



# L'eolico

## Dati Statistici al 31 dicembre 2008



a cura dell'Ufficio Statistiche



## INDICE

Introduzione .....	1
Impianti eolici .....	2
Schema impianto eolico .....	3
Produzione degli impianti eolici in Italia dal 2004 al 2008 .....	4
Potenza lorda e numerosità degli impianti eolici in Italia nel 2007 e 2008.....	5
Distribuzione di potenza e numerosità degli impianti eolici al 2008.....	6
Ore di utilizzazione degli impianti eolici in Italia .....	7
Confronto delle ore di utilizzazione dell'anno 2008 per anno di installazione degli impianti.....	10
Distribuzione regionale a fine 2008 .....	11
Distribuzione provinciale a fine 2008.....	16
Potenza eolica installata dal 2004 al 2008 in Italia, EU15, Mondo.....	21
Confronto per l'anno 2008 della potenza eolica installata nell'UE 15.....	22
Confronto produzione eolica effettiva e normalizzata.....	23
Previsione delle immissioni da impianti eolici non programmabile .....	24
Immagini fotografiche .....	27

---

## Introduzione

Il presente lavoro intende fornire, attraverso diverse elaborazioni a cura dell'Ufficio Statistiche un quadro di riferimento delle principali caratteristiche degli impianti eolici in esercizio in Italia a fine 2008 e della diffusione degli impianti eolici sul territorio nazionale. Con alcuni indicatori statistici si è determinata la ripartizione percentuale del numero e della potenza installata degli impianti, della potenza per Km<sup>2</sup> e pro capite per Regione e Provincia italiana.

I dati di base provengono da fonte Terna.

La presentazione inizia con una sintetica descrizione della tecnologia eolica, con un'illustrazione semplice ed esemplificativa dello schema di funzionamento di un impianto eolico e con la mappa della ventosità annua. Segue uno studio di confronto sulle ore di utilizzazione degli impianti eolici nel quinquennio 2004-2008. Si è proceduto alla comparazione del numero di ore di utilizzo dei medesimi impianti in esercizio nel 2007 e nel 2008, rilevando una riduzione di produzione pari complessivamente al 3%.

Inoltre si è confrontato l'andamento della potenza eolica installata in Italia con quello dell'UE15 e del Mondo, nel periodo 2004-2008, da cui si desumono i considerevoli progressi compiuti in Italia.

E' stata anche inserita la tabella con i dati di produzione incentivata, con la corrispondente valorizzazione economica, in relazione alla tipologia di sostegno: "meccanismo feed-in", cioè a prezzo garantito e "meccanismo dei certificati verdi".

A titolo informativo si segnala che in Italia, nel 2008, gli impianti eolici hanno generato meno energia rispetto a quanto avrebbero potuto produrre a causa di limitazioni sulla capacità di trasporto della rete di trasmissione che hanno, nei periodi ad alta ventosità, impedito il funzionamento degli impianti a carichi eccedenti il 30%-40% del valore nominale.

Infine si riporta la descrizione dell'attuale sistema di previsione di produzione della fonte eolica del GSE.

---

## Impianti eolici

Un impianto eolico è costituito da una o più turbine (aerogeneratori) che trasformano l'energia cinetica del vento in energia elettrica, operando attraverso il semplice principio di seguito illustrato.

Il vento fa ruotare un rotore, normalmente dotato di due o tre pale collegate ad un asse orizzontale. La rotazione è successivamente trasferita, attraverso un apposito sistema meccanico di moltiplicazione dei giri, ad un generatore elettrico e l'energia prodotta, dopo essere stata adeguatamente trasformata ad un livello di tensione superiore, viene immessa nella rete elettrica.

Le turbine eoliche sono montate su una torre, sufficientemente alta per catturare maggiore energia dal vento ed evitare la turbolenza creata dal terreno o da eventuali ostacoli.

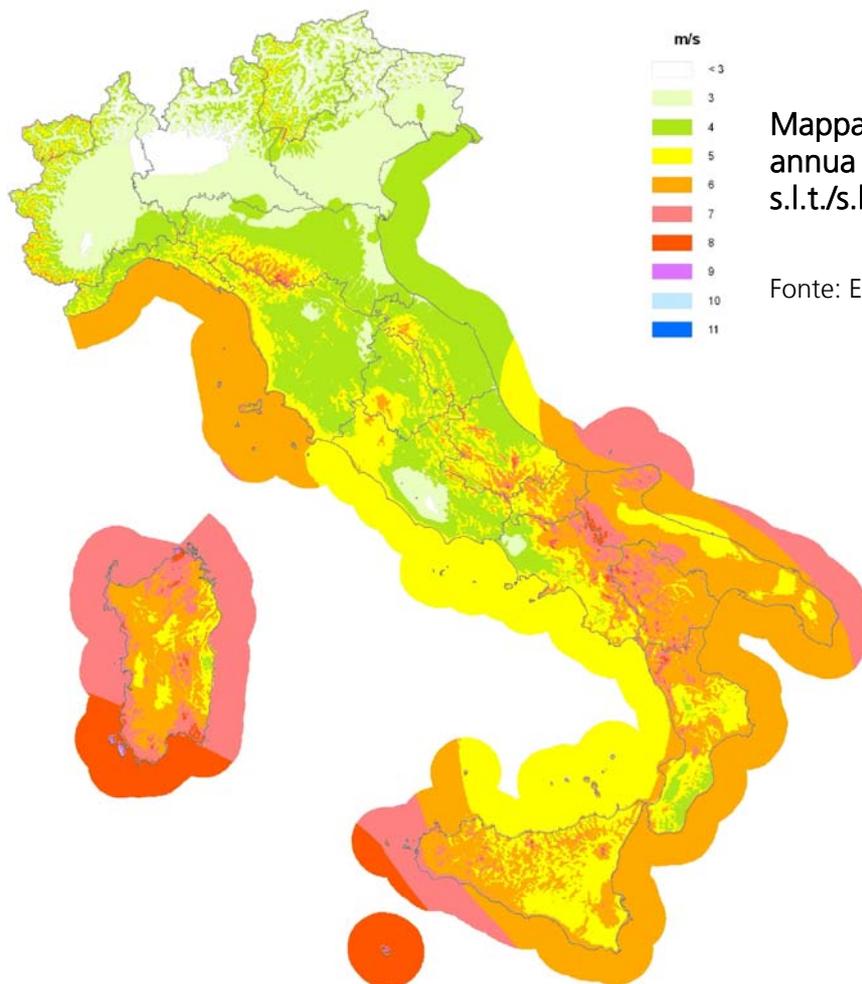
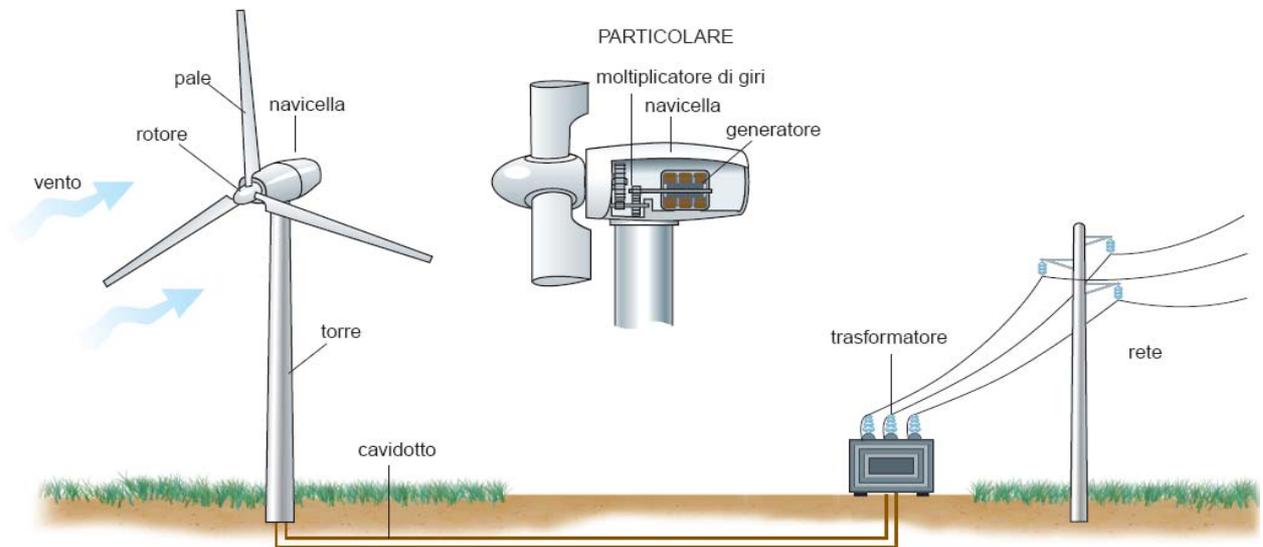
La caratterizzazione della ventosità di un sito rappresenta un fattore critico e determinante per decidere la concreta fattibilità dell'impianto. Infatti, tenuto conto che la produzione di energia elettrica degli impianti eolici risulta proporzionale al cubo della velocità del vento, piccole differenze nelle caratteristiche anemometriche del sito possono tradursi in notevoli differenze di energia realmente producibile.

Le turbine eoliche possono suddividersi in classi di diversa potenza, in relazione ad alcune dimensioni caratteristiche:

- macchine di piccola taglia (1-200 kW):  
diametro del rotore, 1- 20 m;      altezza torre, 10 – 30 m
- macchine di media taglia (200 – 800 kW):  
diametro rotore, 20 – 50 m;      altezza torre, 30 – 50 m
- macchine di grande taglia (oltre 1000 kW):  
diametro rotore, 55 – 80 m;      altezza torre, 60 – 120 m

Le macchine eoliche di piccola taglia possono essere utilizzate per produrre elettricità per singole utenze o gruppi di utenze, collegati alla rete elettrica in bassa tensione o anche isolati dalla rete elettrica. Le macchine di media e grande taglia sono utilizzate prevalentemente per realizzare centrali eoliche o "fattorie del vento" ("*wind farm*") collegate alla rete di media oppure di alta tensione.

## Schema impianto eolico



Mapa della ventosità  
annua a 75 metri  
s.l.t./s.l.m.

Fonte: ERSE S.p.A.

## Produzione degli impianti eolici in Italia dal 2004 al 2008

	2004	2005	2006	2007	2008	Var (%) Produzione 2008/2007
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	
Abruzzo	176.500	177.800	210.200	236.508	243.758	3,1
Basilicata	157.000	147.700	173.600	262.028	283.786	8,3
Calabria	-	-	-	16.971	115.156	578,5
Campania	519.800	560.500	653.200	777.628	992.944	27,7
Emilia Romagna	3.700	2.200	3.000	3.589	3.222	-10,2
Friuli-Venezia Giulia	-	-	-	-	-	-
Lazio	1.900	5.900	9.700	9.849	13.115	33,2
Liguria	4.100	8.700	8.400	16.797	17.118	1,9
Lombardia	-	-	-	-	-	-
Marche	-	-	-	-	-	-
Molise	60.200	56.900	95.900	145.135	172.476	18,8
Piemonte	-	-	-	-	-	-
Puglia	545.000	586.500	746.400	1.077.316	1.316.880	22,2
Sardegna	218.200	409.300	575.200	590.155	615.611	4,3
Sicilia	152.200	382.300	488.700	854.744	1.043.970	22,1
Toscana	4.300	3.000	3.900	37.134	36.009	-3,0
Trentino-Alto Adige	-	100	100	3.508	4.215	20,2
Umbria	3.600	2.600	2.400	2.997	3.053	1,9
Valle d'Aosta	-	-	-	-	-	-
Veneto	-	-	-	2	4	78,3
<b>Totale</b>	<b>1.846.500</b>	<b>2.343.500</b>	<b>2.970.700</b>	<b>4.034.359</b>	<b>4.861.317</b>	<b>20,5</b>

Nel quinquennio 2004-2008 la produzione di impianti eolici in Italia è cresciuta ad un tasso medio annuo pari al 21%. La Puglia mantiene il primato in termini di produzione regionale sul totale nazionale pari al 27% nel 2008, malgrado la sua quota fosse pari al 30% nel 2004. Segue la Sicilia col 21%, che dal 2007 ha sopravanzato la Campania (20%). Insieme alla Sardegna (13%), queste quattro regioni rappresentano l'82% della produzione totale.

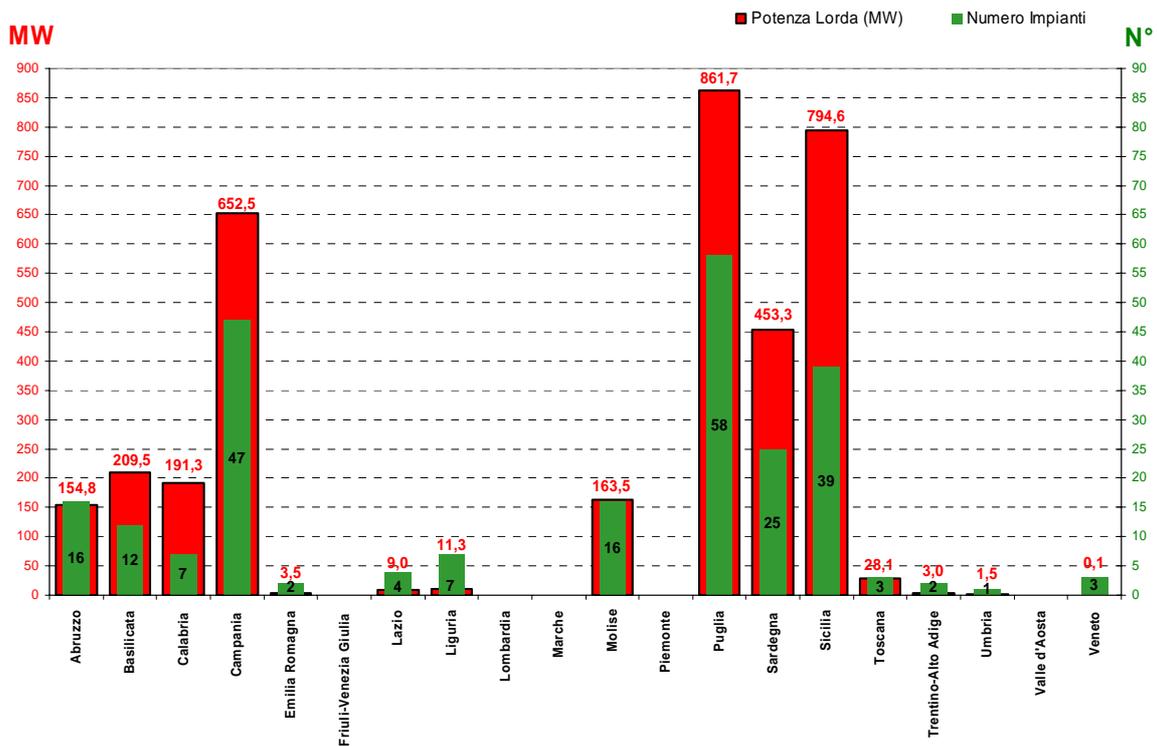
## Potenza lorda e numerosità degli impianti eolici in Italia nel 2007 e 2008

	2007		2008		Var (%) Potenza 2008/2007
	MW	Impianti	MW	Impianti	
Abruzzo	154,79	16	154,79	16	0,0
Basilicata	155,50	10	209,53	12	34,7
Calabria	138,60	5	191,29	7	38,0
Campania	458,50	39	652,52	47	42,3
Emilia Romagna	3,50	2	3,52	2	0,4
Friuli-Venezia Giulia	-	0	-	0	-
Lazio	9,00	4	9,00	4	-
Liguria	8,90	6	11,30	7	27,0
Lombardia	-	0	-	0	-
Marche	-	0	-	0	-
Molise	98,60	12	163,45	16	65,8
Piemonte	-	0	-	0	-
Puglia	639,90	47	861,66	58	34,7
Sardegna	383,30	22	453,28	25	18,3
Sicilia	630,90	31	794,62	39	26,0
Toscana	28,06	3	28,06	3	0,0
Trentino-Alto Adige	3,00	2	3,00	2	-
Umbria	1,50	1	1,50	1	-
Valle d'Aosta	-	0	-	0	-
Veneto	0,06	3	0,06	3	0,0
<b>Totale</b>	<b>2.714,11</b>	<b>203</b>	<b>3.537,58</b>	<b>242</b>	<b>30,3</b>

L'incremento della potenza installata è dovuto alle 39 nuove installazioni di cui il 69% situate in Puglia, Campania e Sicilia. La ripartizione per classe di potenza è la seguente:

- 11 impianti tra 0 e 12 MW
- 14 impianti tra 12 e 24 MW
- 14 impianti maggiore di 24 MW.

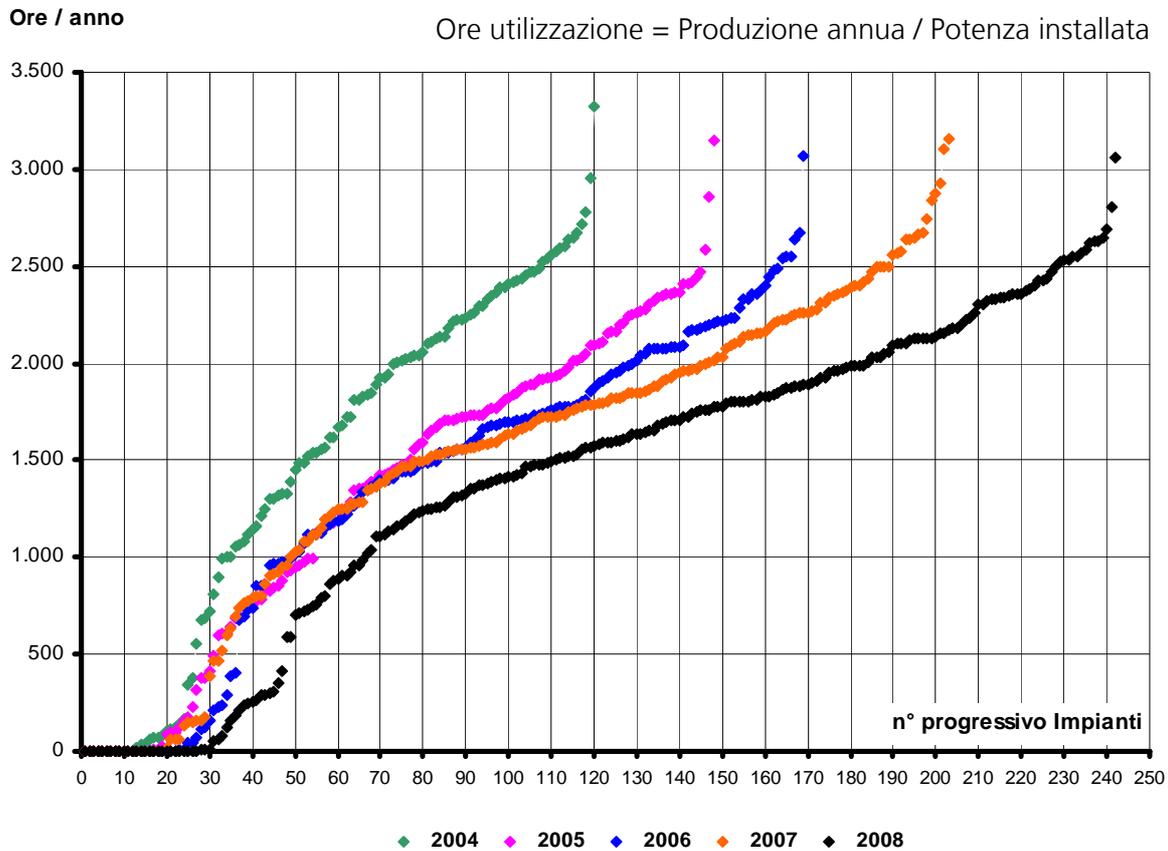
## Distribuzione di potenza e numerosità degli impianti eolici al 2008



La suddivisione degli impianti per classe di potenza ha evidenziato che in Italia l'intervallo di potenza tra 1 e 5 MW è quello che contiene il maggior numero di impianti (61). In Puglia l'83% degli impianti ha potenza minore di 25 MW, in Sicilia la classe più numerosa è quella compresa nell'intervallo 5-10 MW e vi sono installati 2, dei 4 impianti esistenti in Italia, con potenza più elevata (ossia compresa tra 70-75MW). La Campania ha il 62% degli impianti compresi nell'intervallo tra 1 e 15 MW. Singolare il caso della Sardegna nella quale il maggior numero di impianti ha potenza compresa nell'intervallo 20-25 MW.

---

## Ore di utilizzazione degli impianti eolici in Italia

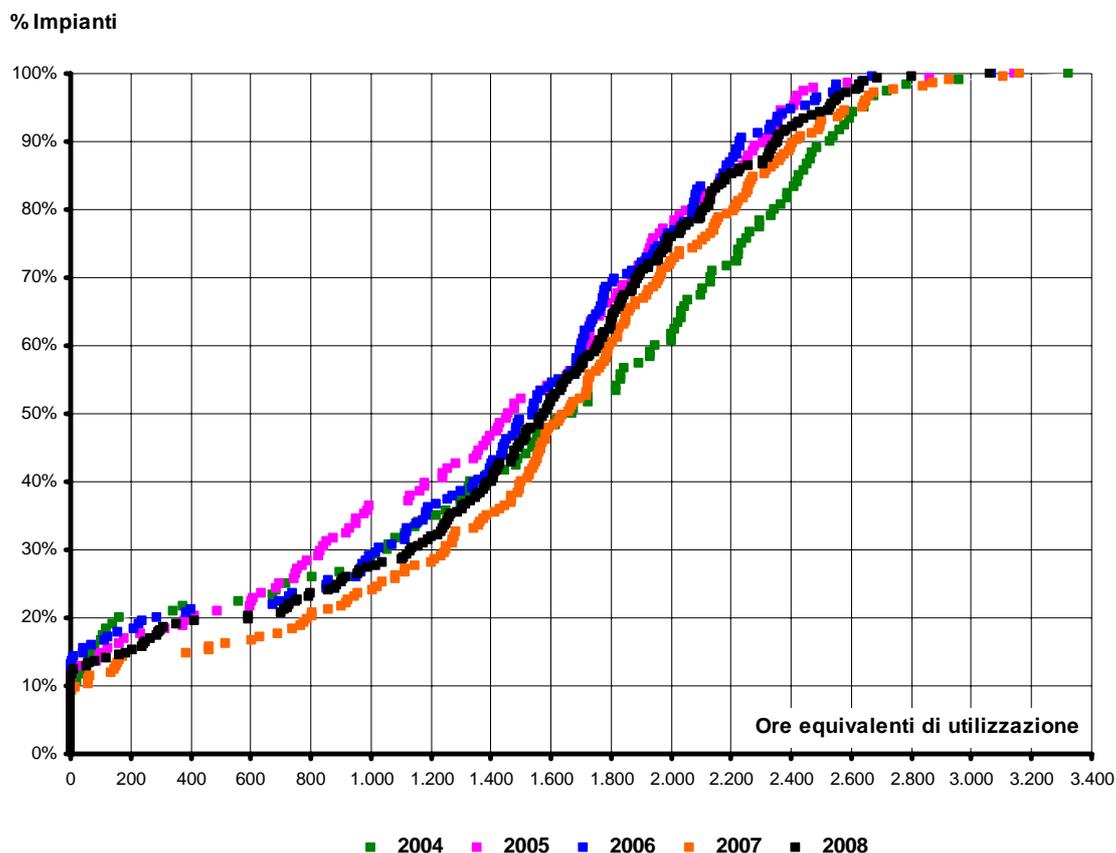


Nel quinquennio 2004-2008, la numerosità degli impianti è più che raddoppiata passando dai 120 impianti presenti in Italia nel 2004 ai 242 attuali. Il tasso di crescita medio annuo è stato pari al 15% con 39 impianti installati solo nell'ultimo anno. Nel 2008 si contano 91 impianti con oltre 1.800 ore di utilizzazione, con una crescita media annua del 10%. Questa percentuale è influenzata dalla performance dimostrata tra il 2006 e il 2007, quando gli impianti caratterizzati da ore di utilizzazione maggiori di 1.800 sono aumentati del 53% (81 nel 2007 a fronte dei 53 del 2006).

Il numero di impianti con ore di utilizzazione pari a 0 (ossia con produzione nulla) è in ogni anno intorno al 10% del totale.

---

## Distribuzione percentuale delle ore di utilizzazione degli Impianti eolici in Italia

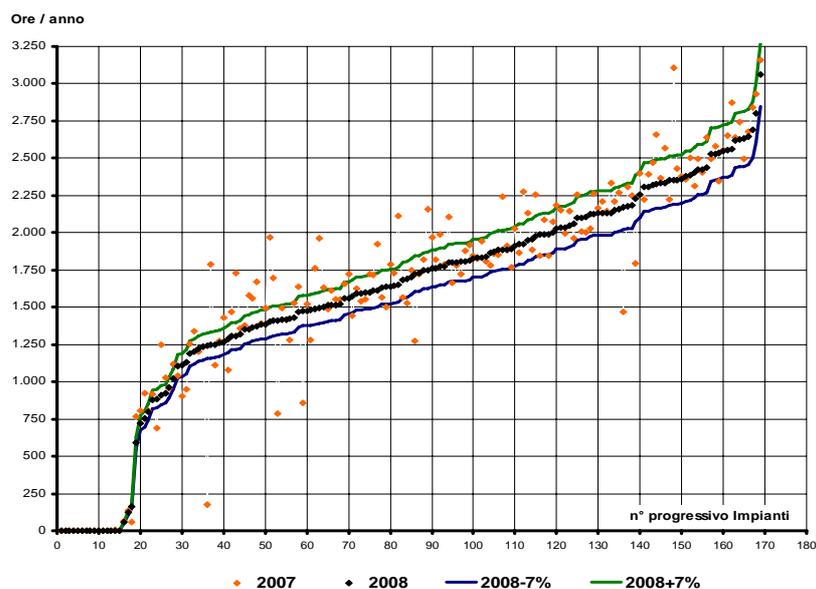


Gli impianti in esercizio nel 2008 hanno dimostrato una performance, in termini di ore di utilizzazione, in linea con quella degli altri anni. La quota di impianti con oltre 1.800 ore di utilizzazione risulta pari al 38%, minore sia rispetto al 40% del 2007 che al 48% del 2004.

Il valore mediano nel 2008 è pari a 1.580 ore equivalenti di utilizzazione, la classe più numerosa (ad esclusione di quella con i 25 impianti con produzione pari a 0) è quella compresa tra 1.800 e 2.000 ore, che conta ben 32 impianti. Infine la media delle ore di utilizzazione per impianto è uguale a circa 1.413.

## Confronto 2007/2008 tra i medesimi impianti per ore di utilizzazione

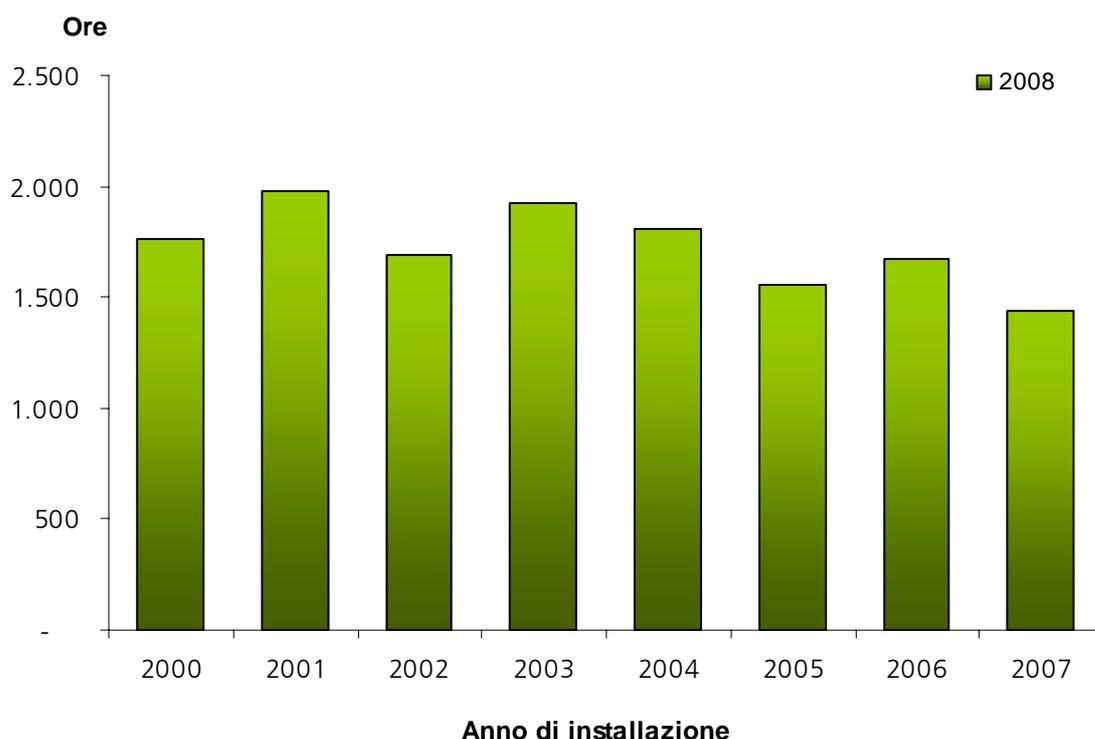
Regione	2007 Ore di Utilizzo	2008 Ore di Utilizzo	Variazione 08/07 Ore di Utilizzo	
			Assoluto	%
Trentino Alto Adige	1.169	1.405	236	20%
Veneto	41	74	32	78%
Lazio	1.094	1.457	363	33%
Basilicata	1.686	1.816	130	8%
Abruzzi	1.523	1.570	46	3%
Umbria	1.998	2.035	37	2%
Puglia	2.052	1.990	-62	-3%
Sicilia	1.706	1.630	-76	-4%
Campania	1.799	1.729	-70	-4%
Toscana	1.221	1.124	-97	-8%
Sardegna	1.744	1.614	-130	-7%
Emilia Romagna	1.021	917	-104	-10%
Calabria	2.054	1.738	-317	-15%
Liguria	2.000	1.702	-298	-15%
Molise	1.801	1.659	-142	-8%
<b>Italia</b>	<b>1.791</b>	<b>1.735</b>	<b>-57</b>	<b>-3%</b>



Al fine di effettuare un confronto tra la produzione 2007 e 2008 di uno stesso gruppo di impianti depurando i dati da ogni distorsione, sono stati considerati i 169 impianti entrati in servizio entro dicembre 2006 e tutt'ora in esercizio. In termini di ore di utilizzazione a livello nazionale la performance è stata leggermente negativa (-3%). In effetti il grafico, che riporta le ore di utilizzazione relative all'anno 2008 in ordine crescente (in nero) e per ciascun impianto le ore del 2007 (in arancio), mostra come 103 impianti abbiano subito una variazione compresa in un intorno (delimitato dalle linee continue) del  $\pm 7\%$  rispetto al 2008.

---

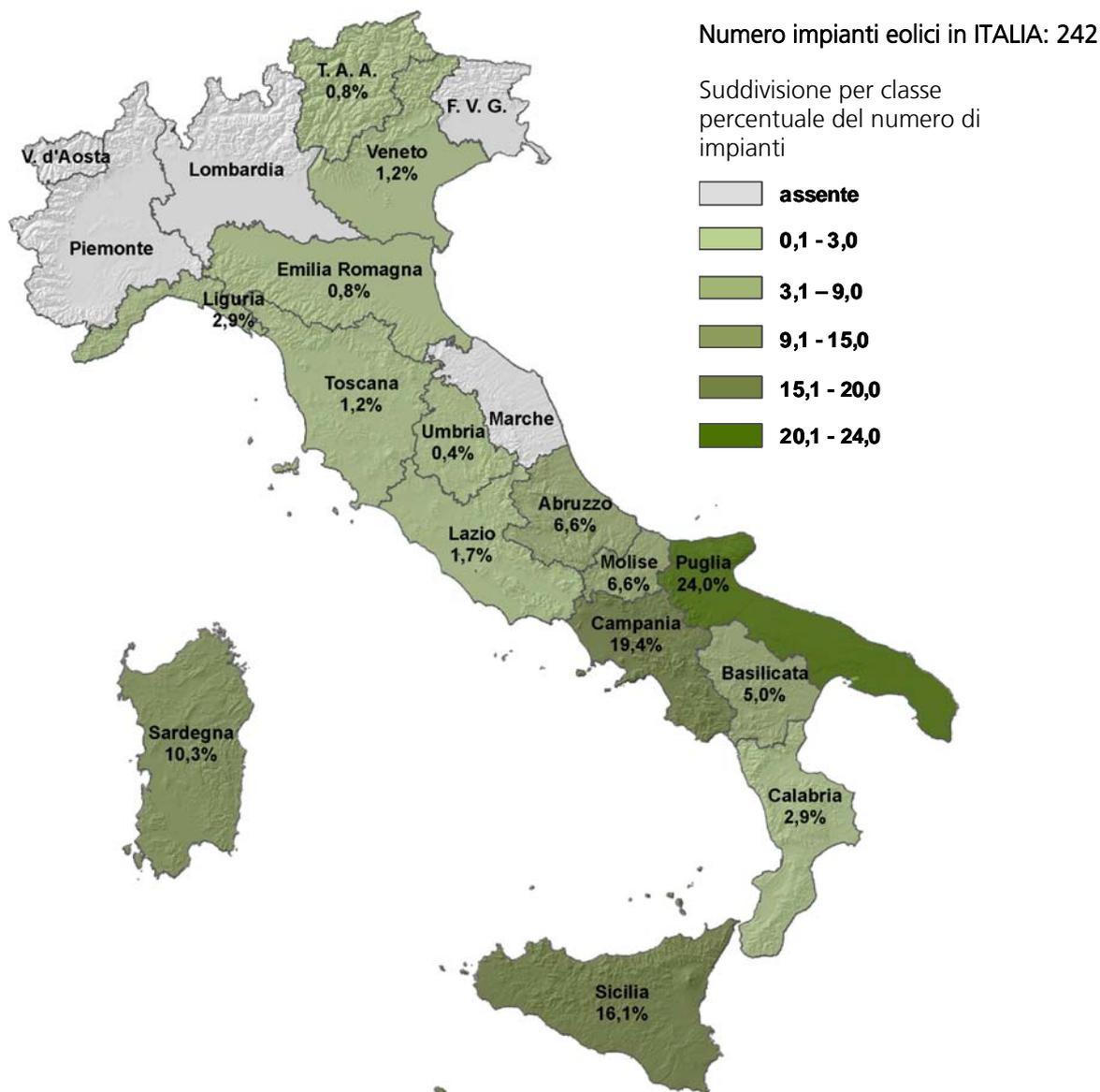
## Confronto delle ore di utilizzazione dell'anno 2008 per anno di installazione degli impianti



Il grafico descrive le ore di utilizzazione nel 2008 degli impianti eolici in Italia classificati secondo anno di entrata in esercizio. Nonostante i progressi della tecnologia, le ore di utilizzazione non sono aumentate, molto probabilmente a causa delle caratteristiche dei siti disponibili per i nuovi impianti. La performance migliore si registra per il 2001 con 1.979 ore calcolate su 27 impianti installati, seguito dal 2003 con 1.921 ore per 11 impianti. Solo 1.440 ore di utilizzazione per i 37 impianti del 2007 pur a fronte di una potenza installata, pari a 810 MW, maggiore di quella di ogni altro anno.

Infine è stato escluso dalla trattazione il 2008, perché le ore di utilizzazione dei 39 nuovi impianti installati sono influenzate dal mese di entrata in esercizio.

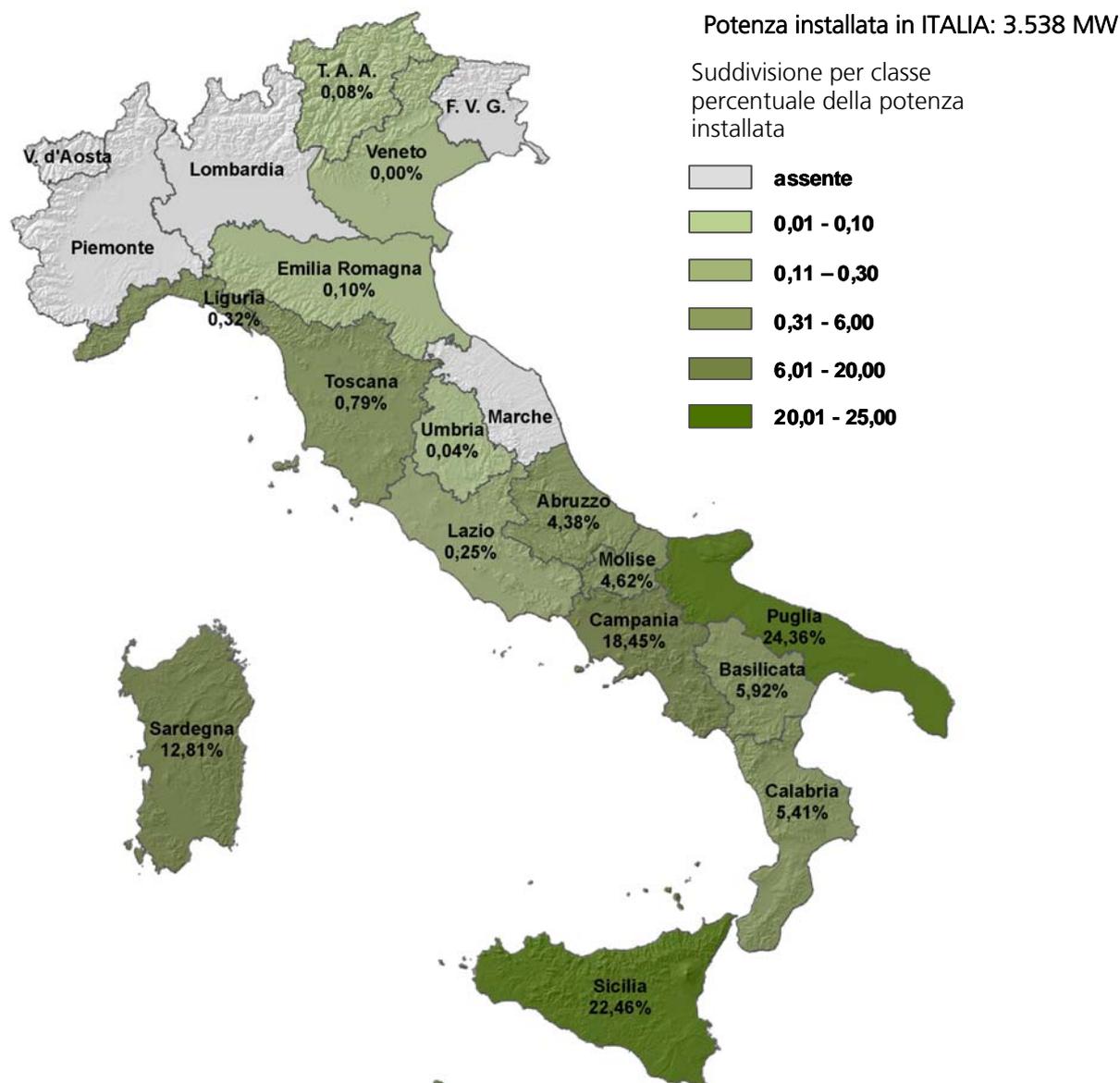
## Distribuzione regionale % numero impianti a fine 2008



La rappresentazione cartografica della distribuzione regionale della numerosità degli impianti mostra che in Italia il numero maggiore di installazioni di parchi eolici è presente nelle regioni meridionali. Infatti nell'Italia meridionale vi è il più alto numero di impianti realizzati: in particolare in Puglia ed in Campania, che insieme esprimono oltre il 43% del totale nazionale. Sicilia e Sardegna esprimono valori molto elevati pari rispettivamente al 16,1% ed al 10,3%.

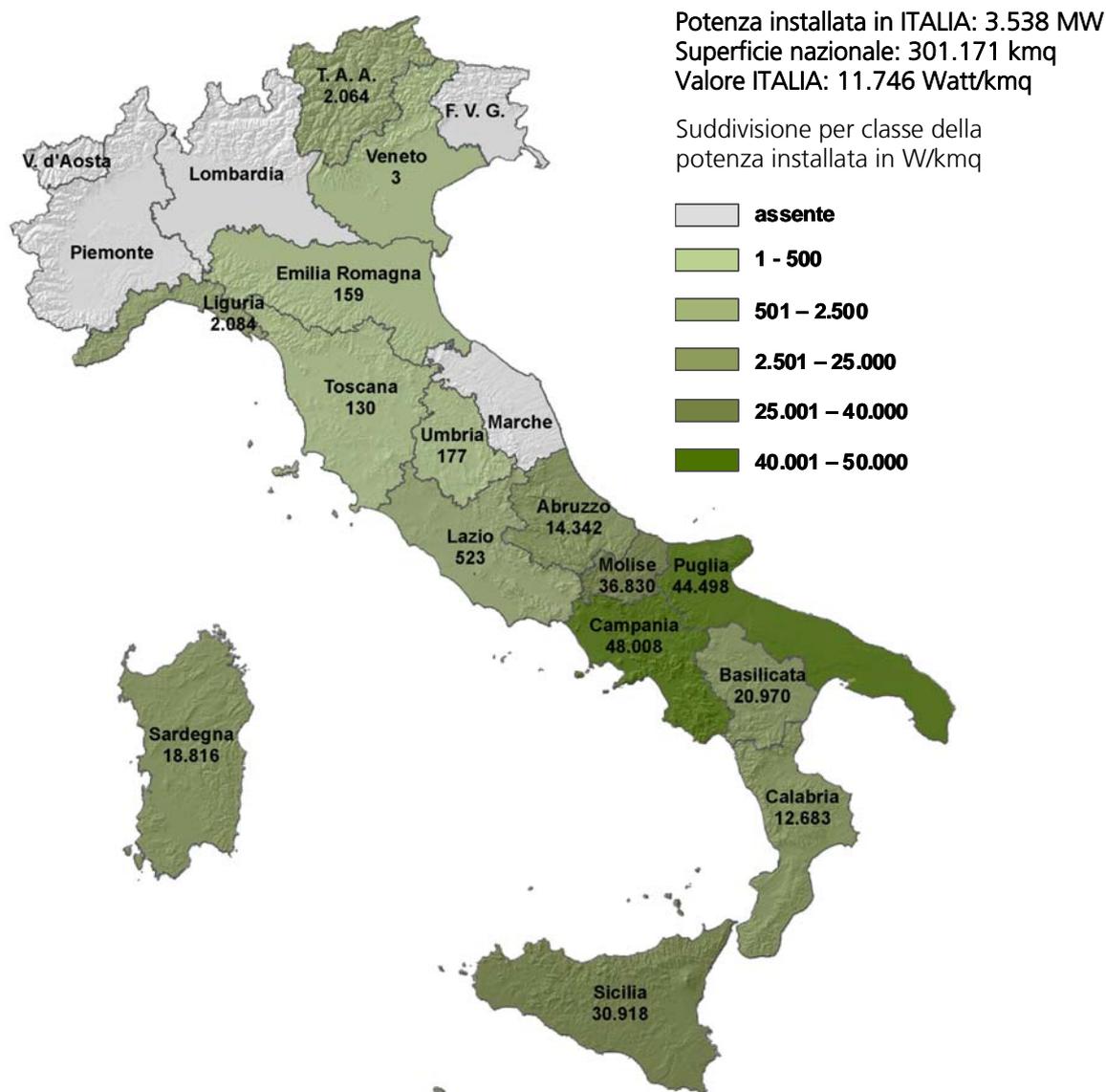
In molte Regioni dell'Italia settentrionale non sono stati installati impianti eolici e nelle regioni in cui sono presenti la percentuale è molto bassa. In Italia centrale l'Abruzzo ed il Molise, sono le regioni con la più elevata percentuale, totalizzando più del 13%.

## Distribuzione regionale % della potenza a fine 2008



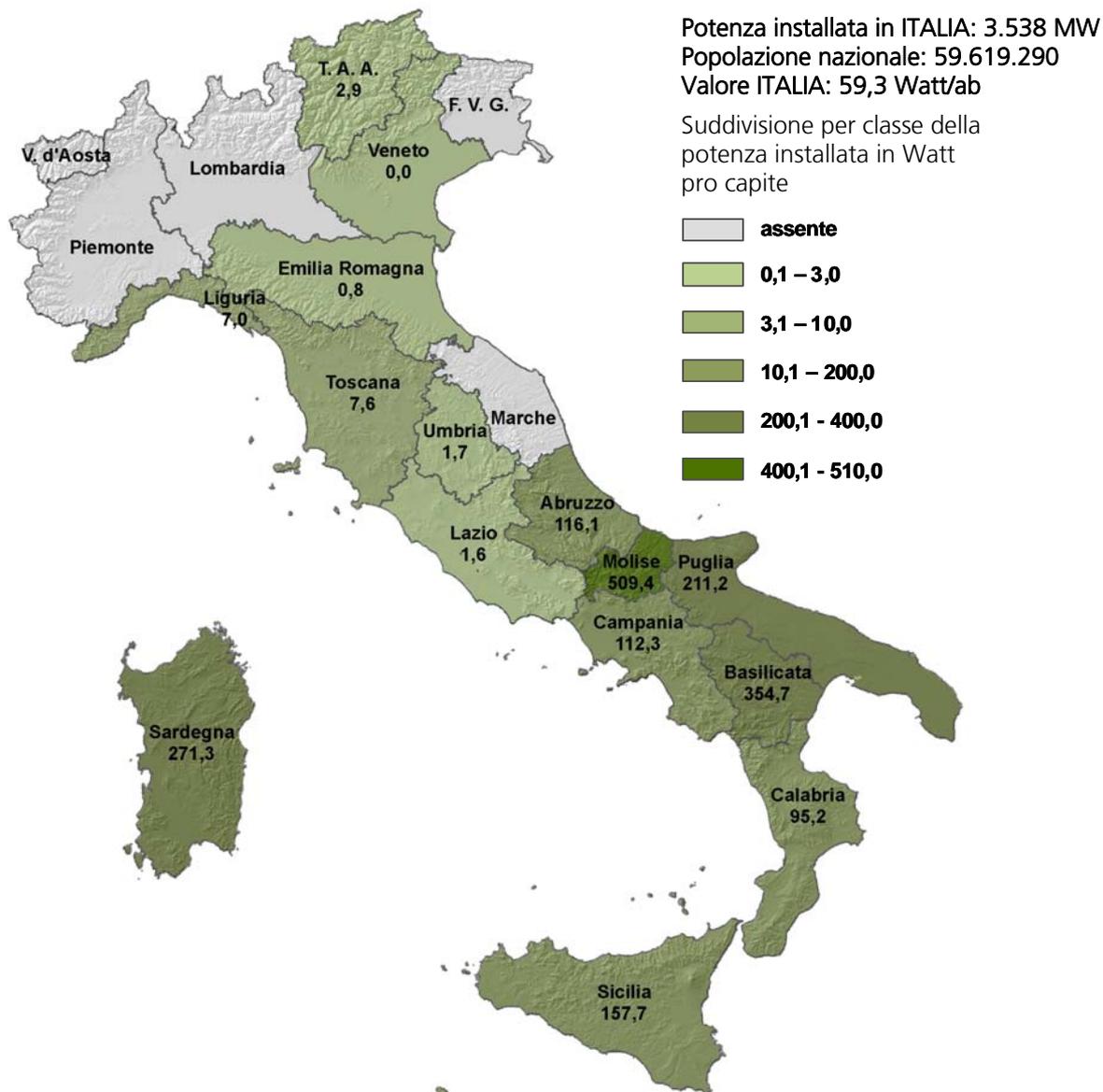
La rappresentazione cartografica della distribuzione regionale della potenza eolica installata mostra che nell'Italia settentrionale oltre alla scarsità di impianti, quelli presenti sono di bassa e media potenza. Tra le regioni centrali l'Abruzzo ed il Molise hanno la più elevata concentrazione di capacità. La Puglia detiene il primato di capacità installata (24,36%), le fa seguito la Sicilia (22,46%). Le regioni meridionali rappresentano più del 50% del totale nazionale. Sicilia e Sardegna assieme costituiscono circa il 35% del totale nazionale. Per aumentare la significatività del confronto tra i dati regionali, occorre considerare, tuttavia, alcune grandezze demografiche e territoriali, che saranno esaminate nel seguito della presentazione.

## Distribuzione regionale Watt / kmq a fine 2008



La rappresentazione cartografica della distribuzione del rapporto fra la potenza eolica installata e la superficie regionale mostra che nell'Italia settentrionale la regione con la più alta concentrazione di capacità per kmq è la Liguria. Nell'Italia centrale il Molise sopravanza l'Abruzzo con 36.830 Watt/Kmq, poiché ha un'estensione territoriale minore. Analogo discorso vale per la Campania (48.008 Watt/kmq) che sopravanza la Puglia (44.498 Watt/kmq), in quanto ha una superficie territoriale meno estesa. Le regioni meridionali comprese la Sicilia e la Sardegna sono caratterizzate da valori più elevati rispetto a quello nazionale.

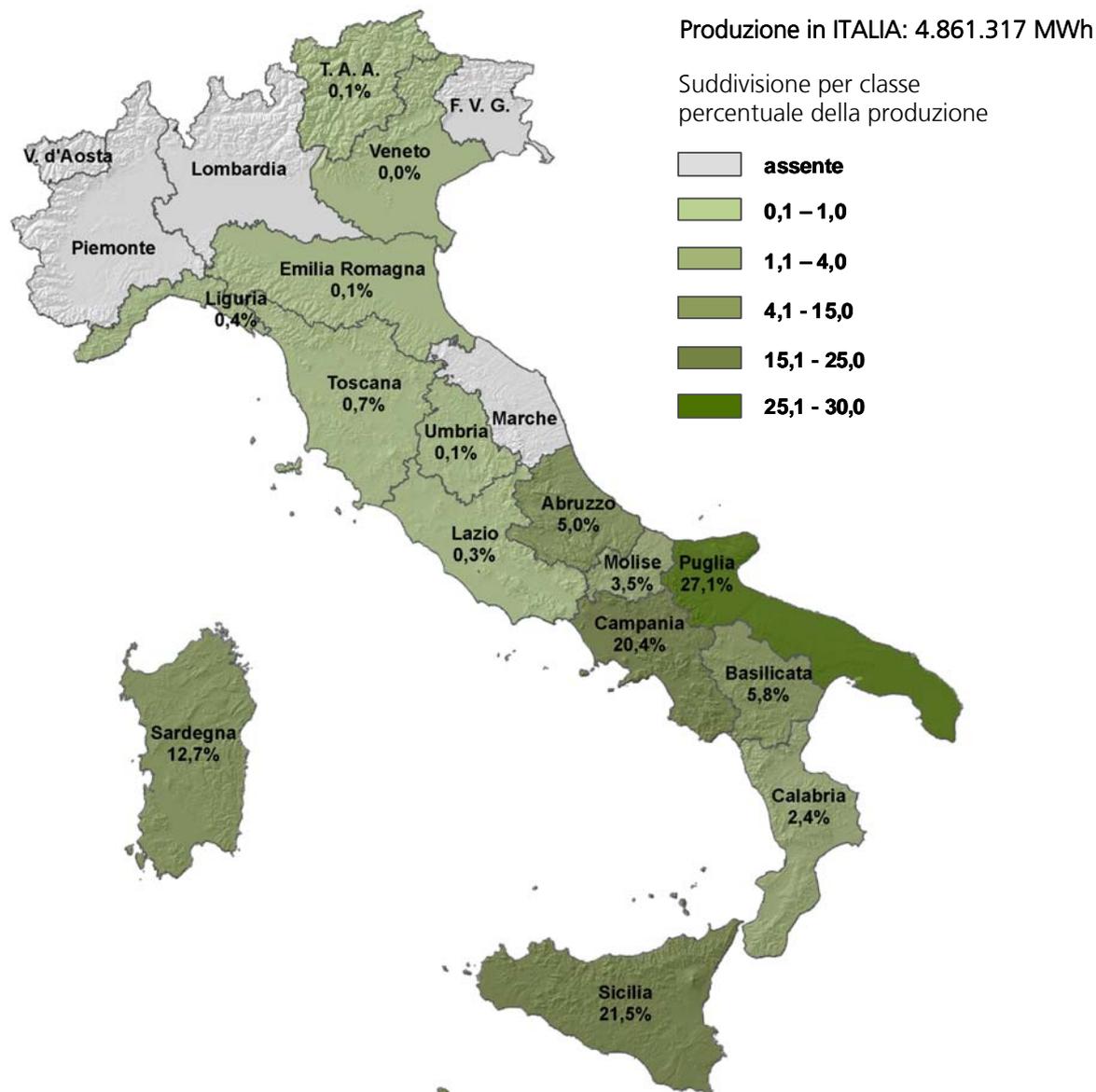
## Distribuzione regionale Watt pro capite a fine 2008



La rappresentazione cartografica della distribuzione del rapporto fra la potenza eolica installata e il numero di abitanti mostra valori molto bassi nell'Italia settentrionale.

Il fenomeno si spiega se si considera l'alta densità abitativa delle regioni in esame e la limitata presenza di impianti e di capacità installata. Discorso opposto vale per il Molise che ha i valori pro capite più elevati (509,4 Watt per abitante), dovuti essenzialmente alla bassa densità abitativa. Tra le regioni meridionali è la Basilicata a detenere il primato di capacità installata (354,7 Watt pro capite). Dall'osservazione di questo indicatore emerge che i valori dell'Italia meridionale sono molto più elevati del valore nazionale.

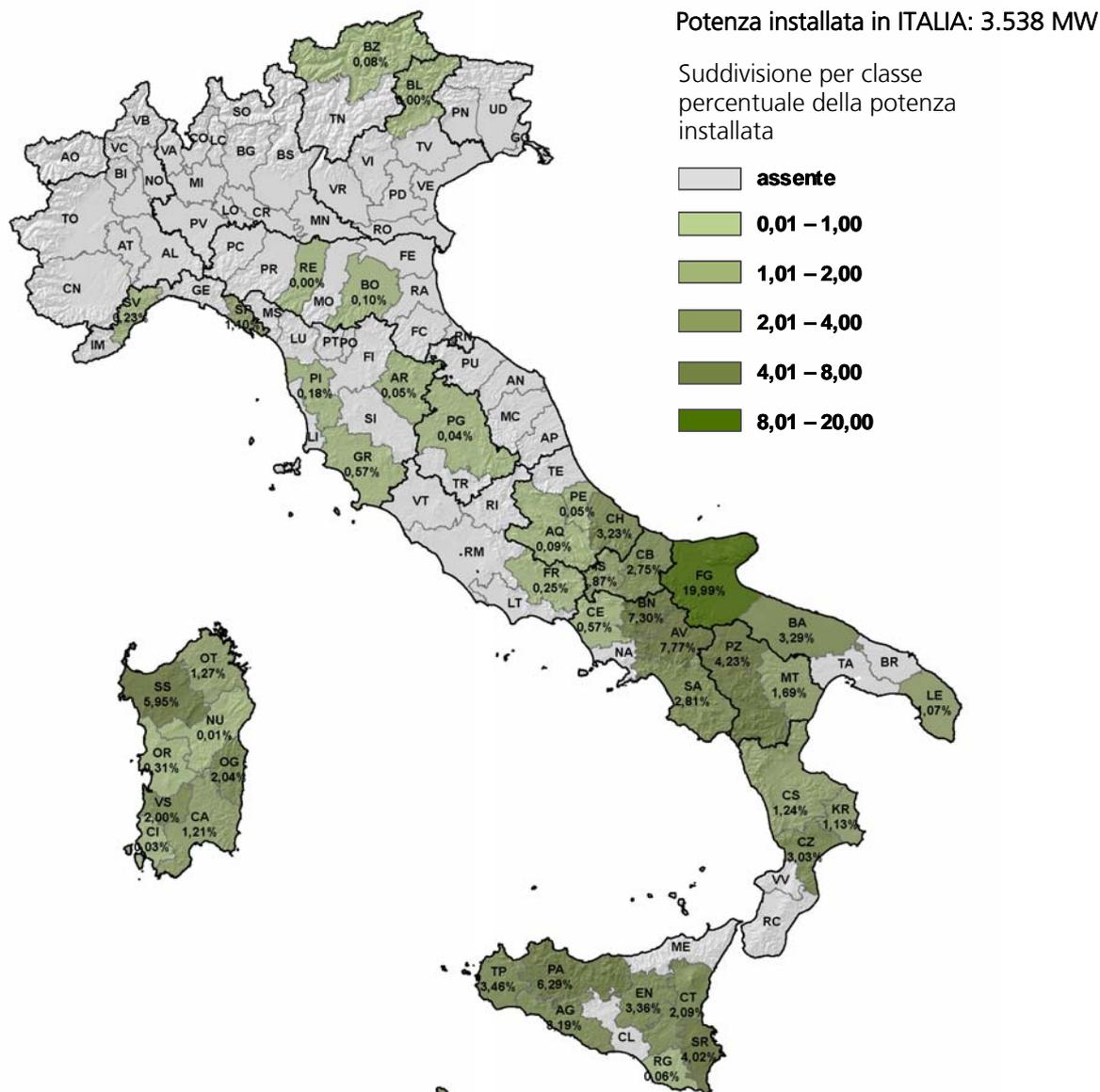
## Distribuzione regionale % della produzione al 2008



La rappresentazione cartografica della distribuzione regionale della produzione eolica presenta valori molto elevati nelle regioni meridionali e nelle isole, mentre nelle regioni settentrionali i valori sono molto bassi o assenti. Il motivo, come già descritto in precedenza, è da ricondursi all'assenza di capacità installata in molte regioni del Nord ed, ove presente, alla limitata dimensione degli impianti dislocati sul territorio. Tra le regioni del Nord si segnalano il Trentino e la Liguria. La Puglia detiene il primato di produzione superando quota 27% ed assieme alla Sicilia totalizzano quasi il 50% di produzione eolica in Italia. La Campania e la Sardegna seguono, con quote rispettivamente del 20,4% e del 12,7%.



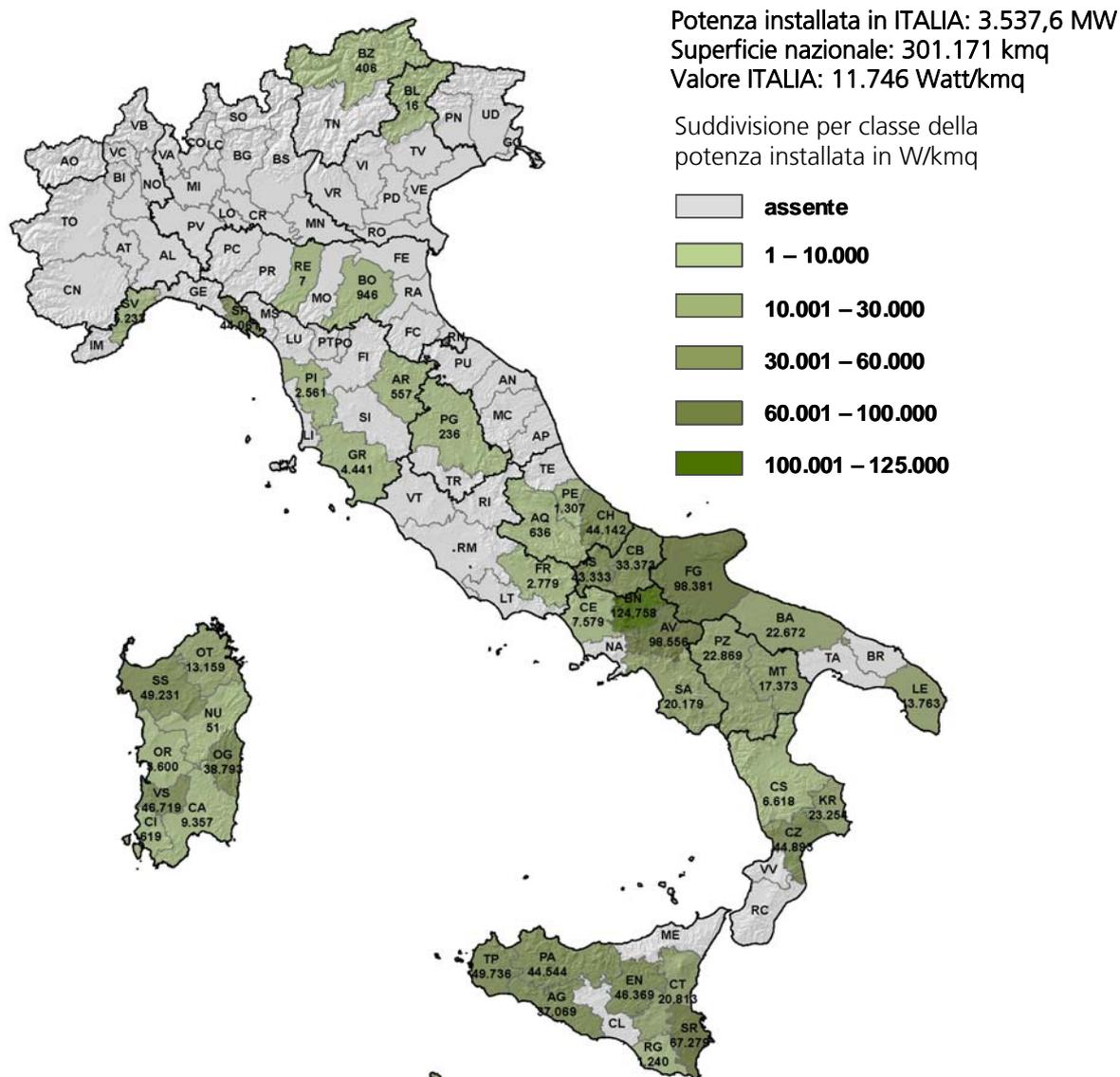
## Distribuzione provinciale % della potenza a fine 2008



La rappresentazione cartografica della distribuzione provinciale della potenza eolica installata rispecchia in termini percentuali la distribuzione del numero degli impianti. Al Nord le province di Bolzano, Belluno e Savona presentano i valori più significativi. Le province pugliesi mostrano un elevato grado di disomogeneità tra loro. Infatti nella provincia di Foggia si concentra la maggiore capacità installata (19,99%), mentre nelle altre province la percentuale è nulla o poco significativa.

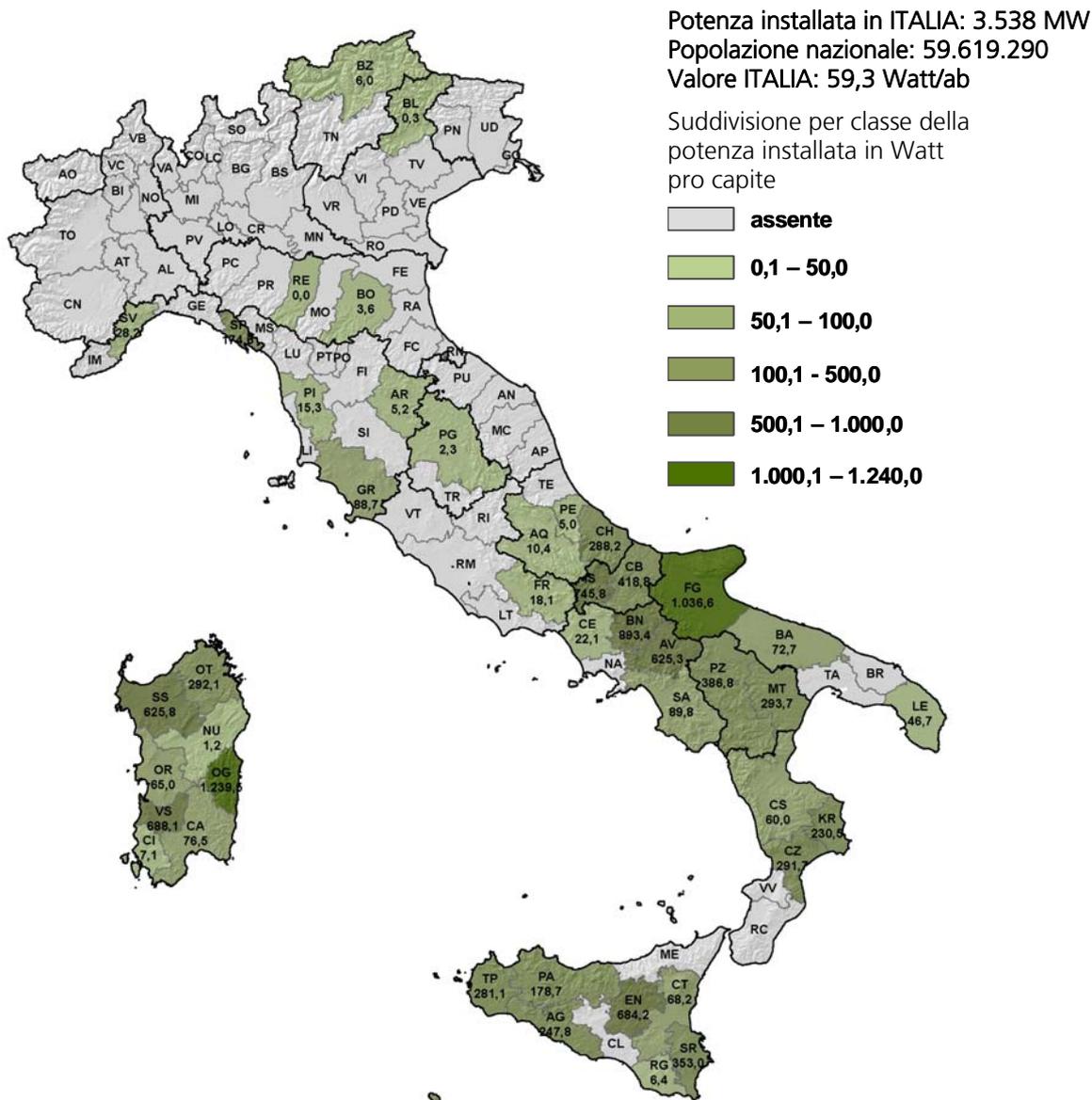
Invece, vi è maggiore omogeneità tra le province sarde, anche se Sassari presenta un valore notevolmente superiore alla media regionale (5,95%).

## Distribuzione provinciale Watt / kmq a fine 2008



La rappresentazione cartografica della distribuzione del rapporto fra la potenza eolica installata e la superficie provinciale mostra che nell'Italia settentrionale le province con la più alta concentrazione di capacità per kmq sono Bolzano, Savona e Spezia. Nell'Italia Centrale sono degne di nota le province di Chieti (44.142 Watt/kmq) e Frosinone. Nell'Italia meridionale la provincia di Benevento detiene il primato nazionale tra le province italiane con 124.758 Watt/kmq. In Campania anche la provincia di Avellino risulta avere un elevato valore (98.556 Watt/Kmq). La provincia di Foggia con 98.381 Watt/kmq detiene il primato in Puglia. La provincia di Catanzaro con 44.893 Watt/kmq sopravanza le province corregionali. Le province della Sicilia e della Sardegna risultano avere valori abbastanza omogenei tra loro ed alquanto elevati se confrontati con il valore nazionale.

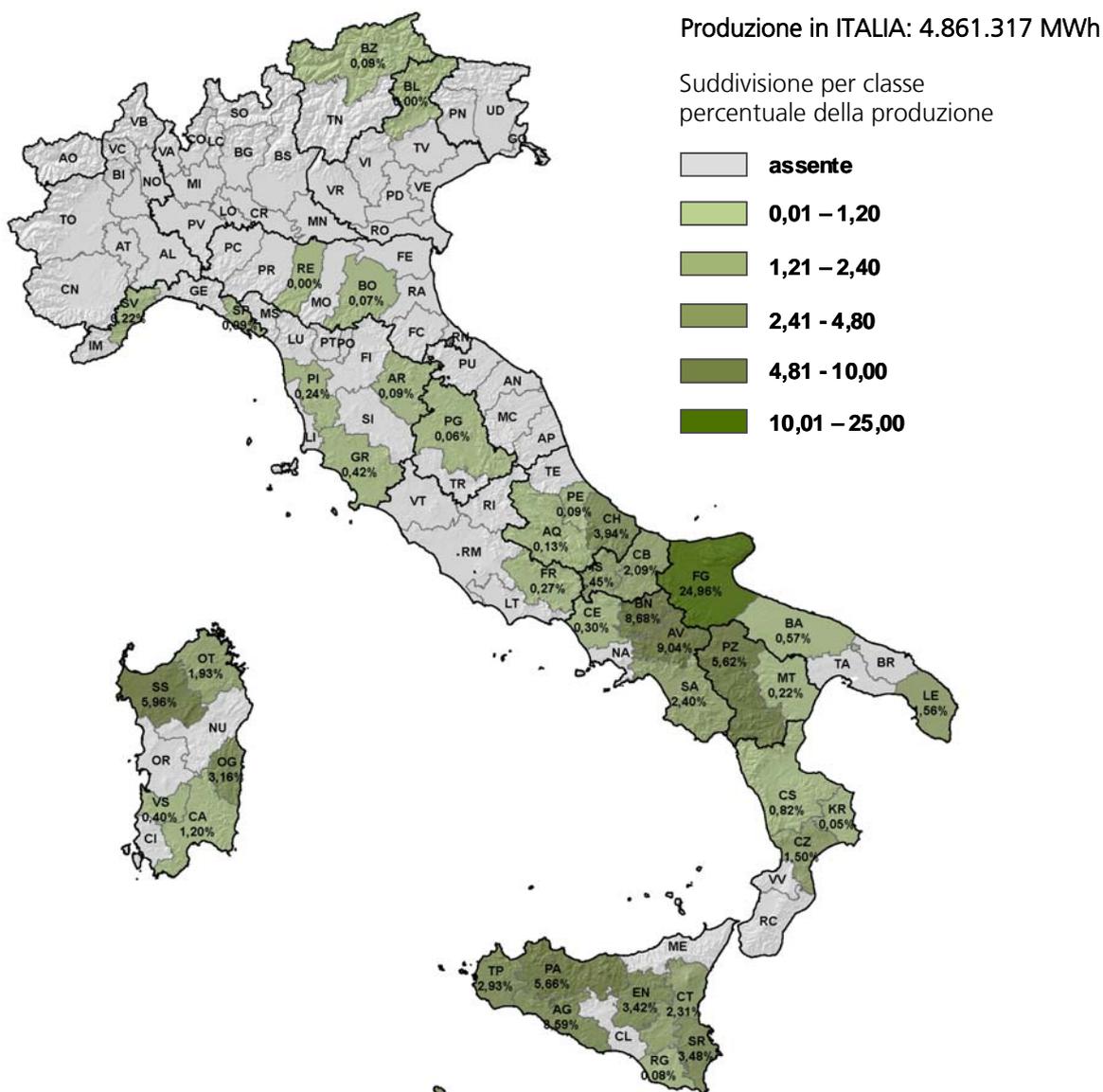
## Distribuzione provinciale Watt pro capite a fine 2008



La rappresentazione cartografica della distribuzione del rapporto fra la potenza eolica installata e il numero di abitanti mostra valori nulli o molto bassi nell'Italia settentrionale.

Il fenomeno è dovuto all'assenza di installazioni o alla limitata presenza di impianti e di capacità installata, nonché all'alta densità abitativa delle province in esame. Discorso opposto vale per le province con bassa densità abitativa dell'Italia Centrale. La provincia di Foggia detiene il primato nella propria regione con 1.036,6 Watt pro capite. La provincia di Benevento con 893,4 Watt pro capite è in terza posizione rispetto a questo indicatore. Tra le province della Sicilia e della Sardegna considerevoli livelli sono stati raggiunti dalla provincia di Enna e dalla provincia di Ogliastra con 1.239,5 Watt pro capite, che ha conseguito il primato regionale e nazionale.

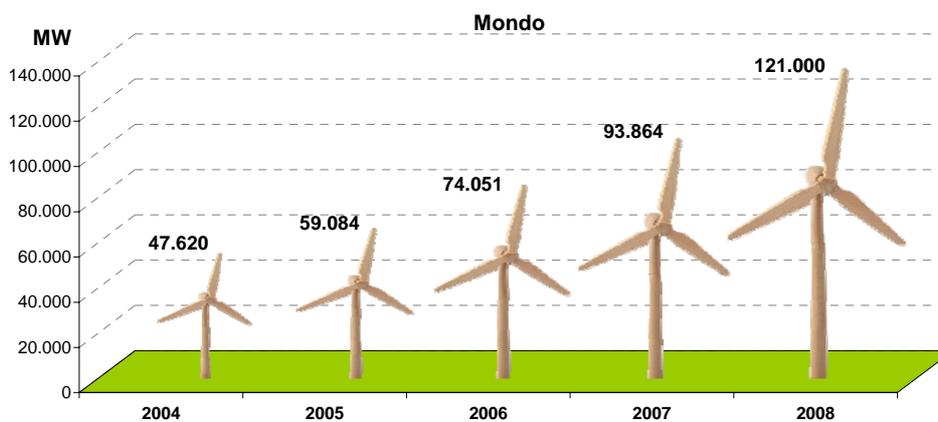
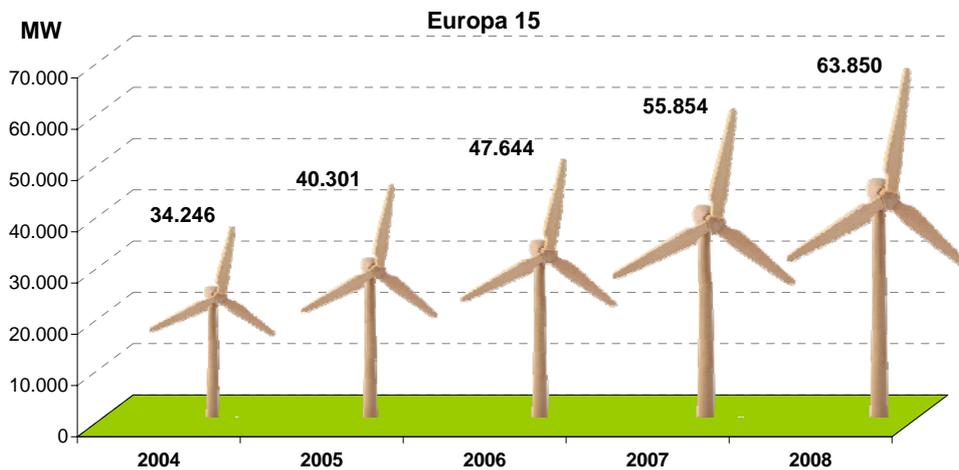
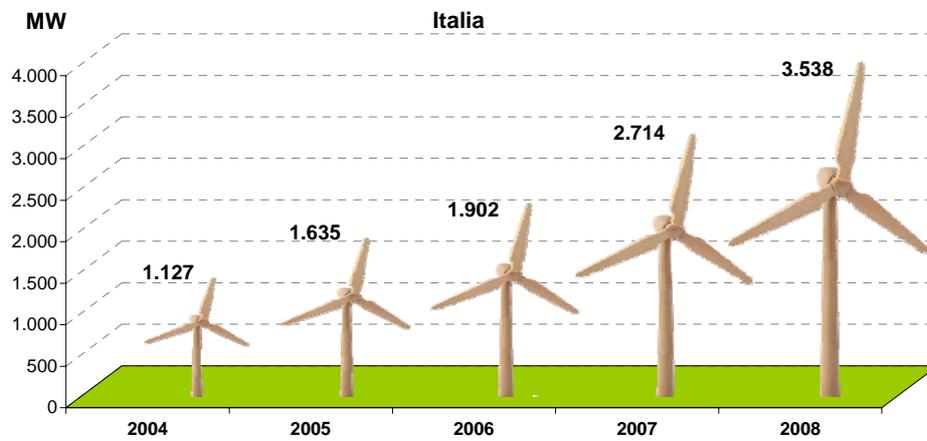
## Distribuzione provinciale % della produzione al 2008



La rappresentazione cartografica della distribuzione provinciale della produzione eolica presenta valori molto elevati nelle regioni meridionali e nelle isole, mentre nelle province settentrionali i valori sono molto bassi o assenti. Si evidenzia che se si confrontano i dati di produzione mostrati in precedenza per talune regioni, come ad esempio la Sardegna, si nota che non tutte le province hanno prodotto energia, pur avendo sul proprio territorio capacità installata. Il primato nazionale di produzione lo detiene la provincia di Foggia con 24,96%. Seguono le province campane di Avellino e Benevento con rispettivamente 9,04% e 8,68%. La provincia di Sassari (5,96%) e la provincia d'Agrigento (8,59%) hanno i valori più elevati nelle rispettive regioni di appartenenza.

---

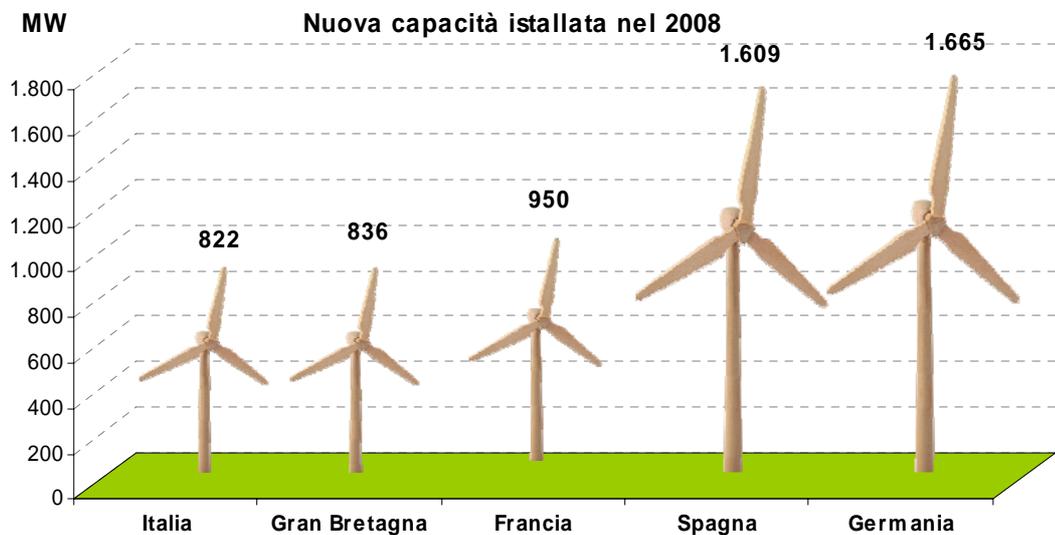
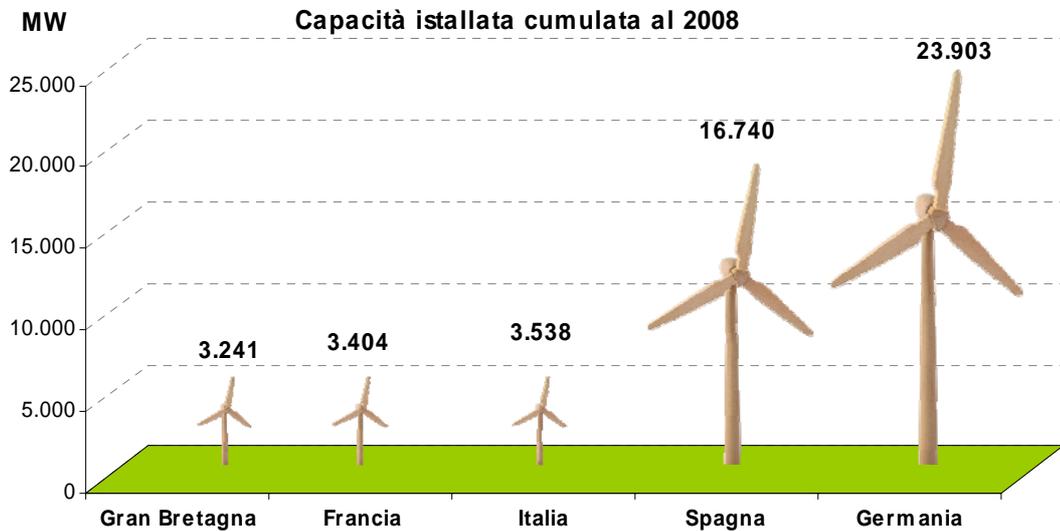
## Potenza eolica installata dal 2004 al 2008 in Italia, EU15, Mondo



Nel 2008 la potenza eolica Italiana rappresenta il 5,5% della potenza installata in UE15 ed il 3% di quella mondiale. La crescita complessiva 2004-2008 è stata del 314% in Italia, del 186% in UE e del 254% nel Mondo.

---

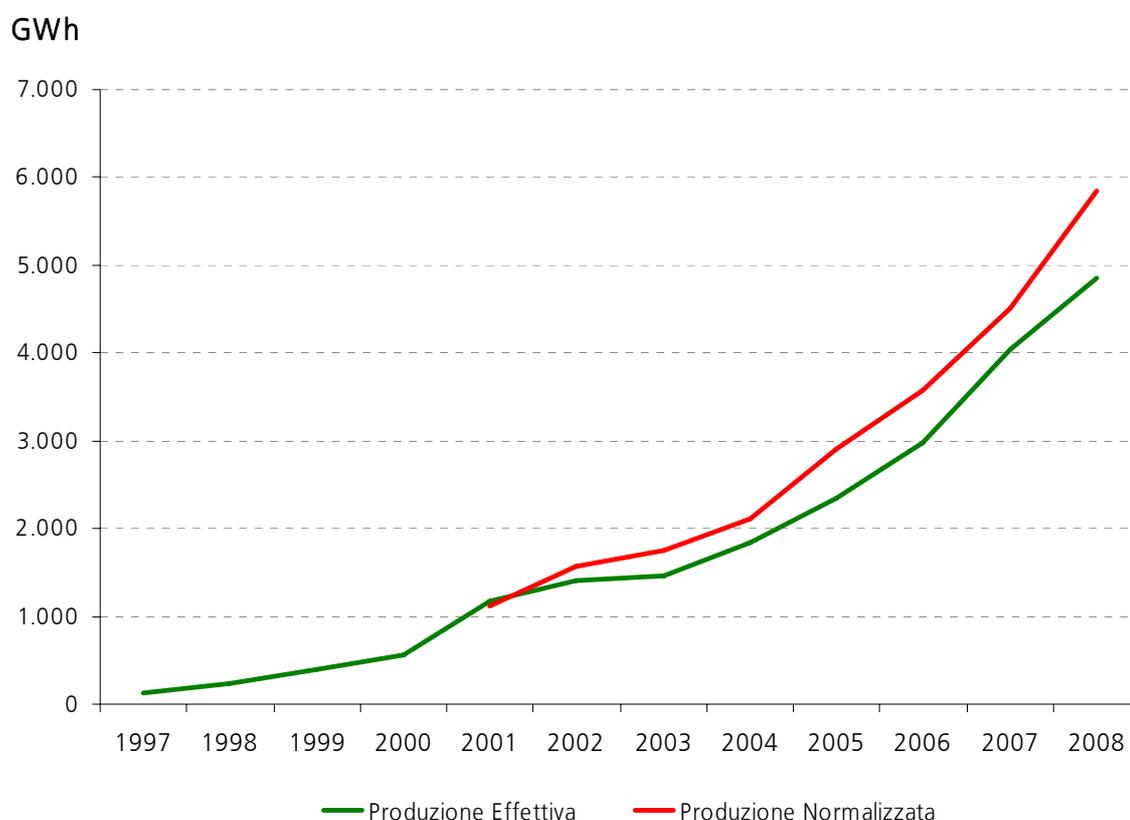
## Confronto per l'anno 2008 della potenza eolica installata nell'UE 15



Nell'Europa dei 15, i Paesi che hanno maggiore potenza eolica installata sono Spagna e Germania che rappresentano il 64% del totale. Nel secondo grafico la capacità installata nel solo 2008, i Paesi che hanno maggiormente investito nell'eolico continuano ad essere Spagna e Germania. L'Italia viene sopravanzata da Gran Bretagna e Francia attestandosi al 5° posto.

---

## Confronto produzione eolica effettiva e normalizzata



La Direttiva Europea n°28 del 23 aprile 2009 prevede che nel computo del target al 2020 il contributo dell'eolico debba essere pari alla produzione di energia elettrica opportunamente normalizzata. L'esigenza nasce dalla volontà di attenuare gli effetti delle variazioni climatiche riconducendo l'analisi ad un anno "normale", per rendere omogeneo il confronto tra i vari paesi dell'Unione Europea.

Il valore normalizzato è pari alla produzione degli ultimi otto anni pesata per il rapporto tra il valor medio della potenza installata nell'anno corrente e la somma della capacità media calcolata su tutto il periodo considerato.

---

## Previsione delle immissioni da impianti eolici non programmabile

(a cura della Direzione Sistemi-Applicazioni GSE)

### *Introduzione*

La delibera dell'Autorità per l'energia elettrica ed il gas n. 280 del 2007 (Ritiro Dedicato) affida al GSE, in qualità di soggetto attuatore, anche le attività di miglioramento delle previsioni delle immissioni da parte degli impianti a fonte rinnovabile classificati non programmabili. Il GSE gestisce anche il ritiro e l'allocazione in borsa dell'energia elettrica prodotta dagli impianti regolati dal provvedimento CIP6 del 1992. Per gli impianti eolici CIP6 rilevanti (quelli con potenza superiore o pari ai 10 MVA), già nel corso del 2007 è stata avviata una sperimentazione sui meccanismi di previsione discreta delle immissioni, al fine di poter contribuire positivamente alla riduzione degli oneri di bilanciamento. Dal Febbraio 2008, infatti, è in esercizio la previsione 2 volte al giorno per gli impianti eolici rilevanti CIP6 e a Ritiro Dedicato.

### *Numero e tipologia di impianti sottoposti a previsione*

Gli impianti eolici sottoposti a previsione sono riassunti nella tabella seguente:

Tipo convenzione	Impianti rilevanti		Impianti non rilevanti		Totale impianti	Totale potenza (MW)
	N. Impianti	Potenza (MW)	N. Impianti	Potenza (MW)		
CIP 6	19	454,87	4	11,40	23	466,27
Ritiro dedicato	58	1.591,67	49	89,57	107	1.681,24
<b>Totale</b>	<b>77</b>	<b>2.046,54</b>	<b>53</b>	<b>100,97</b>	<b>130</b>	<b>2.147,51</b>

### *Descrizione dell'attuale sistema di previsione Eolica del GSE*

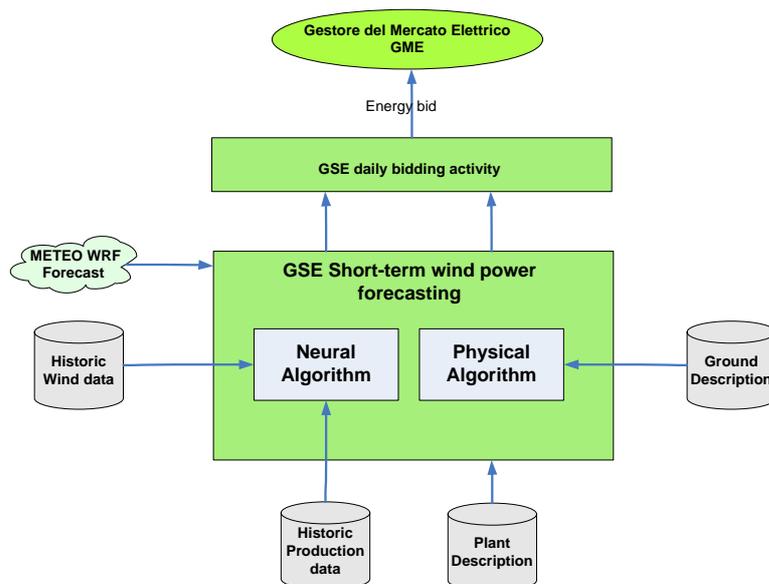
Il sistema di previsione sviluppato da GSE si basa su:

- Dettagliata descrizione del terreno (studio della localizzazione della farm eolica)
- Algoritmo a Rete Neurale (addestrato con almeno 1 anno di dati storici)
- Algoritmo di tipo Fisico (con descrizione dettagliata del parco eolico in termini di turbine, localizzazione delle medesime, curve di potenza etc.)
- Modello Meteo WRF (Weather Research and Model)
- Dati storici di produzione e del vento
- Descrizione dettagliata dell'impianto (turbine)

Gli algoritmi sono stati progettati e sviluppati "In house".

---

La figura seguente mostra in modo sintetico il sistema su descritto:



- Entrambi i modelli di previsione girano 2 volte al giorno (alle 7:00 e alle 18:00) per ciascun impianto eolico. L'output prodotto sono curve orarie (2 coppie, 1 Neurale e 1 Fisica) per 3 giorni in avanti per ciascun impianto
- Giornalmente, GSE utilizza le curve di produzione previste alle ore 7:00 (quindi con previsione a 24h in anticipo) al fine di ottimizzare le offerte di vendita di energia per il mercato del giorno prima (MGP) del giorno  $n+1$ .

Qualora GSE partecipasse alle sessioni del futuro Mercato Infragiornaliero, potrebbe utilizzare anche le previsioni delle ore 18:00.

### ***Risultati ottenuti***

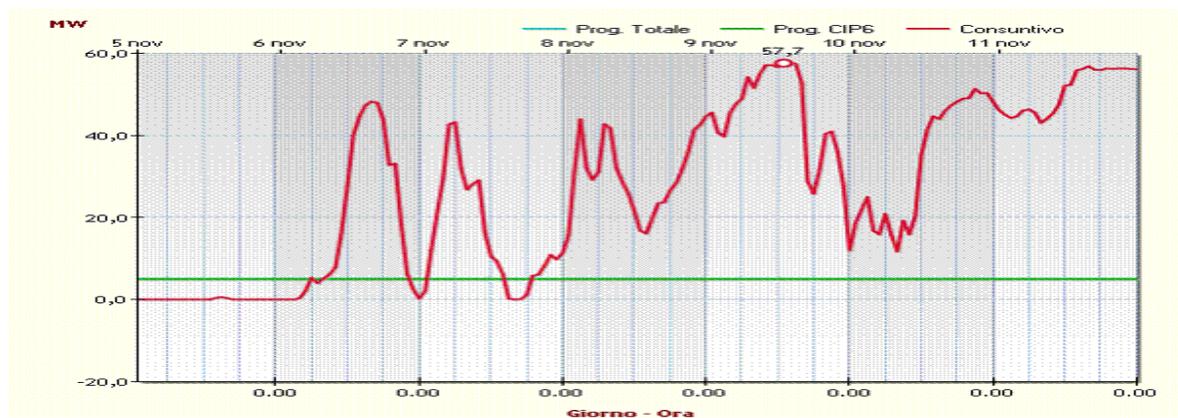
Sino a gennaio 2008, in assenza della previsione delle immissioni, le offerte in borsa per gli impianti eolici, venivano fatte con profilo piatto in funzione della potenza contrattualizzata. Di conseguenza gli scostamenti fra misura a consuntivo e offerta erano di notevole consistenza.

I risultati ottenuti dopo circa 1 anno di utilizzo del sistema di previsione per gli impianti eolici sono incoraggianti.

I sistemi adottati dimostrano la possibilità di mitigare gli oneri di bilanciamento legati agli impianti a fonte rinnovabile non programmabili, ciò ci ha spinto ad un utilizzo di algoritmi di previsione, seppur differenti fra loro, anche per gli impianti solari e idroelettrici ad acqua fluente.

---

A dimostrazione di quanto detto, i grafici seguenti mostrano l'energia prodotta e programmata per lo stesso impianto pre (Novembre 2007) e post (Marzo 2009) utilizzo del sistema di previsione.



### *Panoramica su analoghi sistemi di altri paesi*

Negli altri Paesi, ed in particolare in quelli Europei, sono già da alcuni anni emerse varie aree di studio per agevolare l'integrazione in rete degli impianti a fonte rinnovabile ed in particolare per la fonte eolica. Sono per altro già commercializzati prodotti che normalmente sono focalizzati su un numero limitato di impianti.

La definizione e sviluppo di sistemi avanzati e su larga scala di previsione delle immissioni di energia di impianti eolici è oggetto del citato progetto ANEMOS (Advanced Tools for the Management of Electricity Grids with Large-Scale Wind Generation) che è un progetto di ricerca europeo nell'ambito del segmento FP6 (vedi i seguenti link <http://anemos.cma.fr/> e <http://anemosplus.cma.fr/>). In tale progetto europeo si evidenzia il beneficio delle misure di fonte primaria in relazione alle previsioni di energia elettrica, cosa che il GSE intende seguire in futuro con approccio innovativo.

Immagini fotografiche

