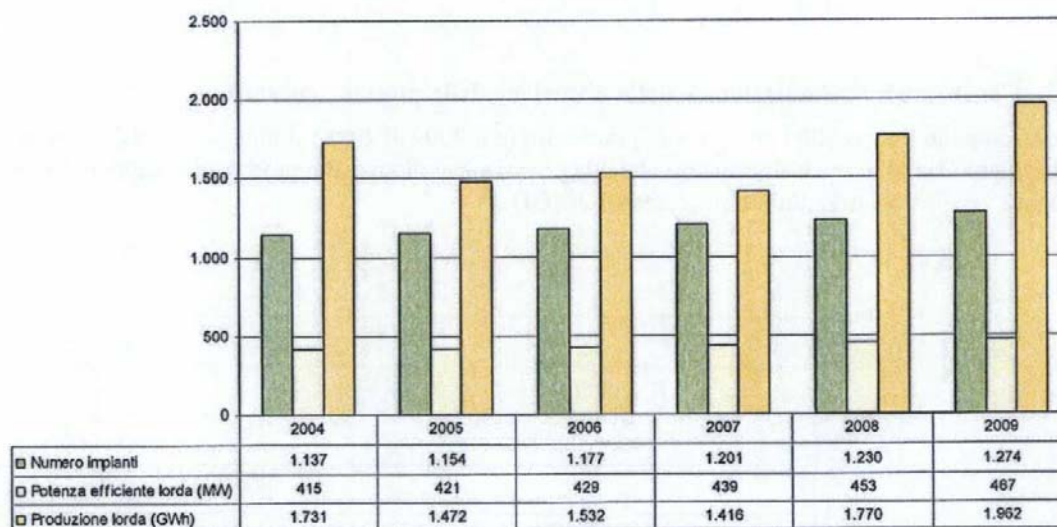
Figura 4.7: Numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda di PG dall'anno 2004 all'anno 2009

Analizzando nello specifico lo sviluppo della PG si nota che l'incremento degli impianti appartenenti a questa categoria ha seguito l'andamento degli impianti di GD, ma è ancora più evidente l'effetto dovuto allo sviluppo delle installazioni di impianti fotovoltaici che generalmente hanno potenze ridotte: in particolare l'incremento del numero di impianti è associato in maniera sostanziale allo sviluppo degli impianti fotovoltaici.

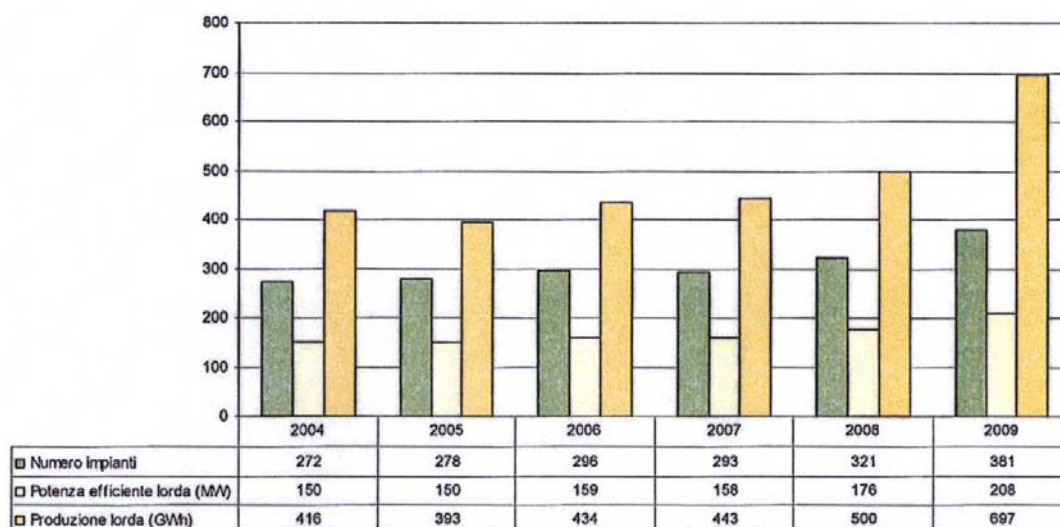
L'incremento della potenza installata è dovuto quasi esclusivamente agli impianti fotovoltaici.

Infine, l'incremento della produzione di energia elettrica è da imputare agli impianti fotovoltaici (per effetto del notevole aumento delle installazioni, anche se il fattore di utilizzo è mediamente di 1.000 ore equivalenti), agli impianti idroelettrici (anche per effetto della maggiore disponibilità della fonte idrica rispetto agli anni precedenti) e termoelettrici alimentati da biomasse, biogas e bioliquidi.

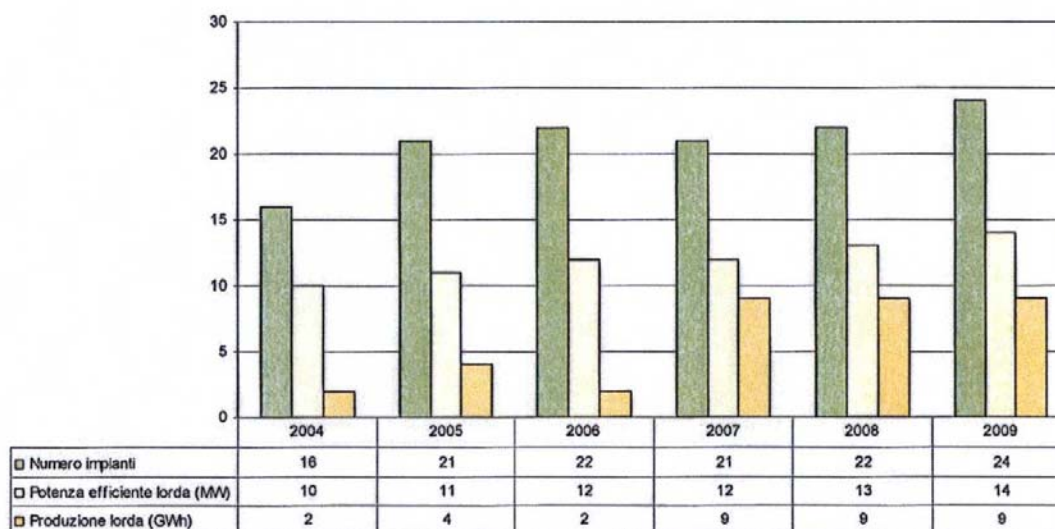
Nella [figura 4.7](#) viene riportato l'andamento, con riferimento al periodo compreso tra l'anno 2004 e l'anno 2009, del numero totale di impianti installati in PG e delle relative potenze e produzioni lorde, mentre nei successivi grafici ([figura 4.8](#), [figura 4.9](#), [figura 4.10](#) e [figura 4.11](#)) viene rappresentato l'andamento dello sviluppo degli impianti di PG per le singole tipologie impiantistiche (impianti idroelettrici, termoelettrici, eolici e fotovoltaici, mentre, a differenza della GD, non sono presenti impianti geotermoelettrici).



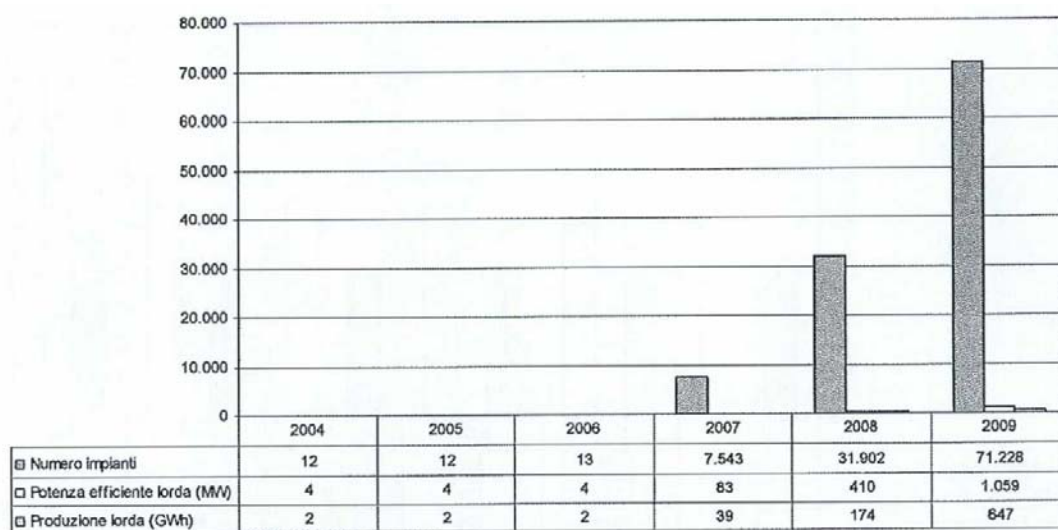
**Figura 4.8: Impianti idroelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di PG dall'anno 2004 all'anno 2009**



**Figura 4.9:** Impianti termoelettrici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di PG dall'anno 2004 all'anno 2009



**Figura 4.10:** Impianti eolici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di PG dall'anno 2004 all'anno 2009



**Figura 4.11:** Impianti fotovoltaici (numero impianti, potenza efficiente lorda e produzione lorda) di PG dall'anno 2004 all'anno 2009

## CAPITOLO 5

### ANALISI DELL'IMPATTO DELLA GD SULLE RETI DI DISTRIBUZIONE IN BASSA TENSIONE

#### 5.1 L'impatto della GD sulle reti di distribuzione

Come già evidenziato nell'Allegato A alla deliberazione n. 160/06 (capitolo 6), a cui si rimanda, non può essere trascurata l'analisi dell'impatto della GD e della MG sulla struttura e sulla gestione delle reti di distribuzione dell'energia elettrica e, più in generale, l'analisi dell'interazione con il sistema elettrico.

L'Autorità ha ritenuto opportuno proseguire le analisi iniziate con la deliberazione n. 160/06, contestualizzandole nel procedimento avviato con la deliberazione n. 40/07, anche mediante l'effettuazione di studi (eventualmente includenti analisi di casi pratici) che consentano di approfondire gli effetti dell'incremento della diffusione della GD e della MG.

Su tale problematica, l'Autorità ha già promosso uno studio effettuato dal Politecnico di Milano, in collaborazione con CESI Ricerca (ora RSE), circa la quantificazione del limite massimo di generazione diffusa installabile, date le attuali configurazioni e caratteristiche mediamente rilevabili sulle reti di distribuzione di energia elettrica (il rapporto di studio completo è riportato in allegato alla deliberazione ARG/elt 25/09 a cui si rimanda), con particolare riferimento alle reti MT.

Successivamente l'Autorità, al fine di proseguire le analisi già avviate, ha promosso un secondo studio sulle medesime tematiche con particolare riferimento alla rete BT.

Infatti, l'aumento della GD nelle reti elettriche di distribuzione in bassa tensione (BT), dovuto prevalentemente alla crescente installazione di impianti fotovoltaici anche di piccole dimensioni (come evidenziato nei capitoli 2 e 3), richiede approfondimenti finalizzati ad individuare gli effetti tecnici che questa quantità di GD può comportare sulle reti di distribuzione stesse. Questo studio ha quindi lo scopo di valutare, pur su un campione ridotto di reti di distribuzione in bassa tensione (reti BT), il massimo livello di penetrazione della GD (inteso come massima potenza installabile) compatibile con l'attuale struttura delle reti BT stesse.

Già nell'Allegato A alla deliberazione ARG/elt 81/10 (capitolo 5) erano stati riportati, a cura del Dipartimento di Energia del Politecnico di Milano, gli elementi al momento disponibili finalizzati a inquadrare tale studio, le ipotesi adottate e gli strumenti utilizzati. Di seguito viene presentata una sintesi dei risultati ottenuti dallo studio, nel frattempo completato e reso disponibile in allegato alla presente relazione (Allegato 1).

#### 5.2 Sintesi dello studio relativo all'impatto della GD sulle reti di distribuzione in bassa tensione

Lo studio rappresenta la naturale continuazione dell'indagine sul sistema di distribuzione in MT, allegata alla deliberazione ARG/elt 25/09 (indagine basata su un campione esteso di 400 reti): tutte le metodologie impiegate sono quelle già dettagliate nelle analisi MT e adattate, dove necessario, alle reti di distribuzione BT.

L'analisi sulla quantità massima di impianti di GD installabile sulla rete viene svolta su un insieme ridotto di reti di distribuzione reali derivato a partire dal campione già evidenziato nel capitolo 5 dell'Allegato A alla deliberazione ARG/elt 81/10; da un campione esteso, costituito da oltre 500