



LE ENERGIE RINNOVABILI



ENERGIA



Capacita' di un corpo di compiere lavoro

Forme di energia

Energia termica

Energia nucleare

Energia chimica

Energia elettrica

Energia luminosa

Energia meccanica



ENERGIA



ENERGIA POTENZIALE

E' associata alla posizione di un corpo sul quale influiscono le forze generate da altri corpi



ENERGIA CINETICA

L'energia di un corpo in movimento

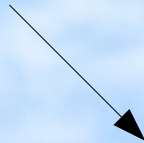
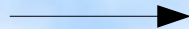
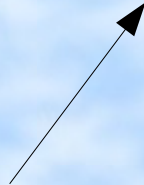
ENERGIA

FONTI DI
ENERGIA

Fossile

Rinnovabile

Nucleare



FONTI DI ENERGIA

ENERGIA FOSSILE

Si riducono con l'utilizzo, derivano da risorse formatesi in milioni di anni nel corso delle ere geologiche, mentre l'utilizzo da parte dell'uomo ha luogo in pochi secoli o decenni. Quindi in tempi relativamente brevi si esauriscono e non si rinnovano in tempi per noi utili, sono limitate.



CARBONE



Roccia sedimentaria, deriva dalla lenta e graduale decomposizione di foreste rimaste sommerse dalle acque e poi sepolte dalla crosta terrestre. E' composto da materie organiche (carbonio, idrogeno, ossigeno, zolfo e azoto) e inorganiche (materiali argillosi, calcite e pirite).

Estrazione



**Cave a
cielo aperto**



**Miniere in
profondità**

CONSUMI DI CARBONE IN ITALIA



Il grafico riporta l'andamento del consumo di carbone in Italia dal 2000 al 2010. Ci sono stati dei periodi di maggior consumo, dovuti principalmente al rincaro del prezzo del petrolio. Infatti, molte centrali termoelettriche possono utilizzare diversi tipi di combustibile e decidono quale utilizzare in base al prezzo più vantaggioso in quel momento (10^6 M mega; 10^9 G giga; 10^{12} T tera). Fonte dati: BP Statistical Review of World Energy, giugno 2011.



GAS NATURALE

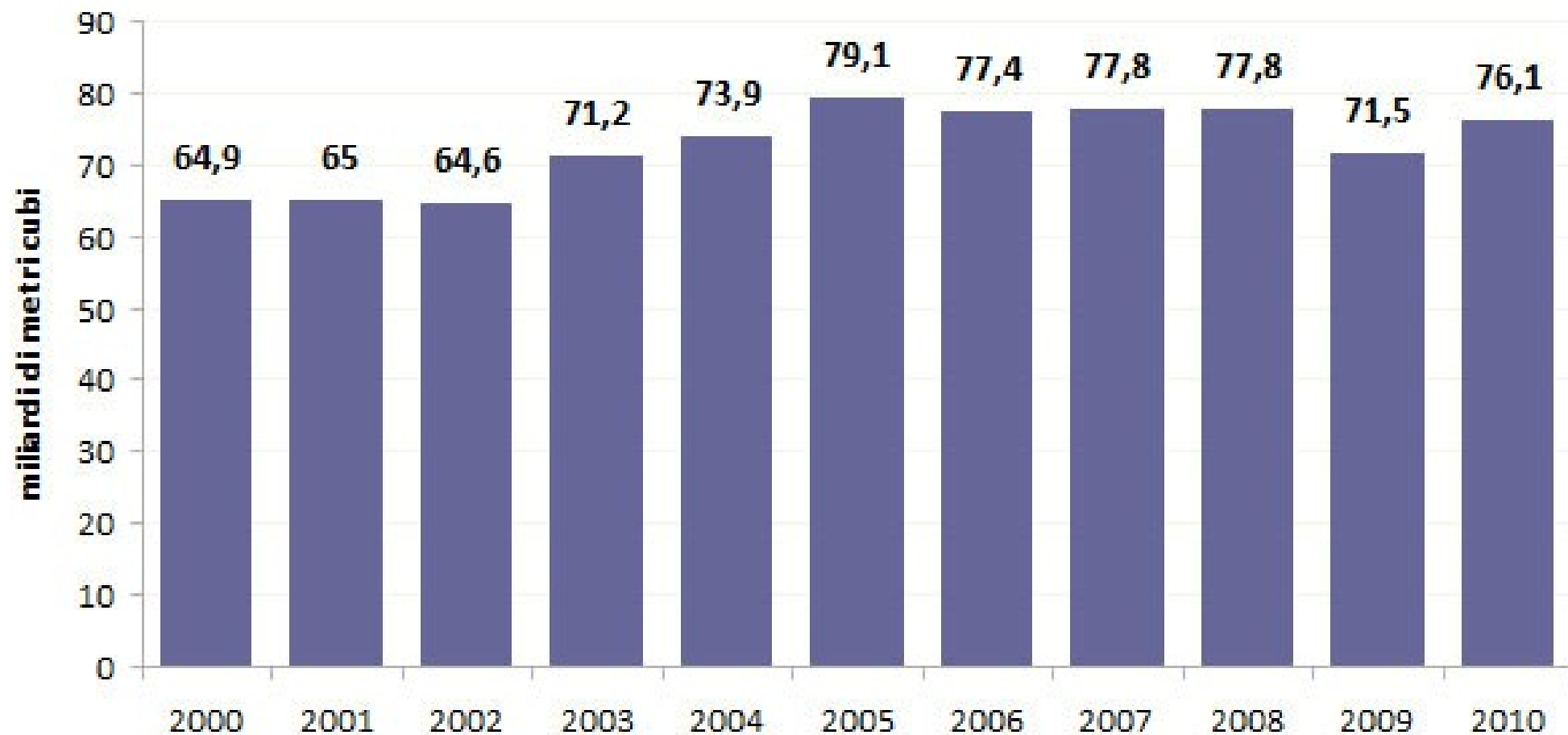
Miscela di idrocarburi allo stato aeriforme come metano, anidride carbonica, azoto, idrogeno solforato, elio, radon e cripton. Le miscele che contengono soprattutto metano sono secche, se ci sono propano e butano sono umide.



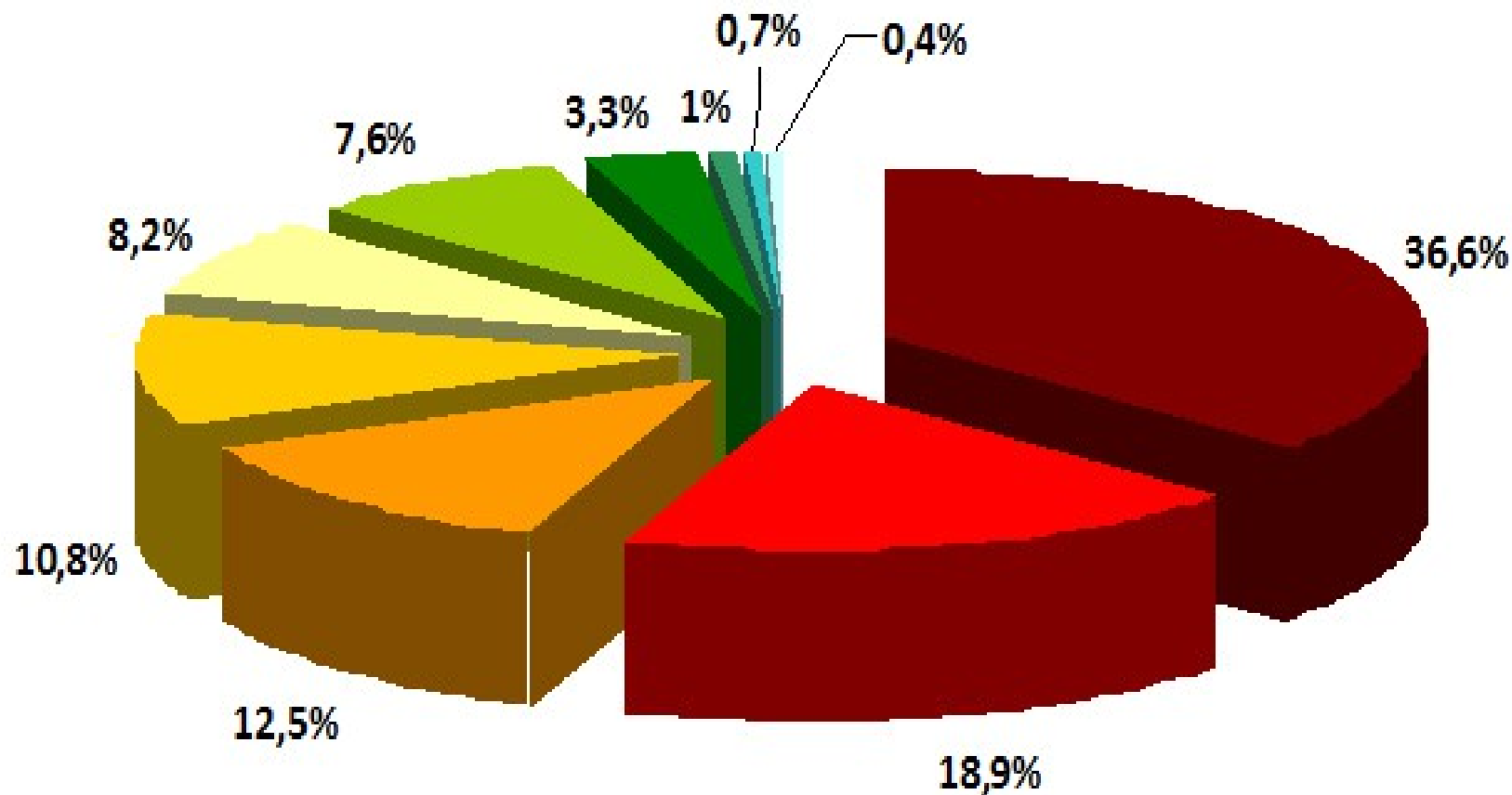
METANO

CH₄

CONSUMI DI GAS NATURALE IN ITALIA



IMPORTAZIONI DI GAS NATURALE IN ITALIA NEL 2010



Algeria

Russia

Libia

Paesi Bassi

Qatar

Norvegia

Germania

Egitto

Gran Bretagna

Trinidad & Tobago

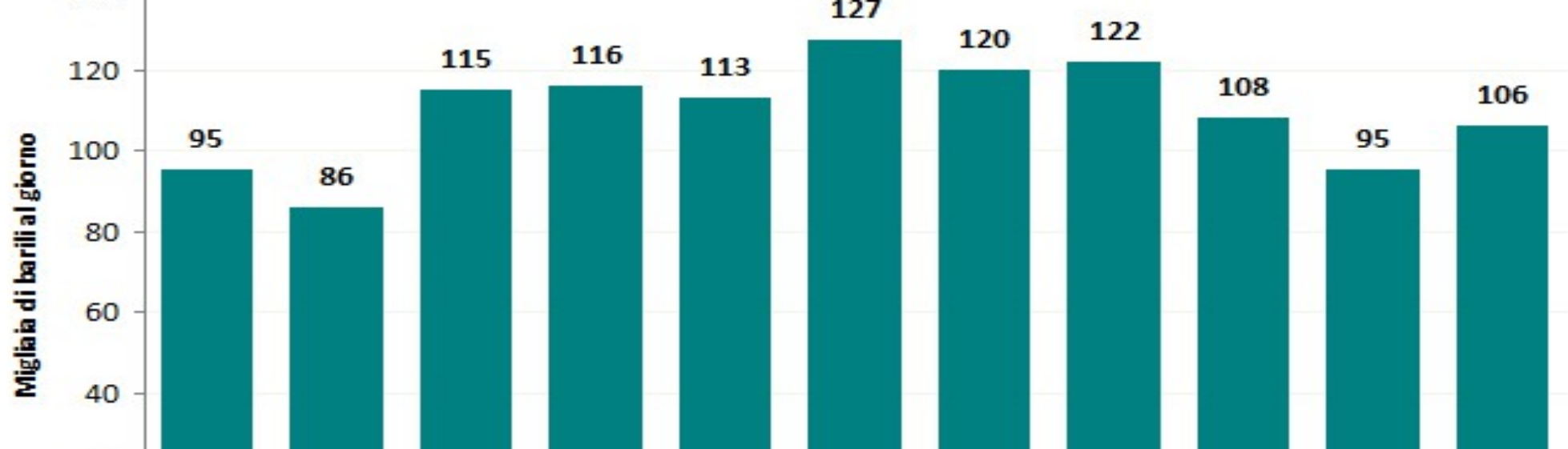


PETROLIO ...olio di roccia!

Miscela di idrocarburi allo stato liquido formati dalla decomposizione di materiale organico accumulatosi nei secoli. Se gli idrocarburi migrano in superficie, in profondità resta il bitume.

Se vengono "intrappolati" fra rocce impermeabili e rocce porose, si creano "trappole petrolifere" di idrocarburi solidi e liquidi



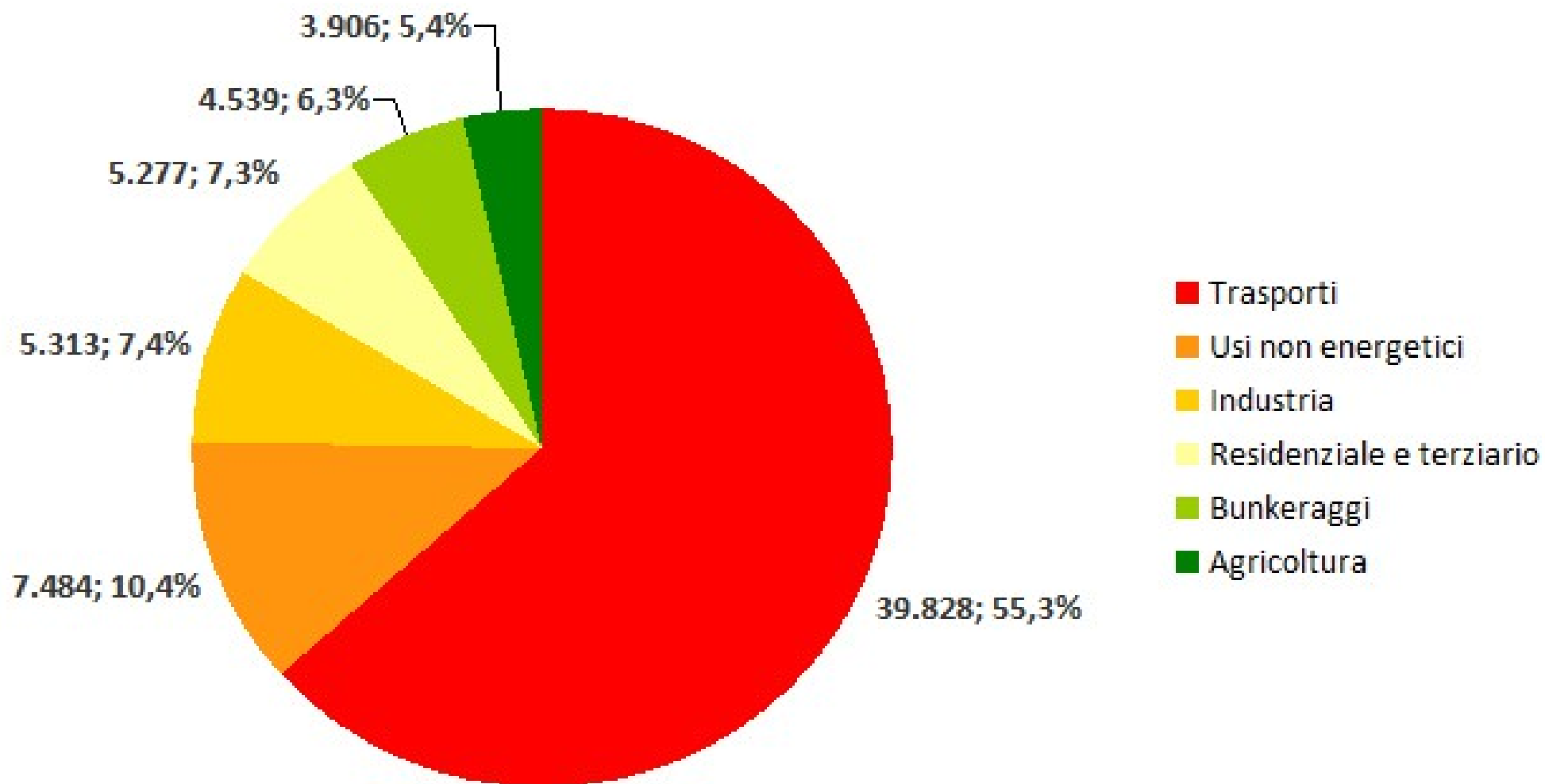


CONSUMI DI PETROLIO IN ITALIA

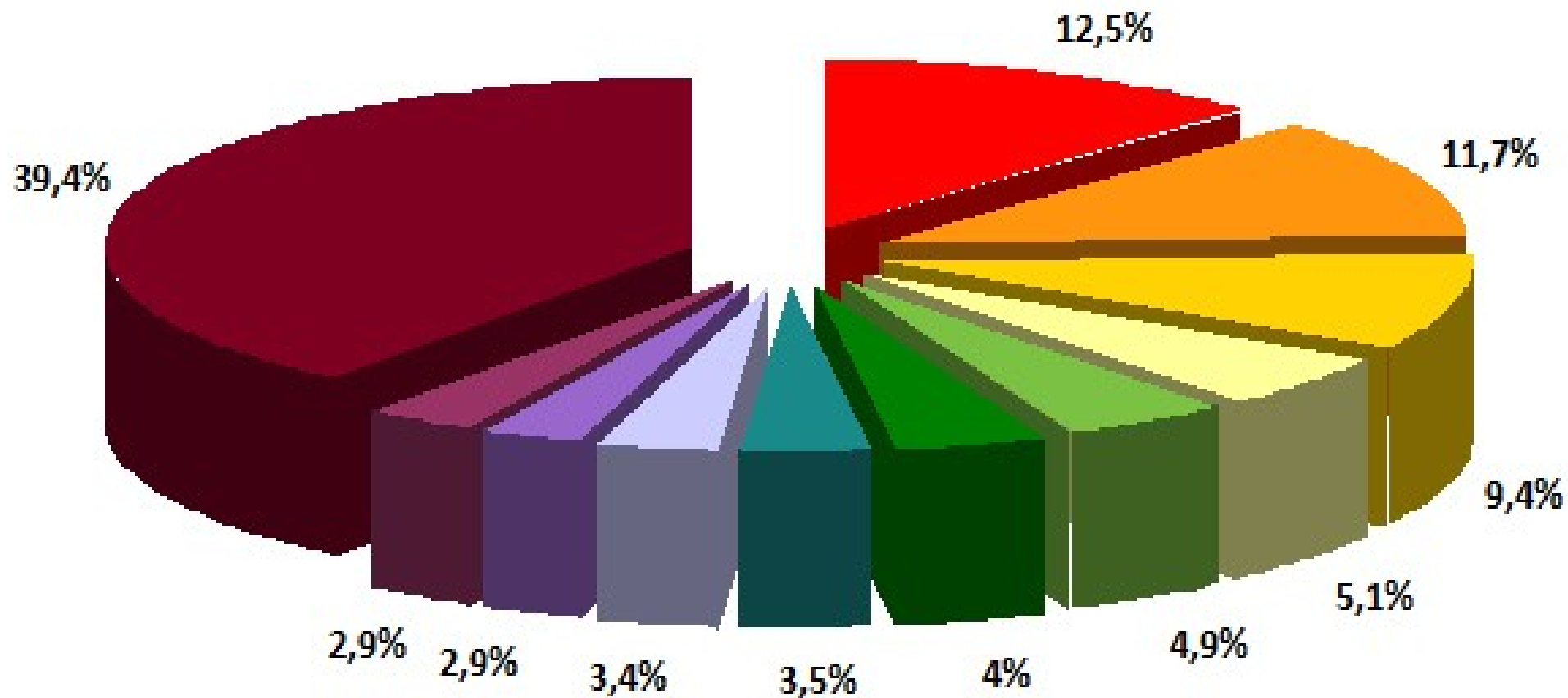




CONSUMI DI PETROLIO PER SETTORE IN ITALIA NEL 2010 (dati in ktep e in percentuale)



PRINCIPALI PAESI PRODUTTORI DI PETROLIO NEL 2010



Russia

Arabia Saudita

USA

Iran

Cina

Canada

Messico

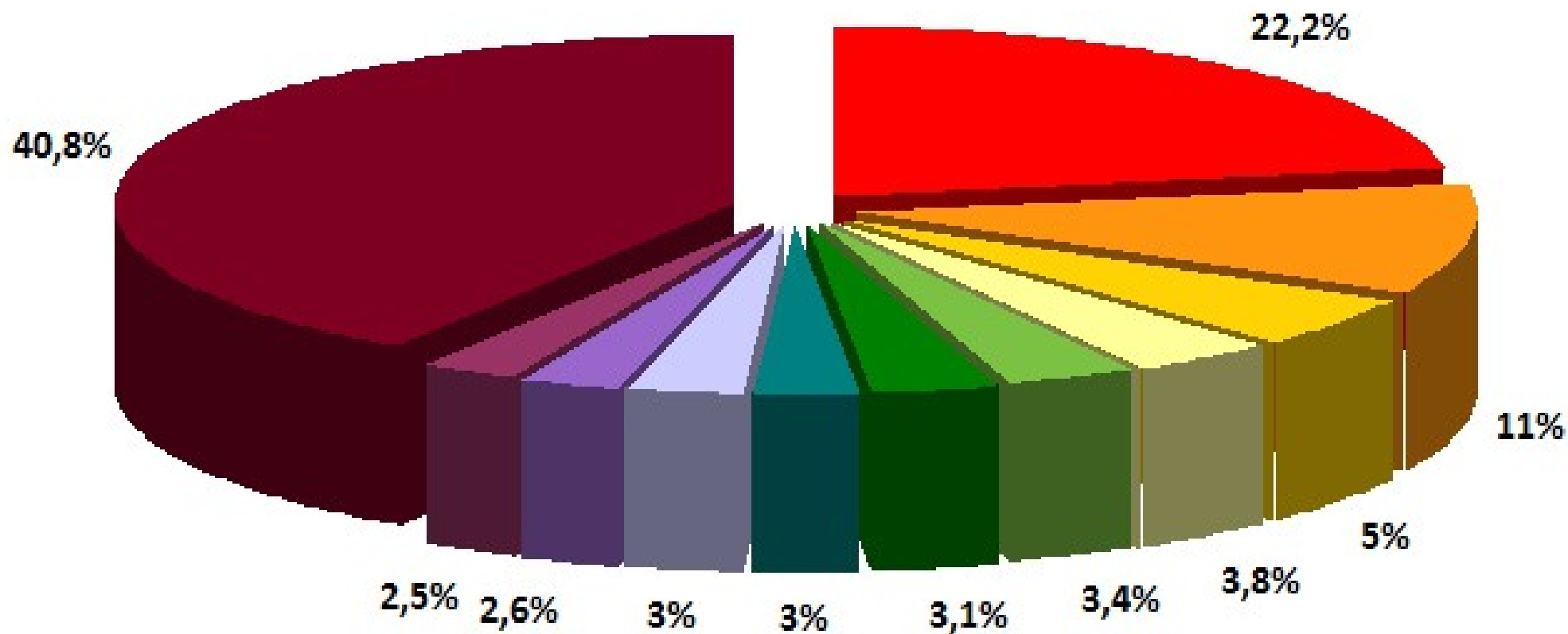
Emirati Arabi Uniti

Venezuela

Kuwait

Resto del mondo

PRINCIPALI PAESI CONSUMATORI DI PETROLIO NEL 2010



- | | | | |
|---|--|--|---|
| ■ USA | ■ Cina | ■ Giappone | ■ India |
| ■ Russia | ■ Brasile | ■ Arabia Saudita | ■ Germania |
| ■ Corea del Sud | ■ Canada | ■ Resto del mondo | |

PROVA DI ATTENZIONE E VELOCITA'

Quali sono le principali fonti di energia fossile?

Qual'è stato il consumo e la produzione di petrolio in Italia nel 2010?

Come si chiama il gas naturale più usato e come si fa a trasportarlo??

Qual'è il settore in Italia che consuma più petrolio

Quali sono i maggiori produttori di petrolio al mondo?

UNITA' DI MISURA DELL'ENERGIA

JOULE (J): lavoro compiuto dalla forza di un newton per compiere lo spostamento di un metro

CALORIA (cal): quantità di energia necessaria per innalzare la temperatura di un grammo di acqua distillata da $14,5^{\circ}\text{C}$ a $15,5^{\circ}\text{C}$.

$$1 \text{ cal} = 4,18\text{J}$$

UNITA' DI MISURA DELL'ENERGIA

TPE o TEP è la quantità di calore ottenibile da una tonnellata di petrolio
E' un'unita' di misura derivata che serve per confrontare diverse fonti di energia, e calcolare ad esempio i consumi energetici totali di una nazione

PETROLIO	Giga Joule (GJ)	Giga Caloria (Gcal)	Megawattora (MWh)	Milioni BTU (MBTU)
1 barile di petrolio (bep) equivale a:	5,736	1,370	1,593	5,436
1 tonnellata di petrolio (tep) equivale a:	41,868	10	11,628	39,685

PETROLIO	barili di petrolio (bep)	tonnellate di petrolio (tep)	tonnellate di carbone (tec)	metri cubi di gas naturale (m3)
1 barile di petrolio (bep) equivale a:	1	0,137	0,196	167
1 tonnellata di petrolio (tep) equivale a:	7,3	1	1,429	1212

LEGENDA

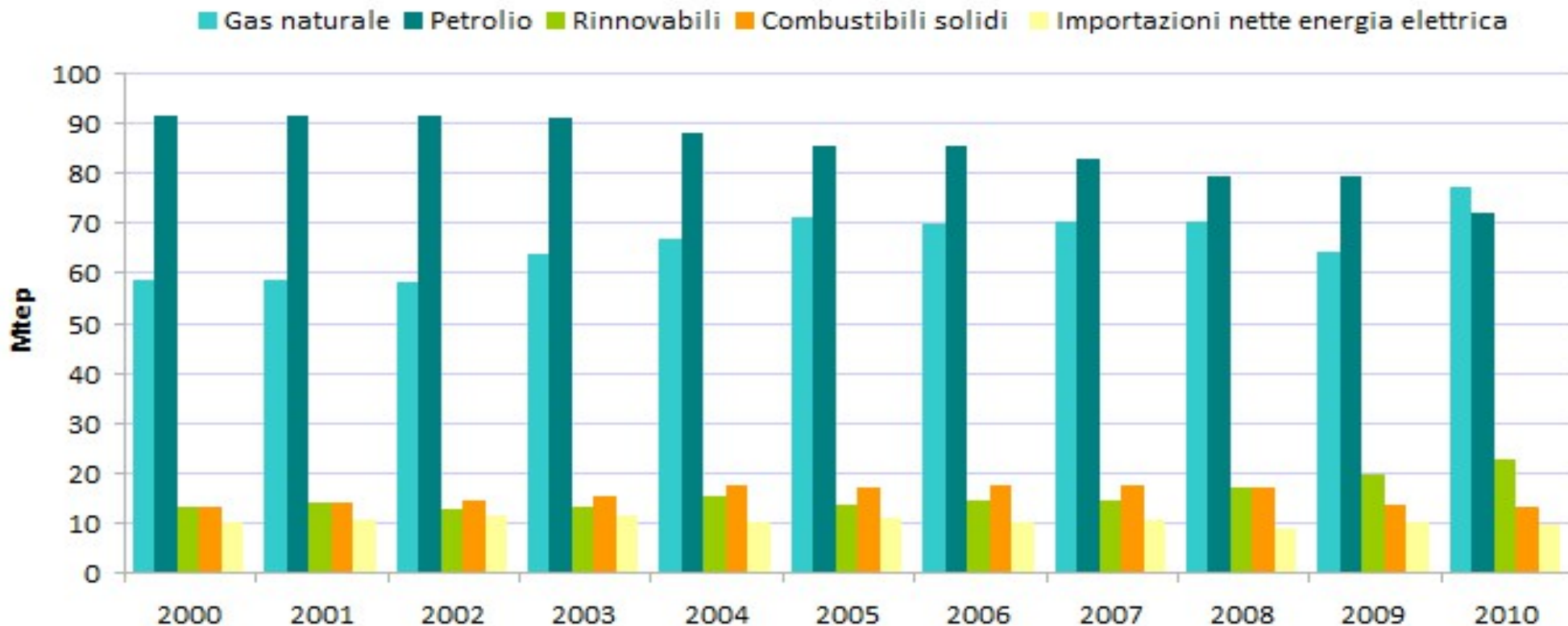
Bep => Barili equivalenti di petrolio

Tep => Tonnellate equivalenti di petrolio

Tec => Tonnellate equivalenti di carbone

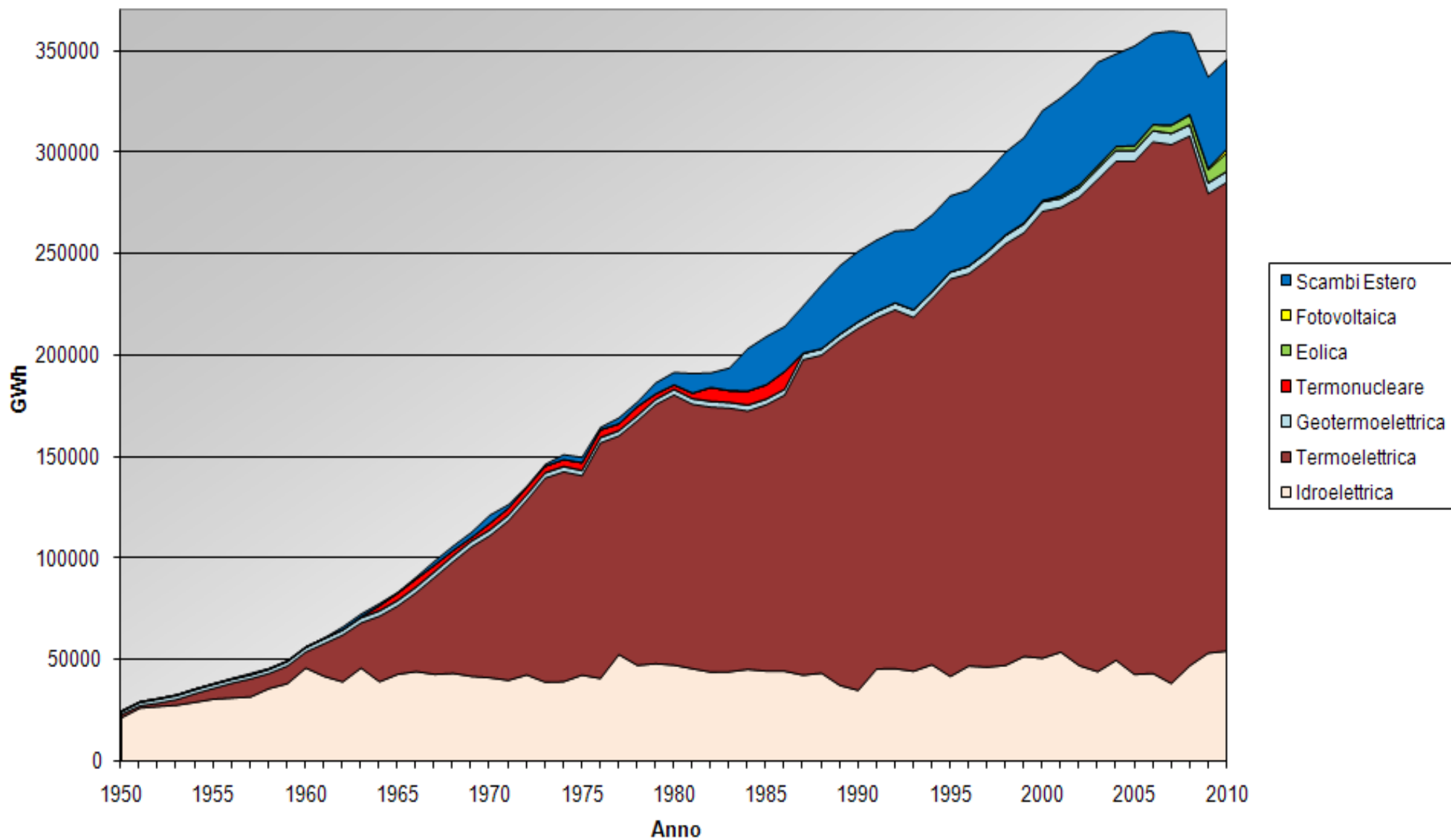
BTU => British Thermal Unit

CONSUMI DI ENERGIA PER FONTE IN ITALIA

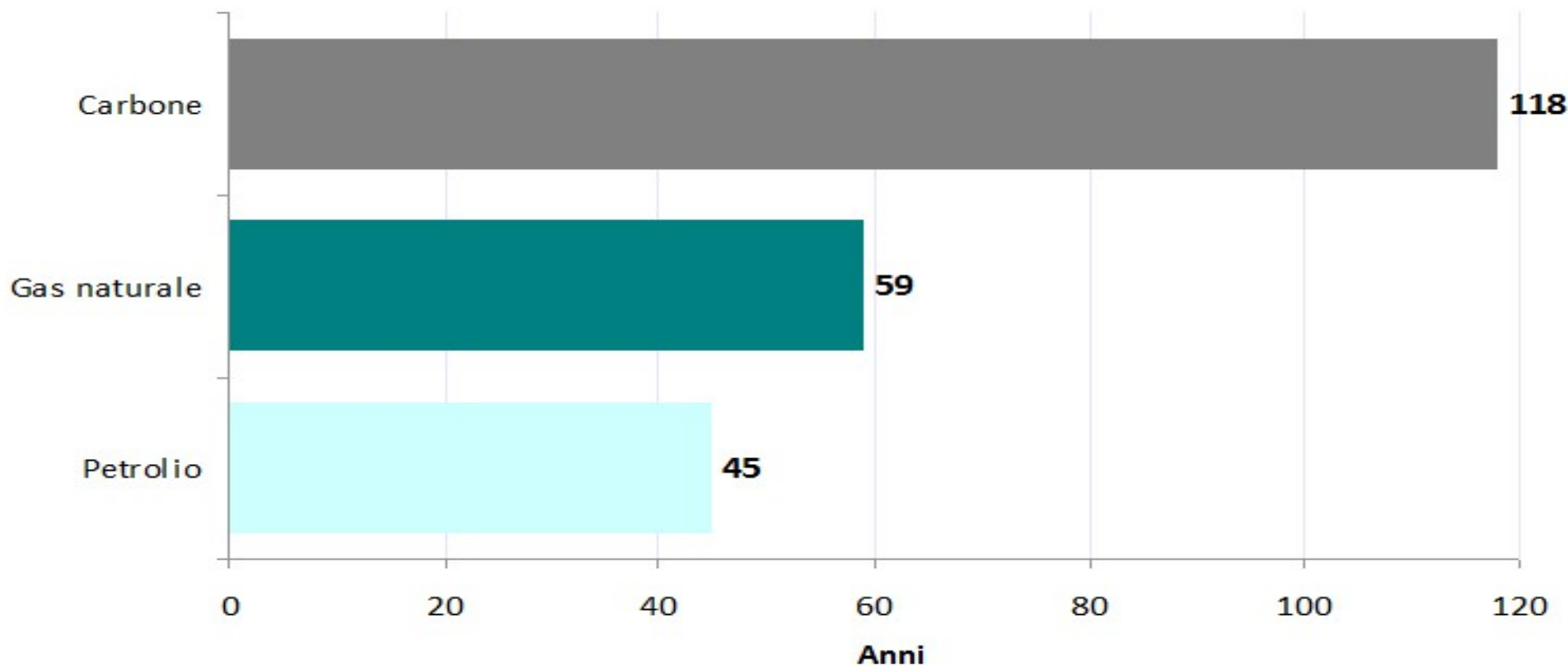


Il grafico mostra il contributo delle varie fonti di energia al soddisfacimento del fabbisogno energetico italiano negli ultimi anni. L'energia viene misurata in milioni di tonnellate equivalenti di petrolio. Come si può osservare, l'energia consumata in Italia deriva principalmente da due fonti: il gas naturale e il petrolio. In particolare, si osserva che nel corso degli anni sono tendenzialmente diminuiti i consumi di petrolio e aumentati quelli di gas naturale. Fonte: Bilancio Energetico Nazionale 2010- Ministero dello Sviluppo Economico; Unione Petrolifera -

Riepilogo Storico della Produzione di Energia in Italia



DURATA DELLE RISERVE DI COMBUSTIBILI FOSSILI

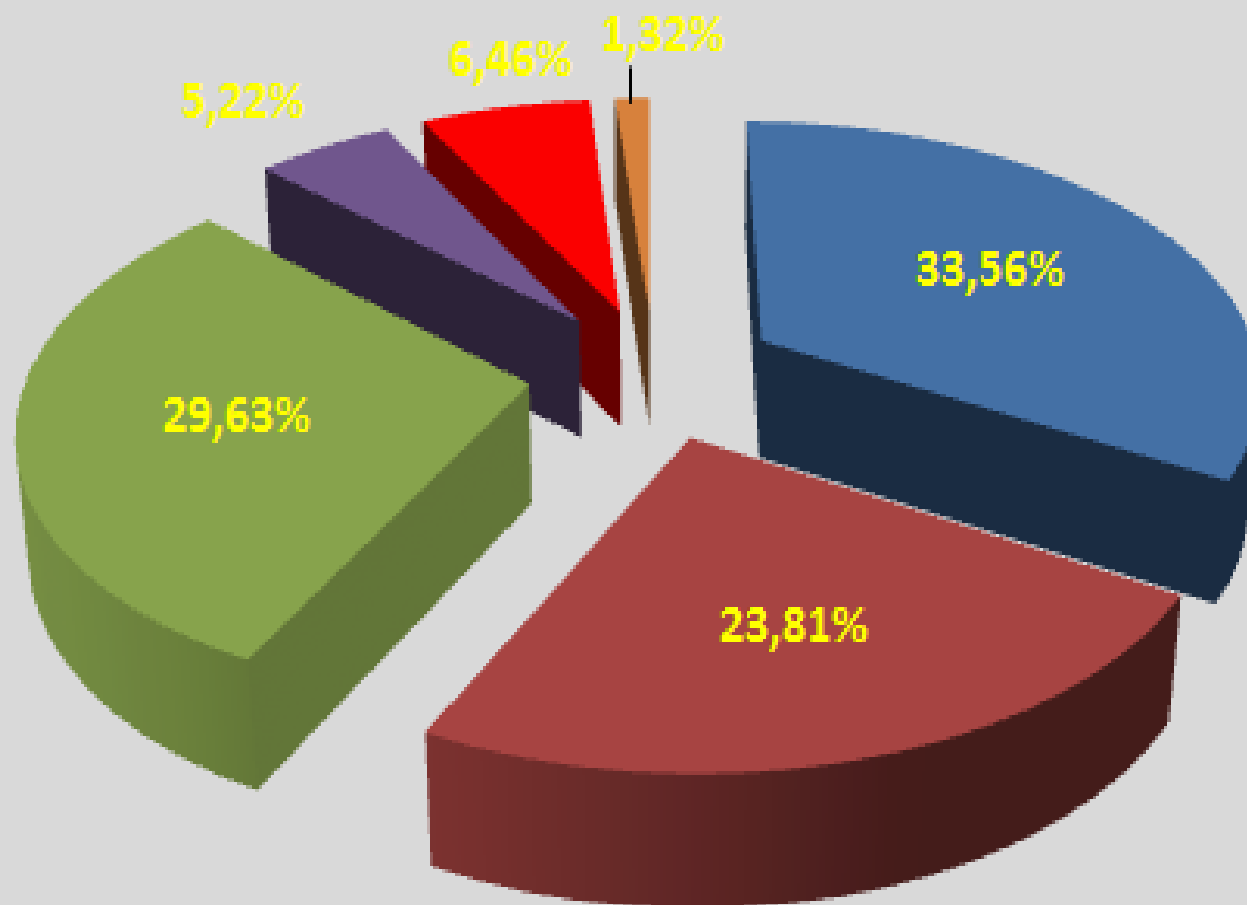


Per quanti anni ancora potremo consumare carbone, gas naturale e petrolio al ritmo di consumo attuale? In questo grafico vediamo quanto possono durare le attuali riserve provate di combustibili fossili (ovvero le riserve finora accertate che hanno costi di produzione che, dati gli attuali prezzi di mercato, ne rendono conveniente l'estrazione dal sottosuolo) se continuiamo a consumarle ai ritmi attuali. Fonte dati: eni, World Oil and Gas Review 2011; BP Statistical Review of World Energy, giugno 2011

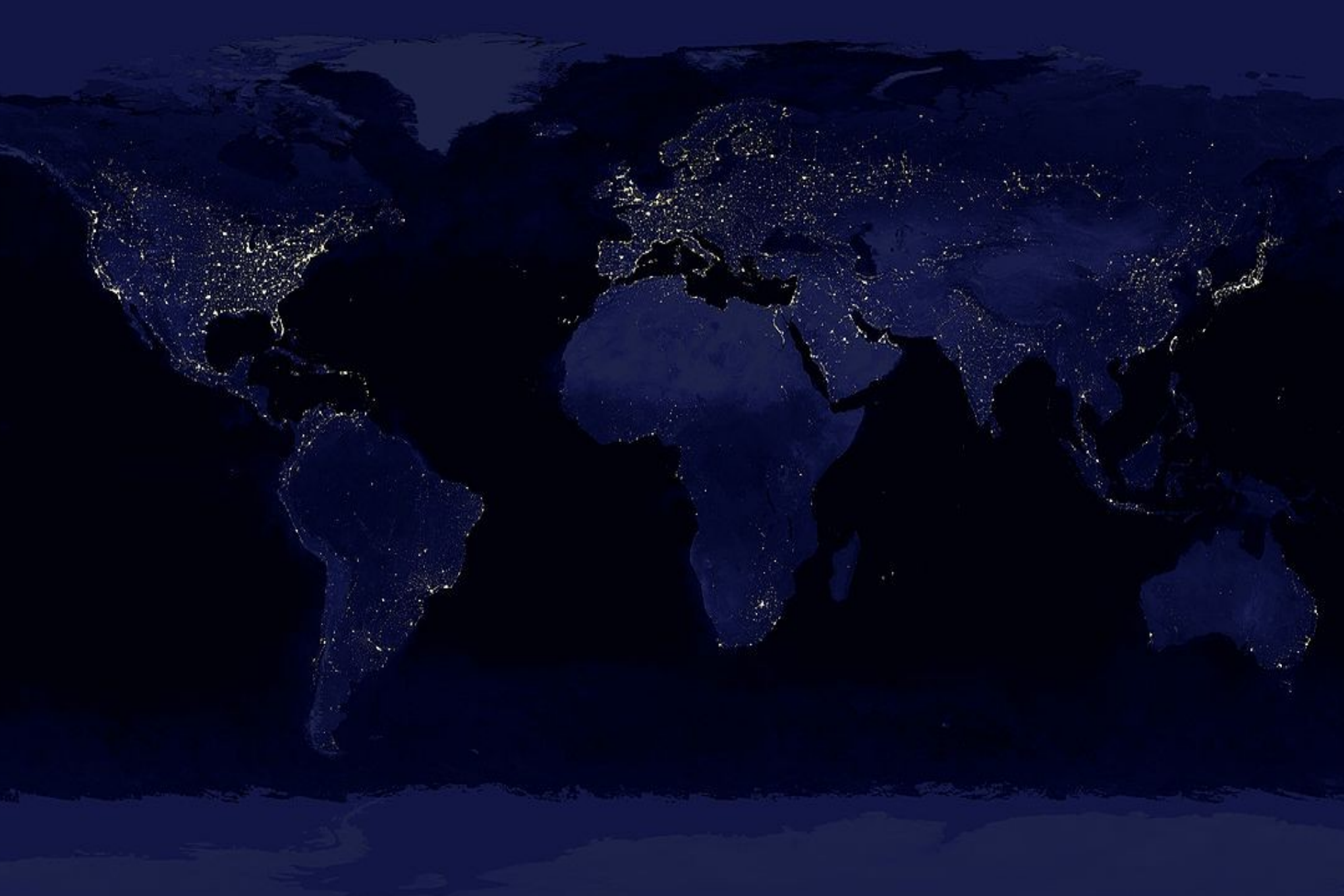
Consumi energetici mondo 2010

Grafico elaborato da Terezio Longobardi a partire dai dati BP

■ Petrolio ■ Gas Naturale ■ Carbone ■ Nucleare ■ Idroelettrico ■ Rinnovabili



PERCHE' COSI'
TANTA ENERGIA???
NE CONSUMIAMO
TUTTI LA STESSA
QUANTITA'???

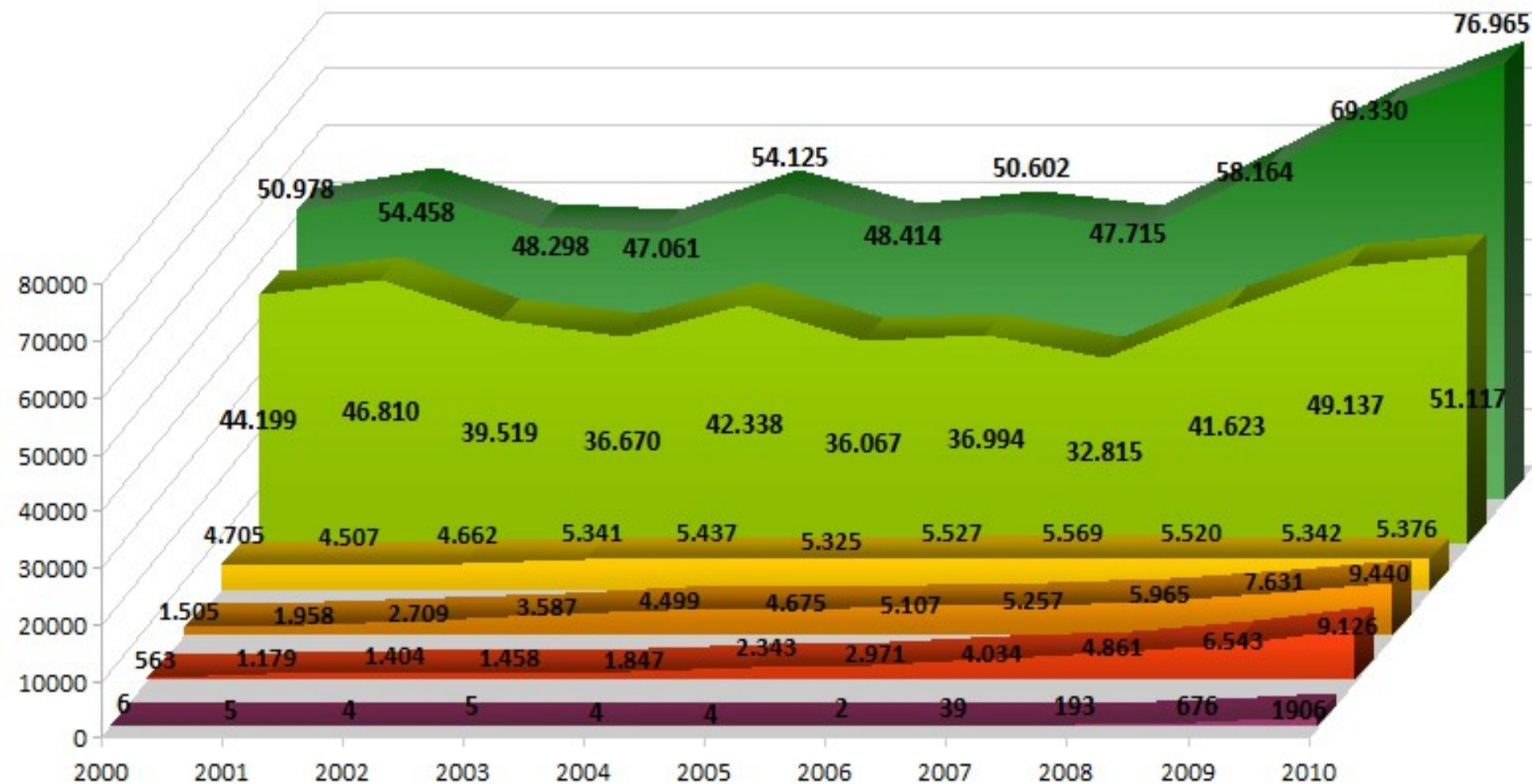


ENERGIE RINNOVABILI

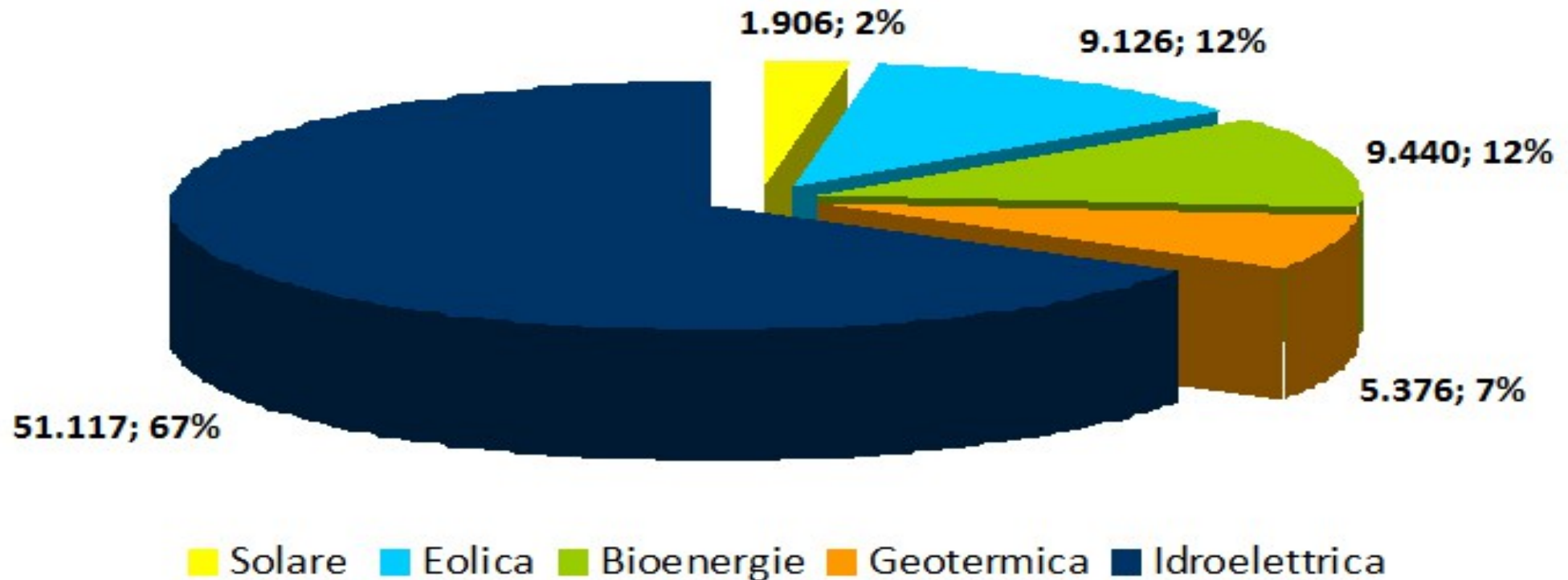
Generate da fonti di energia che per loro caratteristica intrinseca si rigenerano almeno alla stessa velocità con cui vengono consumate, non sono "esauribili" nella scala dei tempi "umani" e l'utilizzo non pregiudica le risorse naturali per le generazioni future. Sono forme di energia alternative alle tradizionali fonti fossili e molte di esse hanno la peculiarità di essere anche energie pulite ovvero di non immettere in atmosfera sostanze nocive e/o climalteranti quali ad esempio la CO₂

PRODUZIONE DA FONTI RINNOVABILI IN ITALIA

■ Solare
 ■ Eolica
 ■ Biomasse
 ■ Geotermica
 ■ Idraulica
 ■ Totale



Italia: produzione energia elettrica da fonte rinnovabile nel 2010 (dati in GWh e in percentuale)



Il grafico sulla produzione di energia elettrica da rinnovabili evidenzia come la fonte idroelettrica rappresenta la sua principale componente (67%). Il solare, che nel dibattito nazionale si pone come una delle tecnologie più promettenti per il futuro, nel 2010 ha rappresentato solo il 2% della produzione totale da fonte rinnovabile in Italia. I dati sono espressi in percentuale e in GWh. GSE - Impianti a fonti Rinnovabili Rapporto Statistico 2010

Energia
EOLICA

Energia da
BIOMASSA

Energia
SOLARE
(Termico)

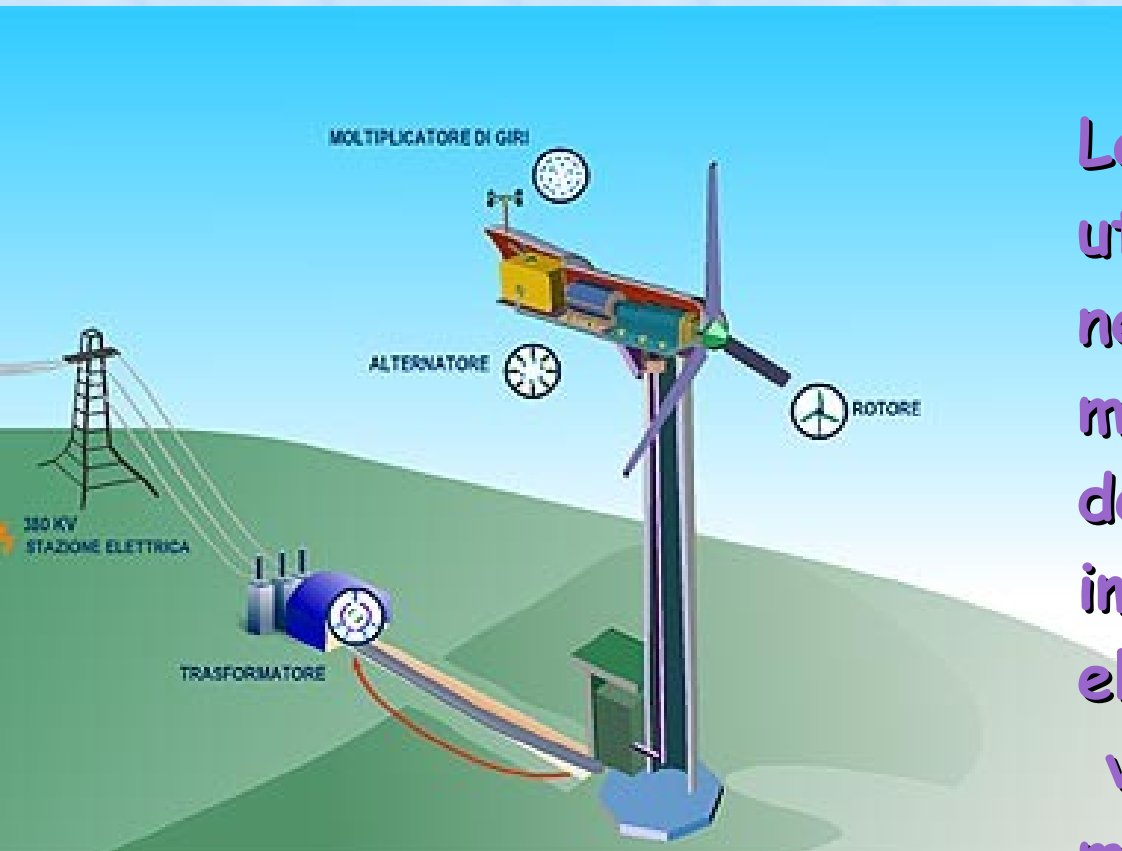
Energia
SOLARE
(Fotovoltaico)

Energia
GEOTERMICA

Energia
IDROELETTRICA



Energia Eolica



La forza del vento è stata utilizzata sin dall'antichità nelle barche a vela e nei mulini a vento. Solo da pochi decenni l'energia eolica viene impiegata per produrre elettricità. L'energia cinetica viene trasformata in meccanica dalla rotazione delle pale, l'alternatore la trasforma in cinetica

L'AEROGENERATORE

Il rotore:

è costituito da un mozzo su cui sono fissate le pale, solitamente costruite in fibra di vetro. I rotori a due pale sono meno costosi e girano a velocità più elevate (con una resa energetica maggiore), ma sono più rumorosi di quelli a tre pale.

Il sistema frenante:

è costituito da due sistemi indipendenti di arresto delle pale: uno aerodinamico e uno meccanico. Il primo viene utilizzato come freno di emergenza in caso di velocità superiore ai livelli massimi impostati del vento per arrestare il rotore, il secondo per completare l'arresto.

La torre e le fondamenta:

La torre può essere tubolare o a traliccio, in legno, in cemento armato o con fibre sintetiche.

Le fondamenta servono per ancorare la struttura che deve resistere alle oscillazioni e alle vibrazioni causate dal vento.



Il moltiplicatore di giri:

Serve per aumentare il numero di giri compiuti dal rotore in modo da migliorare il rendimento del generatore di elettricità.

Il generatore:

Trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. La sua potenza è misurata in chilowatt.

Il sistema di controllo:

Gestisce l'aerogeneratore nelle diverse operazioni di lavoro e aziona il dispositivo di sicurezza che blocca il funzionamento il caso di problemi.

La navicella e il sistema di imbardata:

La navicella è una cabina in cui si trovano tutti gli altri componenti. È situata in cima alla torre e può girare di 180° sul proprio asse.

Per assicurare il massimo rendimento, è importante mantenere allineato l'asse del rotore alla direzione del vento.

Due parametri per
descrivere il vento

FORZA: indicata dalla
velocità, si misura in NODI O
MIGLIA ORARIE.

1 NODO = 1 MIGLIO
ORARIO = 1,85Km/h

DIREZIONE: in base al luogo
da cui proviene: Libeccio,
Grecale, Magistrale, Scirocco.



STRUMENTO DI MISURA

Anemometro

SCALA BEAUFORT DEL VENTO

Grado	Nome del vento	Nodi	km/h	Effetti		Altezza onde (metri)
				Terra	Mare	
0	Calma	<1	<1	Il fumo si alza verticalmente	Mare piatto	-
1	Bava di vento	1-3	1-5	Il vento piega il fumo	Piccole increspature senza creste bianche di spuma.	0,1
2	Brezza leggera	4-6	6-11	Si avverte sul viso	Increspature corte ma più evidenti con creste che non si rompono.	0,2 - 0,3
3	Brezza tesa	7-10	12-19	Agita le foglie	Onde molto piccole; le creste cominciano a rompersi.	0,6 - 1
4	Moderato	11-16	20-28	Sollewa carte	Onde piccole che cominciano ad allungarsi; spuma più frequente e più evidente.	1 - 1,5
5	Teso	17-21	29-38	Agita i rami	Onde moderate che assumono una forma più allungata; possibilità di qualche spruzzo.	2 - 2,5
6	Fresco	22-27	39-49	Agita grossi rami	Onde più grandi; le creste di spuma bianca sono estese.	3 - 4
7	Forte	28-33	50-61	Ostacola il cammino	Il mare si gonfia; spuma bianca al rompersi delle onde	4 - 5,5
8	Burrasca	34-40	62-74	Agita grossi alberi	Onde di media altezza e maggiore lunghezza; le creste iniziano a rompersi in spruzzi.	5,5 - 7,5
9	Burrasca forte	41-47	75-88	Asporta camini e tegole	Onde alte; si formano compatte strisce di schiuma lungo la direzione del vento.	7 - 10
10	Tempesta	48-55	89-102	Sradica gli alberi	Onde alte con creste e mare biancastro; le onde precipitano in modo intenso; la visibilità è ridotta	9 - 12,5
11	Fortunale	56-63	103-117	Gravi devastazioni	Onde eccezionalmente alte (le navi di media stazza scompaiono per alcuni istanti); la visibilità è ridotta	11,5 - 16
12	Uragano	64 e più	118 e oltre	Gravissime catastrofi	L'aria è piena di schiuma; il mare è completamente bianco; la visibilità è fortemente ridotta	14 e oltre

CONDIZIONI AMBIENTALI NECESSARIE

VELOCITA' minima del vento di 3-5 m/s

VELOCITA' massima del vento di 20-25 m/s

PENDENZA: compresa fra i 6 e 16°

OSTACOLI: la presenza di molti e grandi ostacoli diminuisce la velocità del vento

Tipi di aerogeneratori



MICROEOLICO

potenza inferiore a 20 KW, utenze residenziali



MINIEOLICO

potenza compresa fra 20 e 200 KW, complessi industriali



GRANDE EOLICO

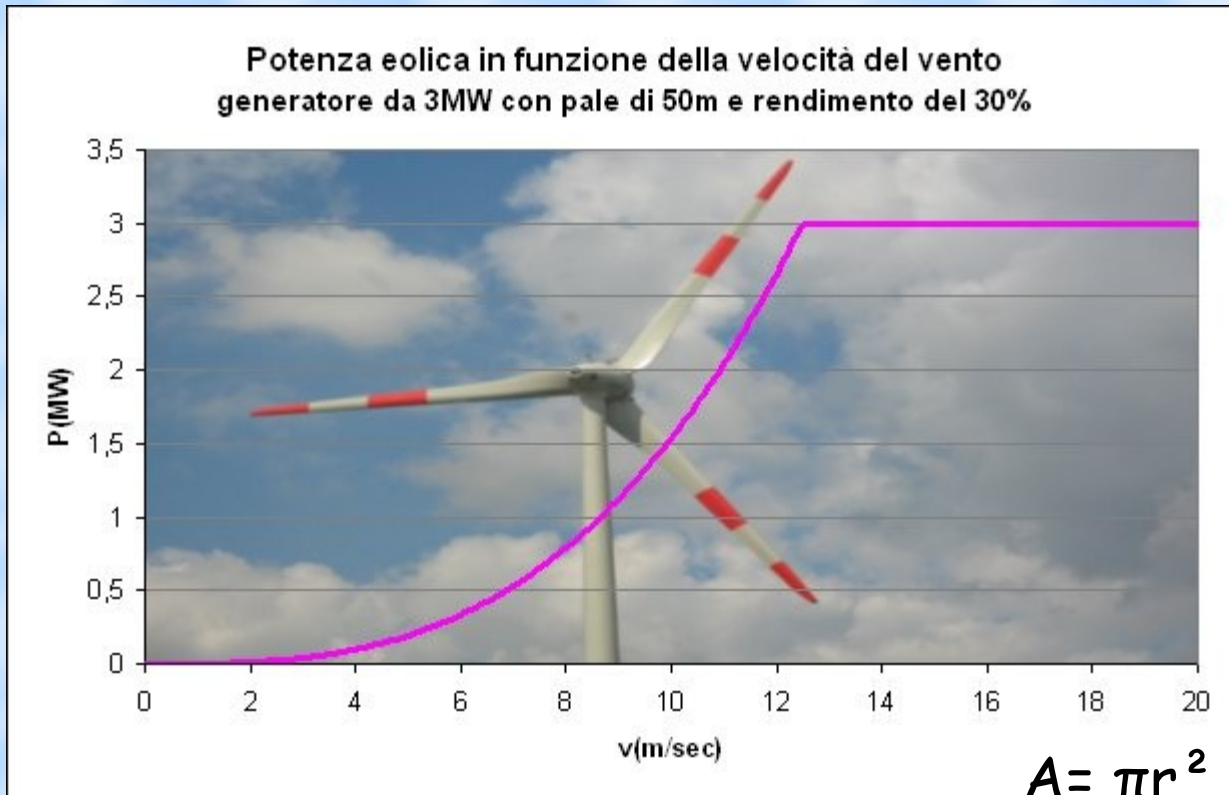
potenza superiore a 200 KW



OFFSHORE più costosi ma più efficienti

ESERCIZIO

Calcolo della potenza del vento in base alla velocità



$$P_{inc} = \frac{1}{2} A d v^3$$

d è la densità dell'aria (pari a circa 1.3 kg/m^3),

A l'area complessiva delle pale

$$A = \pi r^2 = 3,14 * 2500 = 7850 \text{ m}^2$$

Il rendimento complessivo però va dal 25% al 50% ditale valore, a causa delle perdite di energia

CALCOLO ENERGIA PRODOTTA

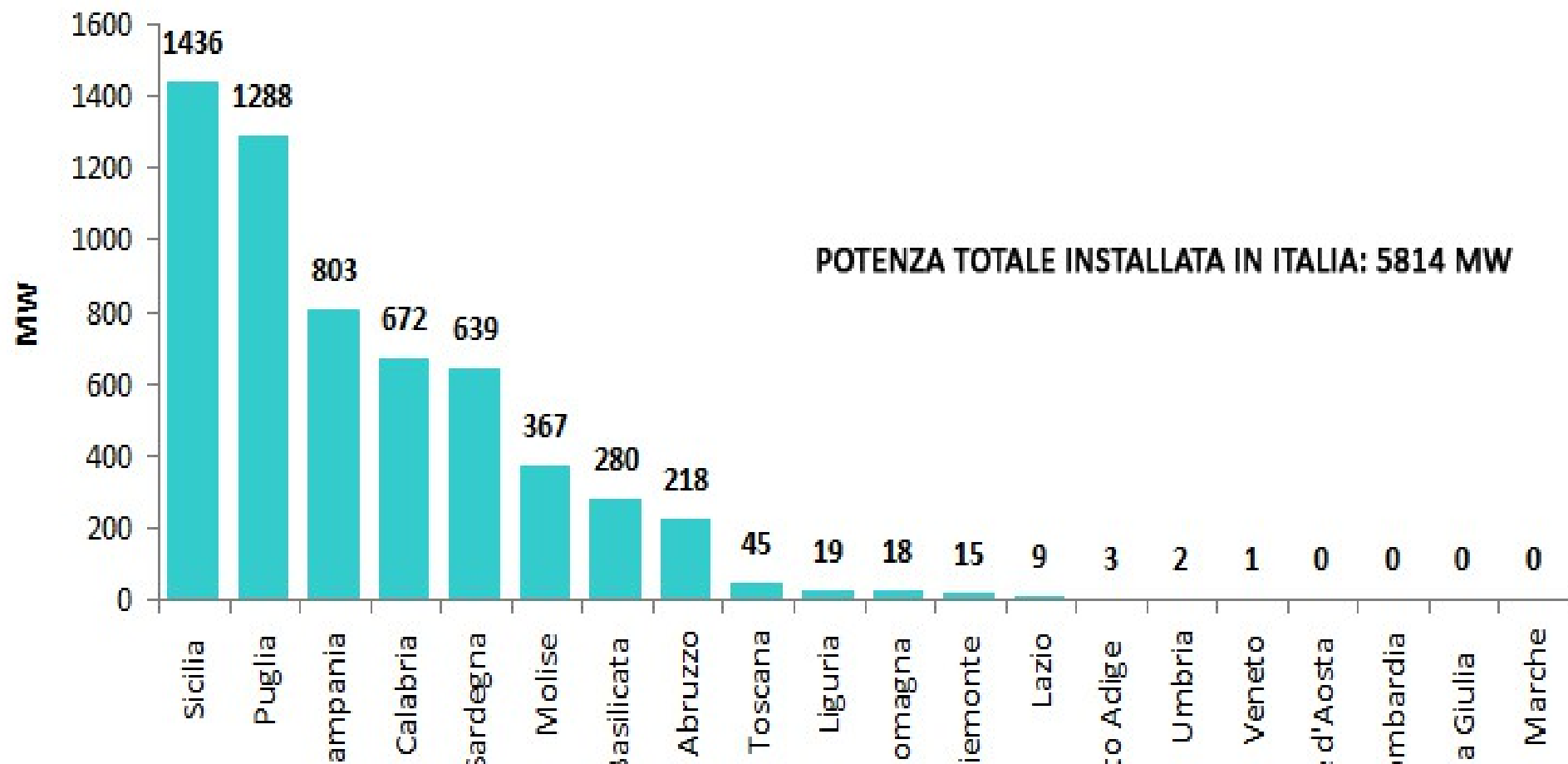
$$(0,3 * 1,3)/2$$

Per una velocità del vento di 10 m/s

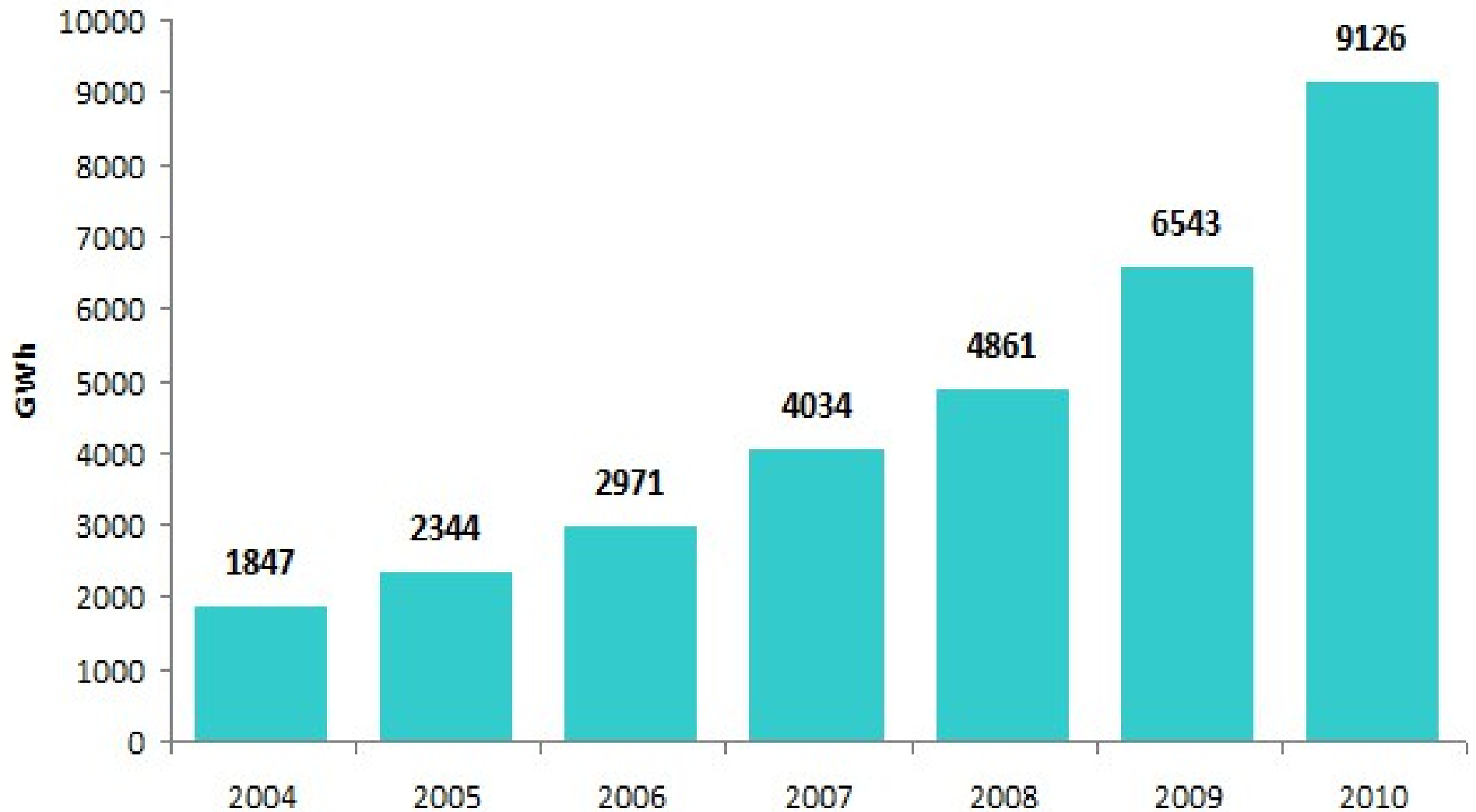
$$P_{\text{utile}} = 0.195 A v^3 = 0,197 * 7850 * 1000 = \underline{1,55 \text{ MW}}$$

La produzione energetica giornaliera di tale turbina è di $24\text{h} * 1,55 \text{ MW} = \underline{37,2 \text{ MWh}}$

POTENZA INSTALLATA DEGLI IMPIANTI EOLICI PER REGIONE NEL 2010



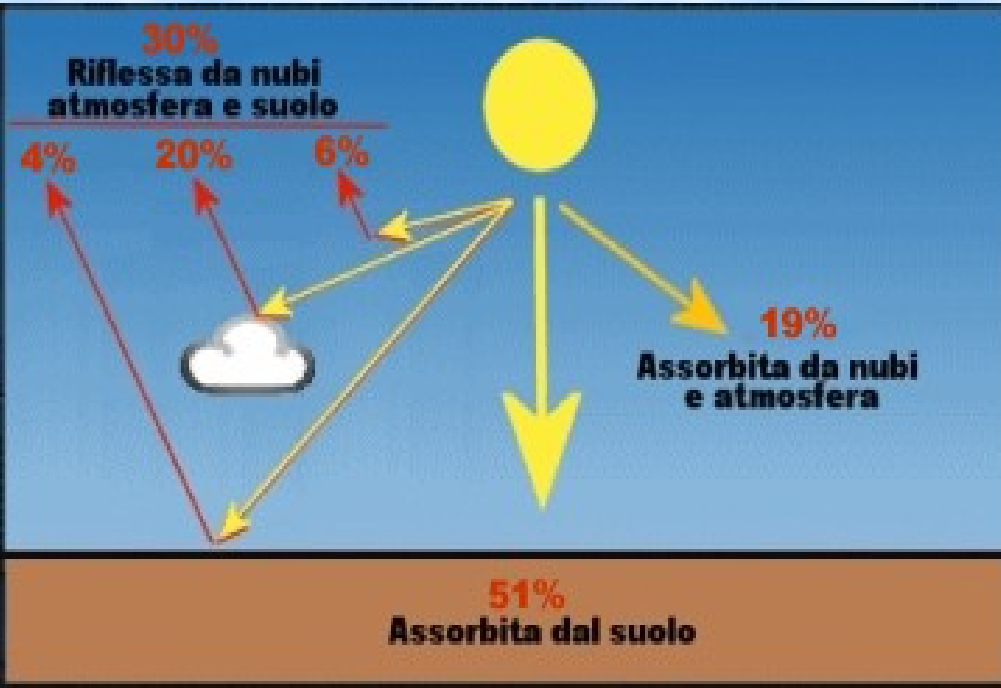
PRODUZIONE DA IMPIANTI EOLICI IN ITALIA



Energia Solare

Un raggio di Sole arriva a terra dopo un viaggio di 150 milioni di chilometri in 8 minuti. L'energia solare ricevuta dalla Terra è 170.000 terawatt.

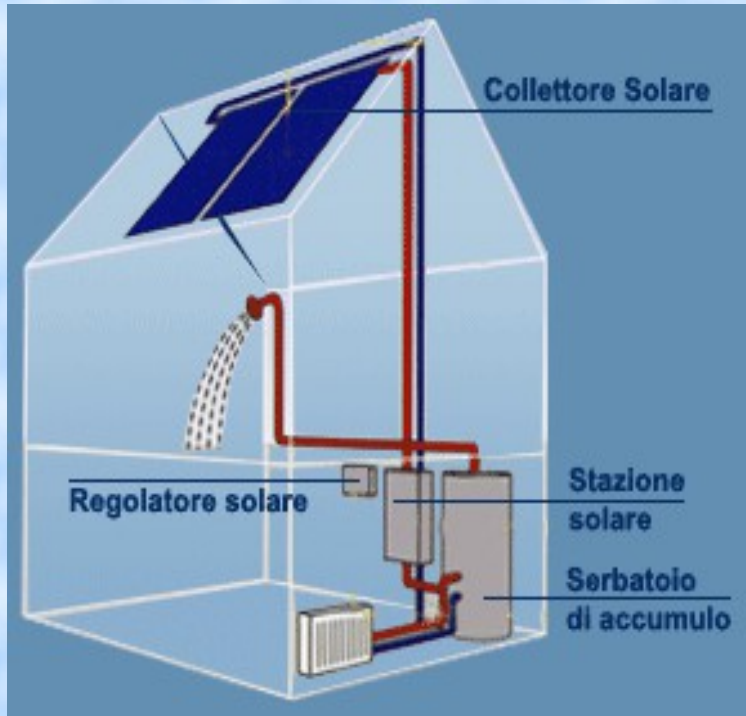
Di questi, 50.000 terawatt sono riflessi dagli strati superiori dell'atmosfera, 30.000 vengono assorbiti dall'atmosfera



90.000 TW

raggiungono la superficie terrestre.

PANNELLI SOLARI TERMICI




Catturano l'energia del Sole e la utilizzano per produrre acqua calda fino a 60-70 °C che, accumulata nel serbatoio viene utilizzata per gli usi domestici (riscaldamento della casa e dell'acqua), per quelli industriali e per la produzione di energia elettrica su vasta scala attraverso le centrali termoelettriche.

CALCOLO RISPARMIO ENERGETICO PANNELLI SOLARI

Fascia solare	PROVINCE
Fascia 1	Alessandria, Aosta, Arezzo, Asti, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Como, Cuneo, Gorizia, Lecco, Lodi, Mantova, Milano, Novara, Padova, Pavia, Pistoia, Pordenone, Prato, Torino, Trieste, Udine, Varese, Verbania, Vercelli, Verona, Vicenza
Fascia 2	Ancona, Aquila, Ascoli, Bologna, Brescia, Cremona, Ferrara, Firenze, Forlì, Genova, Isernia, La Spezia, Lucca, Massa C., Modena, Parma, Perugia, Pesaro, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rieti, Rimini, Rovigo, Salerno, Savona, Siena, Sondrio, Teramo, Terni, Trento, Treviso, Venezia, Viterbo
Fascia 3	Avellino, Benevento, Cagliari, Campobasso, Chieti, Foggia, Frosinone, Grosseto, Imperia, Livorno, Macerata, Matera, Pescara, Pisa, Potenza, Roma
Fascia 4	Bari, Brindisi, Caserta, Catanzaro, Crotone, Latina, Lecce, Messina, Napoli, Nuoro, Oristano, Reggio Calabria, Sassari, Taranto, Vibo-Valentia
Fascia 5	Agrigento, Caltanissetta, Catania, Cosenza, Enna, Palermo, Ragusa, Siracusa, Trapani

In un'abitazione nella provincia di Firenze, un impianto a pannelli solari piani di 4 m² di estensione produce acqua calda sanitaria in sostituzione di un boiler a gas, per un'utenza monofamiliare.

Risparmio specifico lordo per unità di superficie di collettori solari (RSL)				RSL (Kw H/anno/m ² di superficie collettori solari)			
				Tipo di collettori solari			
				Piani		Sottovuoto	
				Impianto integrato o sostituito		Impianto integrato o sostituito	
Fascia solare				Boiler elettrico	Gas, Gasolio	Boiler elettrico	Gas, Gasolio
			1	1.419	709	1.779	884
			2	1.919	953	2.233	1.116
			3	2.105	1.047	2.430	1.209
			4	2.651	1.314	2.895	1.442
			5	2.872	1.430	3.128	1.558

Dalla tabella si ricava una produzione di energia pari 953 kWh/anno/m².

Moltiplicando per 4 m² ottengo una produzione energetica di 3812

Kwh/anno

Il risparmio ottenuto è da intendersi 'lordo', cioè il calore producibile dal pannello. Per calcolare l'energia consumata dalla famiglia considero:

- numero di componenti del nucleo familiare: 4
- esigenze di acqua calda per ogni componente: 60 l/giorno
- aumento di temperatura richiesto all'acqua calda rispetto alla temperatura di acquedotto (supposta mediamente di 10 °C): 40 °C
- numero di giorni di richiesta di acqua calda: 330 giorni/anno

Consumo energetico della famiglia:

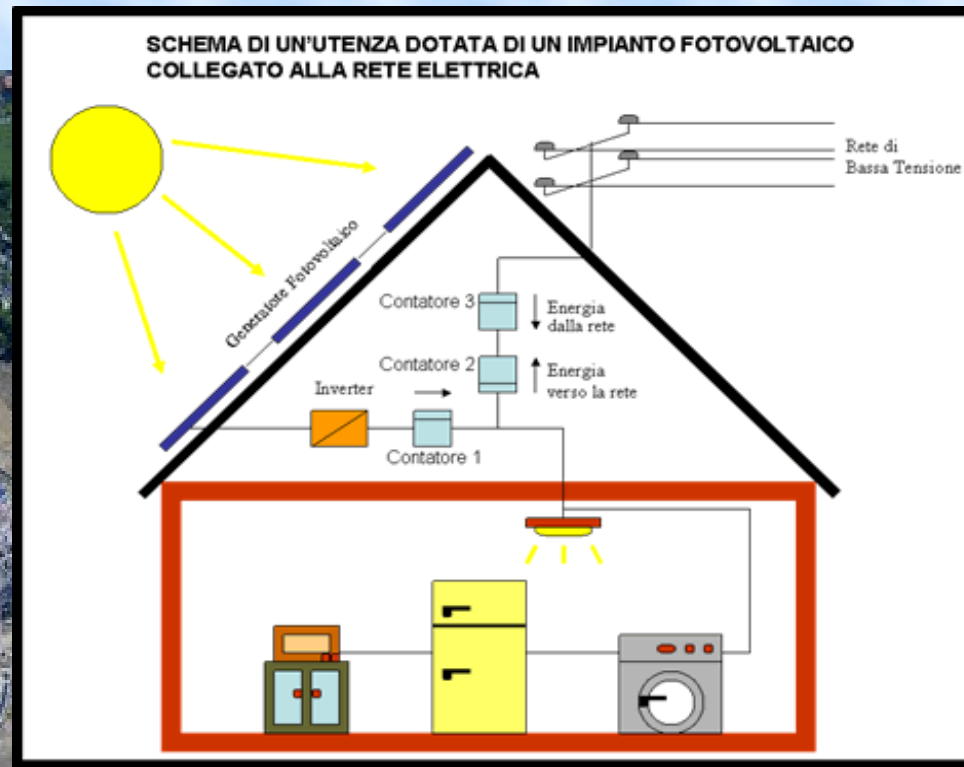
$$E = 4 \cdot 60 \cdot 40 \cdot 330 / 860 = 3.684 \text{ kWh/anno}$$

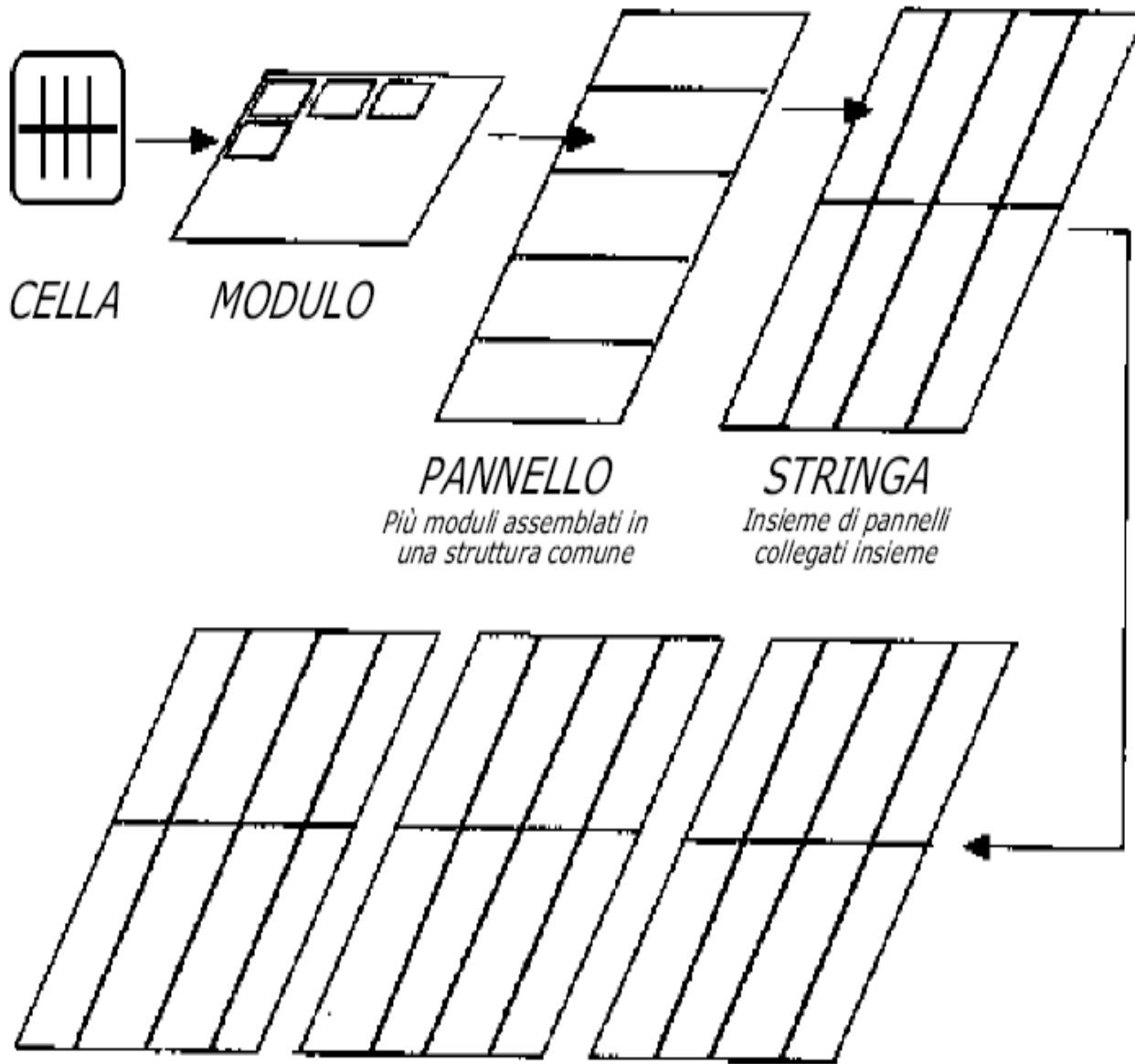
860 [kcal/kWh] l'equivalente termico dell'energia elettrica.

Divido l'energia prodotta dal pannello per il consumo energetico familiare:

$$3.812 / 3.684 \cdot 100 = \underline{\underline{103\% \text{ risparmio energetico netto}}}$$

PANNELLI SOLARI FOTOVOLTAICI





PANNELLO
Più moduli assemblati in una struttura comune

STRINGA
Insieme di pannelli collegati insieme

GENERATORE FOTOVOLTAICO
Insieme di stringhe collegate in parallelo per ottenere la potenza voluta

Composizione dei pannelli fotovoltaici

La luce solare viene trasformata in energia elettrica sfruttando l'effetto fotovoltaico di alcuni materiali semiconduttori come il silicio che genera energia elettrica quando viene colpito dalle radiazioni solari. Ogni cella produce circa 1,5 W di potenza in condizioni standard, ad una temperatura di 25 °C e radiazione pari a 100 W/m².

La potenza in uscita in condizioni standard si chiama "potenza di picco" (Wp): è la potenza elettrica erogata da un generatore fotovoltaico con un irraggiamento di 1.000 W/m² e temperatura 25 °C.

CALCOLO PRODUZIONE ENERGIA PANNELLI SOLARI

DATI PROGETTO	UNITÀ DI MISURA	FORMULA	RISULTATO
Località			Varano Borghi
Consumo annuo energia elettrica	KW/a	A	3500
Orientamento pannelli			SUD
Inclinazione pannelli	Gradi		30°
Irraggiamento solare annuo di Varano Borghi	KW/h/m ² anno	B	1396
Coefficiente correttivo		C	1,13
En. solare incidente utile	KW/h/m ² anno	$D = B \times C$	1577,5
Efficienza pannelli		E	12,00%
Efficienza impianto		F	80,00%
Efficienza complessiva unitaria		$G = E \times F$	9.6%
Energia elettrica unitaria	KW/h/m ² anno	$H = D \times G$	151,4
Superficie impianto fotovoltaico	m ²	$L = A : H$	23
Superficie unitaria modulo	m ²	M	0,87
Potenza max. nominale	Wp	N	110
Numero moduli necessari	n	$O = L : M$	26,4
Potenza di picco	KWp	$P_{picco} = O \times N$	2,9

BIOMASSE



Con il termine energia da biomassa si intende l'energia ricavata da sostanze biologiche, ovvero organismi di origine animale e vegetale, non fossili.

essenze impiegate per scopi energetici	pioppo, salice, eucalipto e legna da ardere in genere
residui industriali della lavorazione della cellulosa	black-liquor
i residui industriali della lavorazione del legno	segatura e trucioli da segherie
essenze coltivate proprio per scopi energetici	girasole, mais, cardo, ricino, colza e soia, discanto
residui di piantagioni e di lavorazioni agricole	fieno e paglia, bagasse, gusci di nocciole, mandorle e noci, potatura vite e alberi da frutto e raccolta legumi, residui di canapa e cotone
scarti dei prodotti agro-alimentari	lolla, pula, sansa esausta, semi d'olive ed uva, noccioli e scarti lavorazione frutta
prodotti organici derivanti dall'attività biologica umana e da zootecnia	reflui e liquami da allevamento degli animali e discariche rifiuti
rifiuti urbani di origine vegetale	sfalcio erba e potature, scarti mercati ortofrutta e frazione organica RSU

BIOMASSA VEGETALE

CIPPATO

(10500 kJ/kg - 2500 kcal/kg)

Legno macinato e ridotto in scaglie



PELLET

(18000 kJ/kg - 4300 kcal/kg)

Segatura di legno pressata, priva di qualsiasi collante o additivo chimico.



SANSA ESSICCATA

(18800 kJ/kg - 4500 kcal/kg)

La sansa di olive si ottiene dalle bucce, residui della polpa e frammenti del nocciolino, dopo il processo di estrazione dell'olio di oliva.



MAIS

(23000 kJ/kg - 5500 kcal/kg)

Mais e cereali in genere sono buoni combustibili per il loro elevato potere calorifico.



PKS

(25100 kJ/kg - 6000 kcal/kg)

Il PKS (Palm Kernel Shell) è il guscio del nocciolino di palma da olio.



①

POTERE CALORIFICO

+

BIOMASSA ANIMALE



POLLINA

(14700 kJ/kg - 3500 kcal/kg)

Escrementi di pollo essiccati.

Il potere calorifico dipende fortemente dal supporto utilizzato (segatura di legno, lolla di riso, etc.)



LETAME ESSICCATO

(18400 kJ/kg - 4400 kcal/kg)

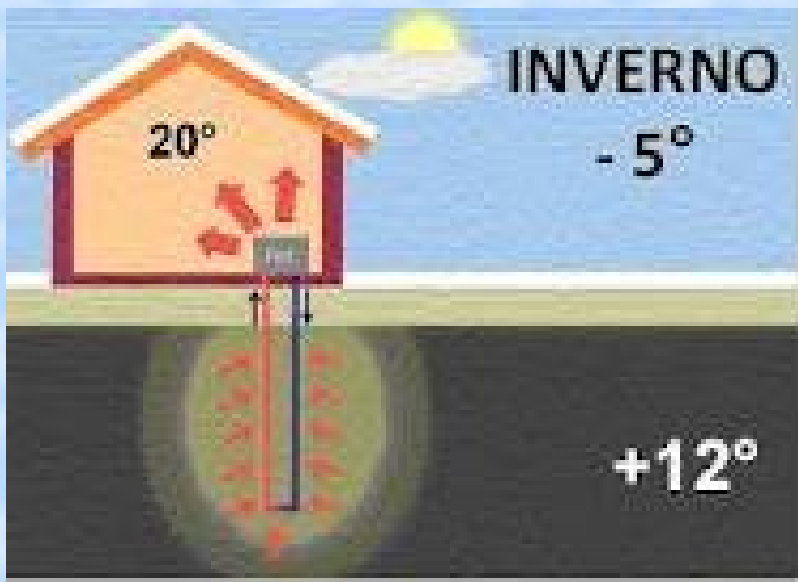
Escrementi provenienti da allevamenti equini, bovini, suini.

GEOTERMIA



Il nostro pianeta emette costantemente calore che dalla profondità si propaga in superficie: è il flusso geotermico che misura mediamente $0,06 \text{ W/m}^2$, 30.000 GW dall'intera superficie terrestre.

Il gradiente geotermico (l'aumento di temperatura con la profondità) è può variare da 1 a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ogni 100 m di profondità.



D'inverno gli scambi di flusso energetico con il terreno a temperature maggiori permettono di riscaldare l'ambiente domestico



D'estate gli scambi di flusso energetico con il terreno in profondità, a temperature minori, permettono di rinfrescare l'ambiente domestico

