

In contatto

con Arpav



a ambiente veneto
v

DIREZIONE GENERALE

Via Matteotti, 27 - 35137 Padova
Tel. 049/8239341
Fax 049/660966
E-mail: dg@arpa.veneto.it

DIREZIONE AMMINISTRATIVA

Tel. 049/8239302
Fax 049/8239320
E-mail: aa@arpa.veneto.it

DIREZIONE TECNICA

Tel. 049/8767610
Fax 049/8767670
E-mail: ats@arpa.veneto.it

> Settore Sistema Informativo

Tel. 049/8767618
Fax 049/8767635
Email dti@arpa.veneto.it

> Servizio Comunicazione ed Educazione Ambientale

Tel. 049/8767644
Fax 049/8767682
Email dsiea@arpa.veneto.it

DIPARTIMENTI PROVINCIALI (DAP)

> Dipartimento di Belluno

Via Tomea, 5 - 32100 BL
Tel. 0437/935517
Fax 0437/930340
E-mail: dapbl@arpa.veneto.it

> Dipartimento di Padova

Via Ospedale, 22
Tel. 049/8227801
Fax 049/8227810
E-mail: dappd@arpa.veneto.it

> Dipartimento di Rovigo

Via Porta Po, 87 - 45100 Rovigo
Tel. 0425/473211
Fax 0425/473201
E-mail: dapro@arpa.veneto.it

> Dipartimento di Treviso

Viale Trento e Trieste 27/a Treviso
Tel. 0422/558515
Fax 0422/558516
E-mail: daprv@arpa.veneto.it

> Dipartimento di Venezia

Via Lissa 6 30171 Mestre Venezia
Tel. 041/5445501/2
Fax 041/5445500
E-mail: dapve@arpa.veneto.it

> Dipartimento di Verona

Via A.Dominutti 9 - 37135 Verona
Tel. 045/8016906
Fax 045/8016700
E-mail: dapvr@arpa.veneto.it

> Dipartimento di Vicenza

Via Spalato, 16 - 36100 Vicenza
Tel. 0444/217317
Fax 0444/217347
E-mail: dapvi@arpa.veneto.it

CENTRI

> Centro Valanghe di Arabba

Via Pradat, 5 - 32020 Arabba di Livinallongo (BL)
Tel. 0436/755711
Fax 0436/79319
E-mail: cva@arpa.veneto.it

> Centro Meteorologico di Teolo

Via Marconi, 55 - 35037 Teolo (PD)
Tel. 049/9998111
Fax 049/9925622
E-mail: cmt@arpa.veneto.it

URP Ufficio Relazioni con il Pubblico

Email: urp@arpa.veneto.it
Tel. 049/8239360
Fax 049/660966

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto



arpav

a ambiente veneto
v

il Giornale dell'

Agenzia Regionale per la Prevenzione e

Protezione Ambientale del Veneto

Numero 1

Gennaio 2005

L'Energia rinnovabile

“Nello spazio nulla si crea,
niente si distrugge,
ma tutto si trasforma”.

Albert Einstein

Speciale Verona

redazione & indirizzi

Chiuso il 31 gennaio 2005

Direttore Editoriale
 Paolo Cadrobbi

Direttore Responsabile
 Federica Savio

Hanno collaborato a questo numero
 Dipartimento ARPAV di Verona

Attilio Tacconi
 Paolo Frontero
 Giampaolo Fusato
 Claudio Mansoldo
 Ottorino Piazzì
 Francesca Predicatori
 Alessandro Raneri
 Michele Sinisi
 Giuseppe Stanghellini

Università di Trento
 Dino Zardi

Museo di Scienze Naturali di Verona
 Roberto Zorzin

Registrazione
 Tribunale di Padova
 N. 1780 del 18.2.2002

Direzione, Redazione e Amministrazione
 Via Matteotti, 27
 35137 Padova
 Tel. +39 049 8239341
 Fax +39 049 660966

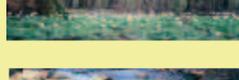
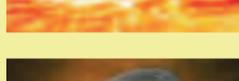
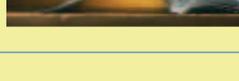
Sito Internet: www.arpa.veneto.it
E-mail: ufficiostampa@arpa.veneto.it

Tipografia: Grafiche Brenta
 Via IV Novembre 11/13 - Limena (PD)

Spedizione in A.P. TAB. D
 Legge 662/96 dci PD

Foto in copertina:
 "Attirare l'attenzione" di Riccardo Guolo

indice

3		editoriale
4		l'energia in Veneto
6		l'energia in Provincia di Verona
8		le fonti rinnovabili di energia
9		l'energia solare termica
10		l'energia solare fotovoltaica
12		l'energia eolica
14		l'energia geotermica
15		l'energia da biomasse
17		l'energia idroelettrica
18		altre energie
19		glossario e rassegna normativa



Editoriale

L'inquinamento atmosferico tralasciando i fattori naturali, è dovuto all'attività umana connessa alla filiera energetica.

Paolo Cadrobbi
 Direttore Generale ARPAV
 dg@arpa.veneto.it



Il ciclo dell'energia, dalla produzione al consumo, rappresenta oggi il più importante fattore di pressione ambientale. E' ormai provato che l'inquinamento atmosferico, tralasciando i fattori naturali, è dovuto in larga parte all'attività umana connessa alla filiera energetica. Il dibattito sulle fonti rinnovabili di energia è quotidiano, l'energia "pulita" generata dal vento, dai rifiuti, dal calore della terra appare oggi la risposta più adatta per arginare il consumo di risorse naturali e rispettare le indicazioni previste dal protocollo di Kyoto, firmato nel 1997. Per rispettare il protocollo ONU, infatti l'Italia dovrà ridurre entro il 2010 del 6,5 % le immissioni di anidride carbonica in atmosfera dovute soprattutto a processi di combustione naturale come gli incendi di foreste, la respirazione di piante e animali e i processi artificiali di combustione tutti fattori responsabili delle emissioni di gas serra che aumentano la temperatura della terra determinando cambiamenti climatici. Non c'è dubbio che qualsiasi azione di bonifica ambientale e di risanamento dell'aria implica una decisiva azione sul sistema energetico presente nel territorio. In tale ottica la legge istitutiva dell'Agenzia Regionale per la Protezione e Prevenzione Ambientale del Veneto (LR 32/96), indica tra

compiti fondamentali di ARPAV "la formulazione agli enti pubblici di proposte sugli aspetti ambientali riguardanti la produzione energetica, la cogenerazione, il risparmio energetico, le forme alternative di produzione energetica." L'ARPAV è nata nel 1998 coagulando le competenze ambientali esistenti nel servizio sanitario regionale, tradizionalmente sviluppate nelle attività di controllo ambientale e per questo, non disponendo delle conoscenze necessarie, si è posta l'obiettivo di creare al suo interno la cultura e le competenze tecniche per affrontare i compiti previsti dalla legge. E' stato quindi assegnato, in via sperimentale, al Dipartimento Provinciale di Verona il compito di organizzare un ufficio delegato al coordinamento delle attività necessarie per affrontare il tema energia. Compiti fondamentali dell'ufficio sono: l'elaborazione annuale di un rapporto sull'energia nella forma del bilancio energetico del territorio, la promozione di attività di educazione al risparmio energetico in collaborazione con l'amministrazione provinciale, il coordinamento di uno studio delle fonti rinnovabili di energia presenti nel territorio e la conseguente valutazione di sfruttamento, la consulenza agli enti

territoriali nella stesura dei regolamenti per l'edilizia al fine di promuovere il risparmio energetico e l'uso di fonti alternative di energia. Nel corso del primo anno di attività l'ufficio ha realizzato il documento di bilancio energetico provinciale, creando un modello applicabile agli altri territori provinciali, e ha coordinato un'attività di analisi delle fonti di energia rinnovabile, svolta da tecnici del dipartimento. L'Ufficio ha esplorato tutte le possibili fonti di energia rinnovabile: eolica, solare, biomasse, geotermica, idroelettrica e ha reso immediatamente fruibili i dati rilevati, i risultati delle misure e dei modelli di analisi infatti sono georeferenziati e quindi consentono l'utilizzo razionale delle risorse presenti nel territorio. L'interesse che il lavoro di ARPAV ha suscitato nelle amministrazioni locali, ci permette di immaginare uno sviluppo importante anche dal punto di vista organizzativo dell'Agenzia che, nel prossimo anno, prevede di estendere l'esperienza sperimentata nel Dipartimento Provinciale di Verona a tutti i Dipartimenti provinciali nel Veneto, e di affidare il coordinamento dei nuovi uffici a una struttura centrale dell'Agenzia in grado di fornire supporto e modelli d'azione a tutto il territorio regionale.

L'energia in Veneto

Sandro Boato, ARPAV - Direttore Area Tecnico-Scientifica - dts@arpa.veneto.it

La crisi energetica sta investendo anche il Veneto, ultimamente a causa dell'aumento dei consumi di energia la produzione di energia non è più sufficiente.

L'energia rappresenta uno dei temi di maggior interesse dal punto di vista ambientale in quanto si tratta di un argomento con forte trasversalità rispetto ai classici temi ambientali. Il Veneto per quanto riguarda la produzione di energia elettrica, è generalmente sempre stato in grado di soddisfare le richieste provenienti dai settori industriale, civile, terziario.

Di recente, anche a causa dell'aumento dei consumi di energia, la produzione in regione non è più sufficiente. I maggiori produttori di energia nel territorio regionale sono: ENEL Produzione, Edison, AGSM, AIM, e altri impianti di piccola taglia di proprietà di vari enti, società e privati. Nelle tabelle sono illustrati i dati che il Gestore Rete Trasmissione Nazionale mette a disposizione annualmente sui consumi di energia elettrica. Da sottolineare come il bilancio energetico (elettrico) regionale sia strettamente collegato alle condizioni climatiche. Il 2003, che presenta un bilancio negativo pari a - 14,7 % è stato fortemente influenzato dalla scarsità di piogge e dal gran caldo. Un altro fattore da tenere in considerazione è la producibilità disponibile teorica e quella effettiva. A fronte di una potenza totale di circa 6400 MW (megawatt), che in teoria fornirebbero circa 56.000 GWh (gigawattora), la richiesta di circa 30.000 GWh non è sempre soddisfatta. Tale problema è riscontrato anche a livello nazionale e le

Il bilancio energetico dipende dal clima. Il 2003, che presenta un bilancio negativo pari a - 14,7 %, è stato fortemente influenzato dalla scarsità di piogge e dal gran caldo in Veneto.

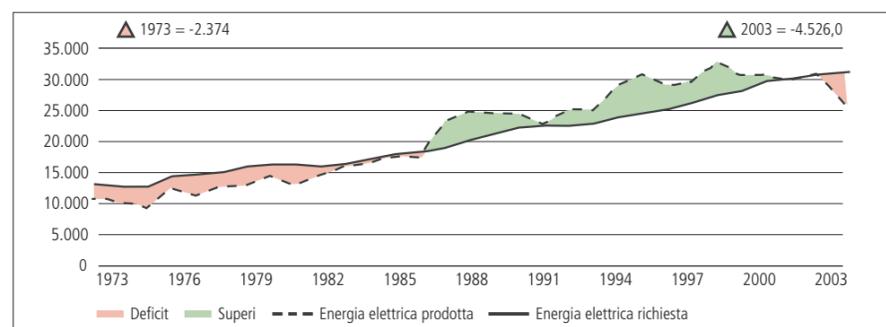
Situazione impianti

al 31.12.2003

		Produttori	Autoproduttori	Regione
Impianti idroelettrici				
Impianti	n.	151	25	176
Potenza efficiente lorda	MW	1.067,3	11,5	1.078,8
Potenza efficiente netta	MW	1.049,0	11,2	1.060,2
Producibilità media annua	GWh	4.356,6	58,5	4.415,1
Impianti termoelettrici				
Impianti	n.	50	66	116
Sezioni	n.	129	106	235
Potenza efficiente lorda	MW	5.284,1	302,7	5.586,9
Potenza efficiente netta	MW	5.107,8	291,0	5.398,8
Impianti eolici e fotovoltaici				
Impianti	n.	-	-	-
Potenza efficiente lorda	MW	-	-	-

Energia richiesta

Energia richiesta in Veneto	GWh	30.889,6
Δ Deficit (-) Superi (+) della produzione rispetto alla richiesta	GWh	-4.526,0
	%	14,7



Consumi: complessivi 29.442,7 GWh; per abitante 6.393 kWh

Consumi per categoria di utilizzatori e provincia

GWh	Agricoltura	Industria	Terziario ¹	Domestici	Totale ¹
Belluno	7,4	523,4	265,4	238,7	1.035,0
Padova	75,7	2.727,9	1.212,1	972,5	4.988,1
Rovigo	55,6	766,3	269,3	270,8	1.362,0
Treviso	115,1	2.668,6	862,6	882,6	4.529,0
Venezia	52,0	3.861,4	1.422,1	943,6	6.279,0
Verona	155,0	2.833,0	1.339,0	929,5	5.256,6
Vicenza	65,5	3.791,8	955,1	880,2	5.692,6
Totale	526,2	17.172,5	6.325,6	5.117,9	29.142,2

Fonte: GRTN

spiegazioni sono di carattere tecnico e gestionale. È chiaro che il problema energia non si risolve solo cercando di aumentarne la

produzione, ma, in prima istanza, contenendo i consumi e attuando tutte quelle politiche di risparmio energetico già previste a livello

normativo oramai da parecchi anni che fanno fatica ad entrare nella prassi quotidiana e nella nostra cultura.

Bilancio dell'energia elettrica

GWh	Operatori del mercato elettrico *	Autoproduttori	2003 Regione
Produzione lorda			
- idroelettrica	2.925,0	44,2	2.969,2
- termoelettrica	23.411,5	1.375,7	24.787,2
- geotermoelettrica	-	-	-
- eolica e fotovoltaica	-	-	-
Totale produzione lorda	26.336,5	1.419,8	27.756,4
Servizi ausiliari della Produzione	1.271,=	75,3=	1.347,2=
Produzione netta			
- idroelettrica	2.885,1	42,9	2.928,1
- termoelettrica	22.179,5	1.301,6	23.481,1
- geotermoelettrica	-	-	-
- eolica e fotovoltaica	-	-	-
Totale produzione netta	25.064,7	1.344,5	26.409,2
Energia destinata ai pompaggi	45,6	-	45,6
Produzione netta destinata al consumo	25.019,1	1.344,5	26.363,6
Cessioni degli Autoproduttori a Operatori	+ 260,0	260,0	+
Saldo import/export con l'estero	+ 1.675,3	-	+
Saldo con le altre regioni	+ 2.842,3	+ 8,4	+ 2.850,7
Energia richiesta	29.796,7	1.092,9	30.889,6
Perdite	1.435,4	11,5	1.446,9
Consumi finali			
Autoconsumi	99,4	1.081,4	1.180,7
Mercato Libero	13.517,4	-	13.517,4
Mercato Vincolato	14.744,6	-	14.744,6
TOTALE CONSUMI	28.361,3	1.081,4	29.442,7

Produttori, Distributori e Grossisti

"Il saldo positivo indica che la Regione Veneto importa energia" - Fonte: GRTN

L'energia in Provincia di Verona

Giampaolo Fusato, ARPAV - Responsabile Ufficio Energia - Dipartimento di Verona - gfusato@arpa.veneto.it
Attilio Tacconi, ARPAV - Direttore del Dipartimento di Verona - atacconi@arpa.veneto.it

Esiste una stretta correlazione tra energia e ambiente, semplificando si può affermare che ove esistono forti consumi di energia c'è un elevato impatto ambientale

Nell'ultimo periodo, anche a causa di eventi eccezionali come il blackout del 2003, il tema dell'energia è stato preso in maggior considerazione dal grande pubblico. In verità il legislatore e gli enti preposti alla gestione dell'energia già da molti anni hanno compreso l'importanza della questione energetica.

Lo Stato ha emanato norme sul risparmio energetico, sull'efficienza energetica e sulla promozione dell'uso delle fonti rinnovabili di energia, le Regioni hanno redatto o stanno redigendo i Piani Energetici Regionali, strumento attuativo delle politiche energetiche, alcune Province hanno intrapreso un cammino verso la sostenibilità energetica, nei Comuni sono spesso presenti gli sportelli "energia".

Eppure, a fronte di tale fermento legislativo, i consumi nazionali di energia sono in costante aumento. Esiste una stretta correlazione tra energia e ambiente, semplificando si può affermare che ove esistono forti consumi di energia c'è un elevato impatto ambientale.

Nel rapporto redatto dall'Ufficio Energia del Dipartimento Provinciale di Verona, sono stati analizzati tutti i dati disponibili relativi al comparto energetico.

Produzione

I maggiori produttori di energia nel territorio provinciale sono: AGSM, ENEL Produzione ed altri impianti di piccola taglia di proprietà di vari Enti, Società e Privati.

La produzione energetica a Verona si limita

all'energia elettrica e a quella termica. I maggiori impianti suddivisi per tipologia sono illustrati nella figura 1.

Trasporto

Le reti di trasporto di energia elettrica e gas naturale sono costituite rispettivamente dagli elettrodotti di alta tensione e dai gasdotti.

Vendite

L'input energetico a Verona è dato essenzialmente da prodotti di origine fossile e dall'energia elettrica.

La tabella (figura 3) mostra le vendite dei vettori energetici degli ultimi 10 anni nel territorio.

La figura 2 mostra invece le vendite di gas metano nel 2003 suddivise per Comune.

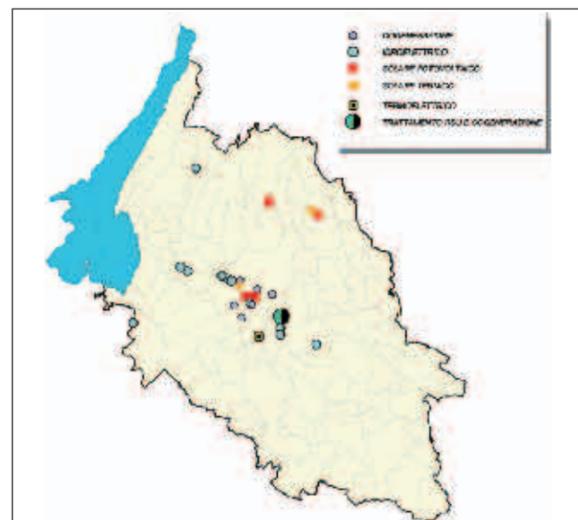


Figura 1

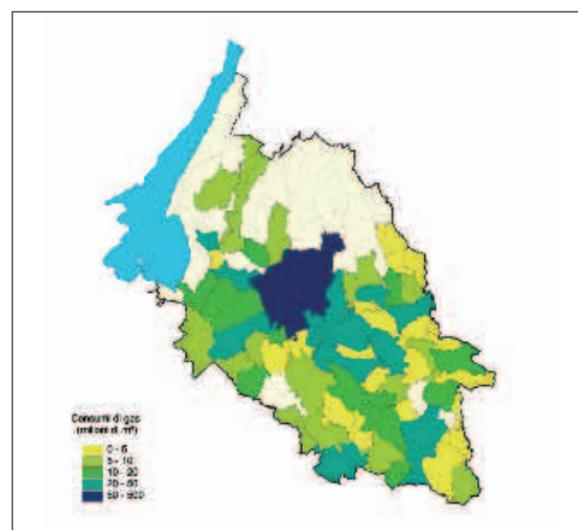
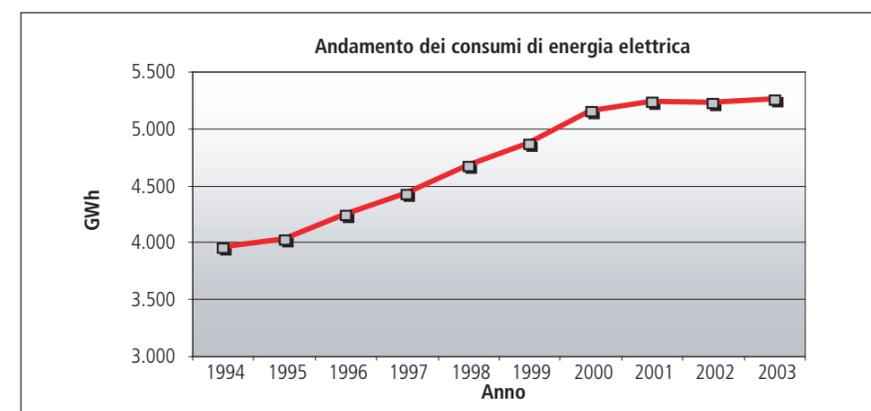


Figura 2

Anno	Energia Elettrica (GWh)	Gas Metano (m³ x 10 ⁶)	Benzina motori (t)	Gasolio motori (t)	Gasolio riscaldamento (t)	Gasolio agricolo (t)	Olio combustibile (t)	G.P.L. (t)
1994	3.956,00	833,15	291992	233575	18490	29963	58631	28789
1995	4.021,60	928,83	303754	236886	20453	24975	41309	32411
1996	4.236,10	971,80	309854	229496	28301	20900	30534	33888
1997	4.419,40	971,21	306341	232918	24343	35554	24548	28921
1998	4.668,60	1061,73	307513	258549	18098	34435	23921	54861
1999	4.862,10	1108,35	298622	283381	18582	40772	24478	43677
2000	5.154,80	1102,54	278372	292348	17341	33337	17893	41389
2001	5.232,60	1139,67	271219	319193	19899	13953	14951	46541
2002	5.227,90	1136,61	245536	316468	14668	17902	22685	45325
2003	5.256,60	1219,33	248369	352274	15087	25066	26429	46271

Fonte: GRTN e Ministero delle Attività Produttive

Figura 3 - L'andamento dei consumi di energia elettrica mostra che, negli ultimi 10 anni, c'è stato un aumento del 33%.



Andamento dei consumi di energia elettrica (Fonte GRTN)

Anno	2001
Residenti in Provincia Verona	826,582
Consumo pro-capite annuo (kWh)	6330,4
Consumo pro-capite nazionale (kWh)	4936,0
Scostamento dalla media nazionale	+28%

Figura 4

Il Bilancio Energetico Provinciale

Il Bilancio Energetico Provinciale considera soltanto gli aspetti legati alla produzione ed al consumo di energia elettrica; non esiste infatti alcun tipo di produzione di

combustibili fossili tradizionali sul nostro territorio. La produzione netta di energia elettrica nell'anno 2003 è stata (figura 5), in provincia di Verona, di circa 900 GWh, mentre i consumi sono stati circa 5250 GWh.

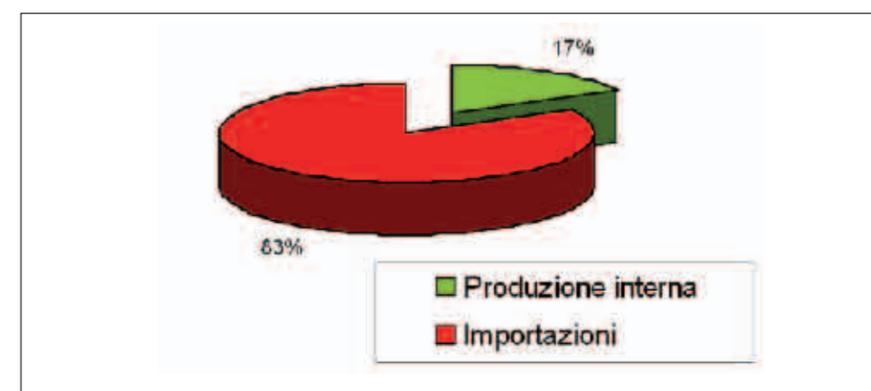


Figura 5

Un utile indicatore energetico è il consumo di energia elettrica pro-capite, soprattutto se paragonato allo stesso valore a livello nazionale.

Come si vede dalla tabella (figura 4), il consumo pro-capite in Provincia di Verona è del 28 % maggiore che a livello nazionale.

A fronte di ciò si evince come nel territorio si produca solo il 17% di quanto viene richiesto. Inoltre visto il trend in salita della richiesta di energia elettrica questa percentuale del 17% è destinata a diminuire. La lettura dei dati è immediata: nella Provincia di Verona esiste un fortissimo squilibrio tra produzione e consumo. Questo andamento in realtà può avere poco senso a livello provinciale: questo tipo di analisi riscontra un valore più elevato se fatta a livello regionale o nazionale.

Il Bilancio Energetico Provinciale considera soltanto gli aspetti legati alla produzione ed al consumo di energia elettrica; non esiste infatti alcun tipo di produzione di combustibili fossili tradizionali sul nostro territorio

Le fonti rinnovabili di energia

Giampaolo Fusato, ARPAV - Responsabile Ufficio Energia - Dipartimento di Verona - gfusato@arpa.veneto.it

Le fonti energetiche rinnovabili sono le fonti energetiche non fossili - eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas.

Da molti anni la comunità nazionale e internazionale si occupa del tema delle fonti rinnovabili di energia, sia dal punto di vista tecnologico che legislativo. L'Ufficio Energia presso il Dipartimento ARPAV di Verona ha lavorato con l'obiettivo di trasferire concetti generali, relativi alle fonti rinnovabili di energia al territorio della provincia di Verona, calando le conoscenze, le tecnologie e le potenzialità sulla realtà locale. Solo una conoscenza approfondita del territorio permette infatti di avere una visione completa. Integrando gli aspetti territoriali, economici, climatici e ambientali con le tecnologie delle fonti rinnovabili di energia, si possono sfruttare al meglio le loro potenzialità. La più recente Direttiva Europea 2001/77/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001 sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità nella premessa recita: "Il potenziale di sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili è attualmente sottoutilizzato nella Comunità. Quest'ultima riconosce la necessità di promuovere in via prioritaria le fonti energetiche rinnovabili, poiché queste contribuiscono alla protezione dell'ambiente e allo sviluppo sostenibile. Esse possono inoltre creare occupazione locale, avere un impatto positivo sulla coesione sociale, contribuire alla sicurezza degli approvvigionamenti e permettere di conseguire più rapidamente gli obiettivi di Kyoto. Bisogna pertanto garantire un migliore sfruttamento di questo potenziale nell'ambito del mercato interno dell'elettricità".

Le fonti rinnovabili di energia sono proprio

quelle che si rigenerano in tempi utili per lo sfruttamento da parte dell'uomo. Quando sfruttiamo una risorsa a un ritmo maggiore rispetto alle sue capacità di rinnovarsi, è destinata a esaurirsi. Le fonti energetiche rinnovabili sono le fonti energetiche non fossili - eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas.



Nel rapporto elaborato dal Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona si sono analizzate le seguenti fonti rinnovabili di energia:

- Solare Termico
- Solare Fotovoltaico
- Eolico
- Geotermico
- Biomasse
- Biogas
- Idroelettrico

Oltre a tali fonti di energia, ARPAV ritiene che vadano parallelamente sostenuti altri due temi

fondamentali, peraltro già previsti a livello legislativo:

- l'efficienza energetica
- il risparmio energetico

L'efficienza energetica può essere definita come quell'operazione tecnologica mediante la quale si intende conseguire l'obiettivo di realizzare gli stessi prodotti o servizi con un minor consumo di energia. Un esempio è l'etichetta energetica, uno strumento messo a disposizione dell'utente per scegliere in modo consapevole i prodotti ad alta efficienza.

Il risparmio energetico può essere definito come quell'operazione economico - sociale con la quale si intende incentivare gli utenti a modificare le proprie abitudini di consumo in modo da avere minori consumi di energia primaria. È ovvio che un certo grado di risparmio energetico deriva anche da una migliore efficienza energetica.

Possiamo parlare in generale di uso razionale dell'energia. L'uso razionale dell'energia può e deve essere considerato a tutti gli effetti come una vera e propria fonte di energia rinnovabile. Il Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona sta già lavorando per produrre un rapporto, che sarà pubblicato nel corso dell'anno 2005, sull'uso razionale dell'energia.

L'Ufficio Energia presso il Dipartimento ARPAV di Verona ha lavorato con l'obiettivo di trasferire concetti generali, relativi alle fonti rinnovabili di energia al territorio della provincia di Verona, calando le conoscenze, le tecnologie e le potenzialità sulla realtà locale

L'energia solare termica

Giampaolo Fusato, ARPAV - Responsabile Ufficio Energia - Dipartimento di Verona - gfusato@arpa.veneto.it

Il rendimento dei pannelli solari è aumentato di circa il 30 % nell'ultimo decennio, rendendo varie applicazioni nell'edilizia, nel terziario e nell'agricoltura commercialmente competitive.

La tecnologia per l'utilizzo termico dell'energia solare ha raggiunto maturità e affidabilità tali da farla rientrare tra i modi più razionali e puliti per scaldare l'acqua o l'aria nell'utilizzo domestico e produttivo. La radiazione solare, nonostante la sua scarsa densità, che raggiunge 1 kW/m² solo nelle giornate di cielo sereno, resta la fonte energetica più abbondante e pulita sulla superficie terrestre. Il rendimento dei pannelli solari è aumentato di circa il 30 % nell'ultimo decennio, rendendo varie applicazioni nell'edilizia, nel terziario e nell'agricoltura commercialmente competitive.

L'applicazione più comune è il collettore solare termico utilizzato per scaldare acqua sanitaria. Un metro quadrato di collettore solare può scaldare a 45 - 60 °C tra i 40 ed i 300 litri d'acqua al giorno a secondo dell'efficienza che è tra il 30% e l'80% e che varia con le condizioni climatiche e con la tipologia di collettore. Un moderno sistema solare per scaldare l'acqua consiste essenzialmente del pannello solare o collettore solare, di un serbatoio termicamente isolato destinato all'accumulo dell'acqua calda, del circuito di collegamento dei vari componenti e dei relativi sistemi di controllo e regolazione: la circolazione dell'acqua all'interno del sistema può avvenire per effetto dell'azione di una pompa (sistemi attivi) o per circolazione naturale sfruttando le differenze di temperatura del circuito (sistemi passivi).

Il principio su cui si basa il funzionamento di un impianto solare termico è concettualmente semplice: il collettore, investito dalla radiazione solare, si riscalda e cede il calore assorbito al liquido (solitamente acqua addizionata ad

antigelo) contenuto nei tubi alloggiati nel collettore stesso. Il calore assorbito dal liquido contenuto nel circuito primario del collettore viene ceduto, per mezzo di uno scambiatore di calore ad intercapedine, all'acqua contenuta in un serbatoio o direttamente ad un impianto di riscaldamento: questo

significa che all'interno del serbatoio sono presenti due circuiti idraulici separati, quello proveniente dal collettore e quello dell'acqua collegato all'impianto idraulico dell'abitazione e/o all'impianto di riscaldamento. Durante tale processo non viene utilizzato alcun combustibile, per cui non è presente alcuna emissione di CO₂. Le applicazioni più comuni sono relative ad impianti per acqua calda sanitaria, riscaldamento degli ambienti e piscine; sono in aumento casi di utilizzo nell'industria, nell'agricoltura e per la refrigerazione solare. Nel caso dei collettori solari il costo al metro quadro è poco indicativo, poiché il vero costo deve essere correlato alla quantità di acqua calda prodotta in un anno. Una famiglia di 4 persone che consuma 50+60 litri di acqua calda a persona ogni giorno, per un totale di 80+100 mila litri annui spende circa 500€ per riscaldare l'acqua con energia elettrica e 350€ se la scalda con caldaia a metano. Se l'impianto solare integra la caldaia



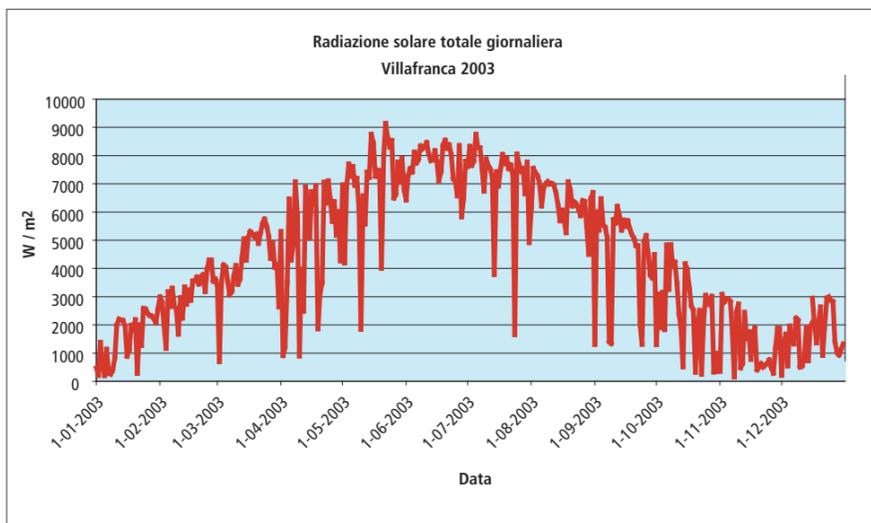
per un 60 - 70% il risparmio annuo oscilla tra 250 e 300€ ed in 5 anni si ammortizza una spesa di 1000 - 2000€. Le agevolazioni statali consentono, a volte, di detrarre dalle tasse parte delle spese di acquisto e di installazione. Ad oggi la spesa per l'installazione di un collettore solare sottovuoto si aggira attorno ai 3000€: con questo sistema si può avere acqua calda per la gran parte dell'anno. I collettori solari sottovuoto sono anche particolarmente indicati per il riscaldamento a pavimento degli edifici civili, viste le basse temperature di esercizio di questi impianti. Nell'estate del 2003 ed alla fine del 2004 la Regione Veneto ha promosso il bando "solare Termico" che prevede il finanziamento del 25% sul totale dell'importo per la messa in opera di un impianto solare termico.

L'installazione di collettori solari non necessita di grossi investimenti. L'applicazione massiccia in Provincia di Verona di questa semplice tecnologia permetterebbe di ottenere un servizio con costi che sarebbero recuperati nel giro di pochi anni. Per la semplicità di impiego la tecnologia solare termica meriterebbe ben altra

Ad oggi la spesa per l'installazione di un collettore solare sottovuoto si aggira attorno ai 3000€: con questo sistema si può avere acqua calda per la gran parte dell'anno



attenzione, soprattutto in considerazione del fatto che gli usi finali termici a bassa temperatura rappresentano l'8,5% dei consumi energetici industriali, il 65,8% dei consumi del commercio e del terziario, il 23% dei consumi nel settore agricolo e ben l'85% dei consumi domestici. I collettori solari non hanno alcun impatto sull'ambiente, se non quello dovuto alla loro produzione ed al loro successivo smaltimento. Al contrario permettono un significativo risparmio dell'anidride carbonica immessa nell'ambiente per produrre, nelle stesse condizioni, acqua calda sanitaria con altri sistemi. Relativamente alla Provincia di Verona è stato calcolato, mediante interpolazione dei dati delle centraline ARPAV, l'apporto della radiazione solare sul territorio.



L'energia solare fotovoltaica

Francesca Predicatori, ARPAV - Unità Operativa Agenti Fisici - Dipartimento di Verona - predicatori@arpa.veneto.it
Michele Sinisi, ARPAV - Unità Operativa Ingegneria - Dipartimento di Verona - msinisi@arpa.veneto.it

Il funzionamento dei dispositivi fotovoltaici si basa sulle capacità di alcuni materiali semiconduttori, di convertire l'energia della radiazione solare in energia elettrica in corrente continua senza l'ausilio di parti meccaniche in movimento

La tecnologia fotovoltaica (FV), sviluppata alla fine degli anni '50, nell'ambito dei programmi spaziali per i quali occorreva disporre di una fonte di energia affidabile e inesauribile, si va oggi diffondendo rapidamente. Oltre che negli apparati industriali ed elettronici, trova sempre maggiore applicazione nell'alimentazione di utenze isolate o di impianti installati su edifici e collegati ad una rete di distribuzione elettrica preesistente. In linea di principio, il funzionamento dei dispositivi fotovoltaici si basa sulle capacità di alcuni materiali semiconduttori, di convertire l'energia

della radiazione solare in energia elettrica in corrente continua senza l'ausilio di parti meccaniche in movimento. La luce è composta da particelle, i fotoni, che trasportano energia: un fotone, assorbito da materiali semiconduttori opportunamente trattati, può liberare un elettrone, il quale lascia dietro di sé una carica positiva, chiamata lacuna. Il materiale semiconduttore universalmente impiegato è il silicio. Il componente fondamentale di un impianto FV è la cella fotovoltaica, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, ossia, a temperatura di 25 °C ed ad una potenza di radiazione solare pari a 1000 W/m². La potenza erogata da un dispositivo FV, quando lavora in condizioni standard, prende il nome di potenza di picco (Wp) ed è un parametro importante di riferimento.

Nella tabella che segue sono riportate le efficienze dei dispositivi realizzati in laboratorio e, per confronto, quelle degli analoghi prodotti commerciali.

La quantità di energia elettrica prodotta da un sistema fotovoltaico dipende da numerosi fattori fra i quali i più importanti sono:

- superficie dell'impianto;
- posizione dei moduli FV nello spazio;
- valori della radiazione solare incidente;
- efficienza dei moduli FV;
- efficienza del BOS (Balance of System);
- altri parametri.

A titolo di esempio si può calcolare la quantità di energia elettrica mediamente prodotta dai sistemi fotovoltaici in un anno di funzionamento in tre siti



Tecnologia	Efficienza modulo di laboratorio (%)	Efficienza modulo in commercio (%)
Silicio mono-cristallino	18	13 - 14.7
Silicio poli-cristallino	15.2	11 - 12.5
Silicio amorfo	9.5	5 - 6
CdTe	7.3	-
CuInSe2	11.1	-

Tabella	Insolazione media giornaliera	Efficienza moduli	Efficienza del BOS	Elettricità prodotta
Dolcè	3377 Wh/m²	12,5%	85%	358 Wh _e /m²
Roverchiara	4099 Wh/m²	12,5%	85%	435 Wh _e /m²
Castelnuovo	3759 Wh/m²	12,5%	85%	399 Wh _e /m²

Energia elettrica mediamente prodotta da 1 m² di moduli

Tabella	Elettricità prodotta da 1 m²	Massima area occupata da 1 kWp di moduli	Elettricità prodotta
Dolcè	358 Wh _e /m²	10 m²	1309 kWh _e
Roverchiara	435 Wh _e /m²	10 m²	1589 kWh _e
Castelnuovo	399 Wh _e /m²	10 m²	1457 kWh _e

Energia elettrica mediamente prodotta da 1 kWp di moduli in un anno

Irraggiamento medio annuo (kWh/m²/y)	BIPV Tetti (GWh/y)	BIPV Facciate (GWh/y)	Consumi di energia elettrica (GWh/y)	Rapporto energia solare potenziale/energia consumata
1380	2.535,0	960,2	5.232,6	66,8%

in Provincia di Verona. Come siti vengono prese in considerazione tre centraline di rilevamento ARPAV.

Ai fini del calcolo si può ragionare indifferentemente per m² di pannelli o per unità di potenza installata (ad es. 1 kWp).

Ipotizzando una disposizione dei pannelli FV inclinati di 30° sull'orizzontale ed orientati verso Sud e considerando un valore cautelativo dell'efficienza dei moduli pari a 12,5%, pur sapendo che i moduli possono avere efficienze superiori anche di 16 - 17%, si trovano i valori riportati nelle tabelle riportate.

Considerando che il consumo medio di una famiglia è di circa 2500 - 3000 kWh all'anno, si nota che con un impianto da 1 kWp si ottiene, nelle zone della Provincia di Verona, un sostanziale beneficio in termini di consumi. Quali sono i tempi necessari ad ammortizzare le spese? Considerando una vita minima dell'impianto solare di 30 anni, le spese di eventuali manutenzioni, l'aumento del costo delle stesse e del prezzo dell'energia elettrica in futuro, il tutto in base all'inflazione, con l'impianto da 1,2 kWp si ottiene un risparmio di 300-550€/anno.

Un impianto solare dura tranquillamente 30 anni, quindi se si tiene conto delle spese, del risparmio annuale, degli eventuali finanziamenti statali o regionali e del recupero del 41% di IRPEF, il tempo per ammortizzarlo sarà di circa 6-12 anni.

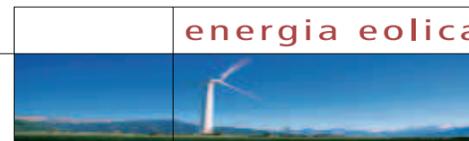
La Regione Veneto ha da poco emanato un nuovo bando di finanziamento per l'installazione di tetti fotovoltaici (B.U.R. n° 123 del 3 Dicembre 2004). Il bando prevede un finanziamento del 60% dell'investimento ammissibile (scadenza di presentazione delle domande: 3 marzo 2005). Lo sfruttamento della risorsa sole per ottenere energia elettrica prevede la copertura di vaste superfici con celle solari. In territori come quello veronese già intensamente interessati dall'attività umana, in cui la domanda di energia si concentra nei centri urbani e in prossimità dei distretti industriali diventa quasi una necessità sfruttare gli edifici già presenti per l'installazione di celle fotovoltaiche.

La trasformazione delle superfici costruite in piccole centrali elettriche implica innanzitutto un'analisi della disponibilità di tali superfici. Questa analisi è stata l'oggetto di un lavoro condotto dalla International Energy Agency (IEA). La determinazione del potenziale fotovoltaico integrato negli edifici fornisce una base

fondamentale per valutare il potenziale mercato, dà informazioni fondamentali per chi deve pianificare la politica energetica. Lo studio della IEA fornisce una metodologia validata ed accettata internazionalmente per valutare tale potenziale.

Tenuto conto dell'irraggiamento solare medio nelle diverse zone della provincia veronese, applicando la procedura IEA si trova il potenziale solare (BIPV) per i tetti e le facciate degli edifici della provincia di Verona. Tale percentuale rappresenta solo un valore teorico, che fornisce una stima significativa della quantità di energia elettrica ottenibile. Porsi l'obiettivo di coprire il 5% - 10% delle superfici disponibili, ad esempio, significherebbe ottenere un valore non trascurabile sul totale dei consumi elettrici provinciali.

Considerando un vita minima dell'impianto solare di 30 anni, le spese di eventuali manutenzioni, l'aumento del costo delle stesse e del prezzo dell'energia elettrica in futuro, il tutto in base all'inflazione, con l'impianto da 1,2 kWp si ottiene un risparmio di 300-550€/anno.



L'energia eolica

Paolo Frontero, ARPAV - Unità Operativa Agenti fisici, ARPAV - Dipartimento di Verona - pfrontero@arpa.veneto.it
 Giuseppe Stanghellini, ARPAV - Unità Operativa Supporto Direzione, ARPAV - Dipartimento di Verona - gstanghellini@arpa.veneto.it
 Dino Zardi, ARPAV - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Università di Trento - dino.zardi@unitn.it

I tassi di crescita della produzione di energia eolica sono stati i più elevati rispetto a qualsiasi altra forma di energia, a partire dal 1996, il tasso medio di crescita globale è stato circa del 40% che ha portato a un raddoppio della potenza installata circa ogni due anni e mezzo.

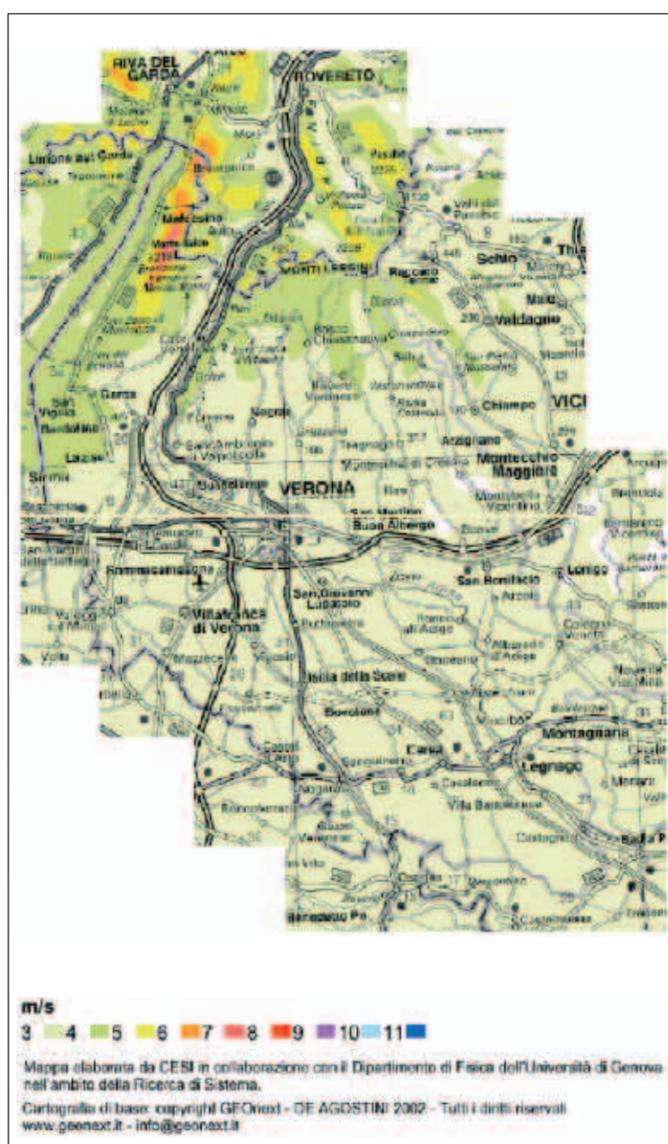


L'energia eolica rappresenta a livello mondiale la tecnologia con le maggiori potenzialità per il raggiungimento degli obiettivi posti per la diffusione delle energie rinnovabili. I tassi di crescita mostrati sono stati i più elevati rispetto a qualsiasi altra forma di energia, a partire dal 1996, il tasso medio di crescita globale è stato circa del 40% che ha portato a un raddoppio della potenza installata circa ogni due anni e mezzo. Il mercato italiano sembra promettente ma la crescita risulta sproporzionata rispetto ad altri Paesi europei. I siti eolici italiani mostrano peculiarità e differenze anche notevoli rispetto ai Paesi del Nord-Europa e anche della Spagna. In quest'ultimi i venti spirano con costanza e con poche turbolenze e i siti ideali alla realizzazione di centrali eoliche mostrano spesso agevole accessibilità con conseguente riduzione dei costi e dei tempi di installazione. I siti italiani sono localizzati maggiormente in zone montuose difficili da raggiungere e con caratteristiche del vento molto diverse.

Tutto questo si ripercuote sulla tipologia dei generatori eolici, su problemi di allacciamento alla rete elettrica e di trasporto delle apparecchiature. La continua evoluzione non solo della tecnologia, ma anche dell'architettura del paesaggio e la sensibilità al problema che viene posta dalle imprese di progettazione e realizzazione dei parchi eolici fanno ritenere che sia superata

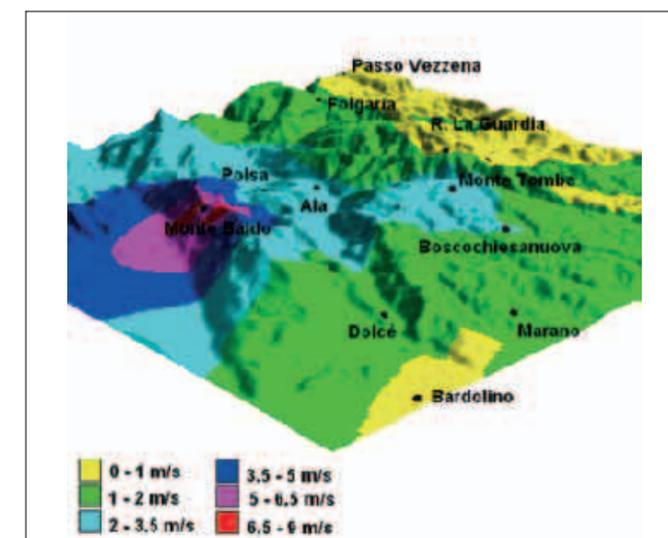
l'avversione aprioristica agli impianti eolici.

Una corretta realizzazione del parco eolico può anzi essere di incentivazione alla valorizzazione anche estetica dei terreni ed alla presenza antropica nelle zone circostanti. I venti dominanti in Veneto sono determinati dalle strutture bariche che si susseguono durante l'anno. Dall'esame di 100 radiosondaggi effettuati a Verona città nel 1999 durante il progetto di studio della meteorologia a mesoscala - MAP, è emerso che in tali condizioni esiste un "low jet", cioè un flusso molto intenso da nord-est che interessa i primi 1000-1500 m di quota, canalizzato dalle valli della

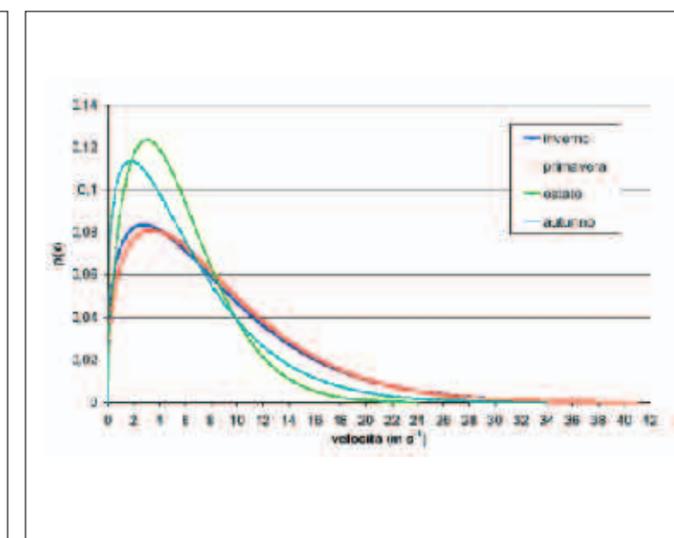


Lessinia e disaccoppiato dal flusso sudoccidentale presente alla quote superiori. Vi è da osservare un'altra peculiarità ascrivibile alla pianura veneta, quella delle calme invernali, infatti in situazioni di anticicloni di blocco che possono perdurare per qualche settimana, si attua il fenomeno della subsidenza cioè l'aria viene schiacciata verso la superficie e ogni movimento orizzontale del vento viene inibito. Pertanto il vento nei bassi strati risulta spesso inferiore a 2 m/s. La calma di vento è presente infatti per circa il 50% delle frequenze dei casi. Uno strumento organico per la valutazione eolica sul territorio risulta essere l'Atlante eolico dell'Italia prodotto dal CESI in collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'università di Genova. Questo lavoro fornisce la valutazione della velocità media del vento sull'Italia ad un'altezza di 50m e 70m dal suolo nonché la producibilità

Stazione	V picco	V media	VA media
Monte Baldo	2.30 ms ⁻¹	8.04 ms ⁻¹	6.92 ms ⁻¹
Monte Tomba	0.60 ms ⁻¹	4.54 ms ⁻¹	4.00 ms ⁻¹
Ala	0.20 ms ⁻¹	1.84 ms ⁻¹	1.65 ms ⁻¹



Mapa tridimensionale delle velocità del vento a 10 metri per il periodo dall'8 al 15 Giugno 2003



Facendo una sintesi dell'applicazione statistica e modellistica, che riteniamo di tipo preliminare, l'area del Baldo risulta avere le caratteristiche idonee a uno sfruttamento eolico. Infatti dall'analisi statistica di circa dieci anni di dati osservati sul Monte Baldo è emersa una velocità media annua di 6.5 m/s-1. Viene

specificata a 50 m dal suolo, in MWh/MW, ottenuta considerando le curve di potenza generata da un range di aerogeneratori di taglia commerciale. Sia dall'analisi dei dati contenuti nell'Atlante eolico d'Italia, sia da una valutazione dei dati della rete di monitoraggio meteorologico di ARPAV, è emerso che l'area di pianura non presenta potenzialità di sfruttamento eolico significative, mentre le zone montane del Monte Baldo e della Lessinia risultano interessanti.

Per valutare con una maggiore risoluzione tale potenzialità, si è pertanto dato vita ad un progetto, in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Trento, per la valutazione anemologica dell'area delle montagne veronesi mediante analisi di dati da stazioni al suolo e con l'utilizzo di uno strumento di modellistica che tenga conto di

quindi soddisfatta la condizione che prevede l'idoneità del sito se la velocità è > 5 m/s-1. Inoltre la velocità più probabile per venti provenienti da sud-ovest è maggiore della velocità di cut-in pari a 4 m/s -1. Tali velocità risultano, tuttavia, spesso irregolari e le condizioni più favorevoli si registrano, comunque, nel periodo invernale.

effetti locali (versante, esposizione, effetti di canalizzazione). La ricerca ha previsto la raccolta delle serie meteorologiche disponibili sia presso stazioni di misura del Veneto (ARPAV ed altre) che del Trentino (Istituto Agrario di San Michele all'Adige, Ufficio Idrografico, ecc.). La valutazione modellistica è stata effettuata utilizzando CALMET - modello meteorologico diagnostico di tipo mass-consistent, che cioè ricostruisce i campi di vento nell'area di interesse partendo dai dati a disposizione mediante metodi di interpolazione ed estrapolazione spaziale, tenendo conto dell'orografia e rugosità del terreno; il campo di vento viene così calcolato in modo che sia soddisfatto il principio di conservazione della massa, il che permette di calcolare anche la componente verticale.

La continua evoluzione non solo della tecnologia, ma anche dell'architettura del paesaggio e la sensibilità al problema che viene posta dalle imprese di progettazione e realizzazione dei parchi eolici fanno ritenere che sia superata l'avversione aprioristica agli impianti eolici.

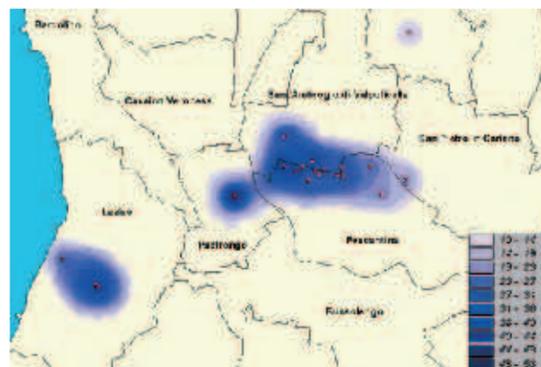


L'energia geotermica

Alessandro Raneri, *Unità Operativa Supporto Direzione, ARPAV - Dipartimento di Verona - araner@arpa.veneto.it*
Roberto Zorzin, *Museo di Scienze Naturali di Verona - roberto_zorzin@comune.verona.it*

La Geotermia è quella parte di geofisica che studia il calore terrestre ed è rivolta alla ricerca ed allo sfruttamento dei "campi geotermici terrestri".

La risorsa geotermica è dovuta alla distribuzione delle temperature e del calore sotto la superficie terrestre. L'origine del calore è in relazione alla natura interna della terra e ai processi fisici che in essa hanno luogo. I valori di temperatura nel sottosuolo sono manifestazione principalmente della conduzione del calore attraverso le rocce, della convezione dei fluidi circolanti o dei movimenti di materiale magmatico in condizioni intratelluriche. La Geotermia è quella parte di geofisica che studia il calore terrestre ed è rivolta alla ricerca e allo sfruttamento dei "campi geotermici terrestri". L'energia prodotta dall'utilizzo del calore terrestre è definibile come energia geotermica. E' una risorsa diffusa e praticamente inesauribile se sfruttata in modo corretto, costantemente disponibile nel tempo, rinnovabile e a bassissimo impatto ambientale. La durata del calore terrestre, infatti, è illimitata rispetto alla scala temporale umana, e quindi l'energia geotermica è da considerarsi, a tutti gli effetti, una risorsa energetica rinnovabile disponibile a lungo per le generazioni future. Il termalismo veronese si manifesta in ambiti idrogeologici caratterizzati da scenari diversi tra loro. Fino a qualche anno fa i "punti caldi" erano segnalati distintamente sul fronte pedecollinare Lessineo e sull'arco morenico del Garda: la puntualità delle manifestazioni termali, la loro distanza e la differenza tra le strutture idrogeologiche interessate hanno sempre impedito una chiara interpretazione del fenomeno. Studi



recenti, nuove terebrazioni ed una serie di informazioni raccolte in modo organico hanno permesso di affinare quanto già era stato ipotizzato a partire dagli anni '70. Le emergenze termali sono disposte in modo tale da indicare nelle strutture tettoniche con direzione giudicariense (NNE-SSW) e nella fascia di deformazione pedecollinare (W-E) le faglie e le fratture lungo cui avviene la risalita. L'ambiente geomorfologico differente, cui si associano strutture idrogeologiche più o meno complesse, e la diversa temperatura delle acque permettono di dividere in almeno tre parti principali le zone idrotermali di Verona: l'area benacense, l'area tra S.Ambrogio di Valpolicella e Pescantina e l'area pedemontana. Nell'area benacense sono state individuate una fascia a debole termalismo (20° - 25° C) posta lungo la riva lacustre ed una zona a termalismo medio elevato (37° - 50° C) nell'area dell'entroterra morenico. Anche se le profonde terebrazioni (fino a 350 m) realizzate nei dintorni della costa orientale del Garda non hanno intercettato il substrato roccioso, l'allineamento dei punti caldi, che

ben si sposa con l'ubicazione delle segnalazioni termali di Rivoli Veronese (20° - 25° C), permettono di ipotizzare che la risalita dei fluidi avvenga, secondo il meccanismo precedentemente descritto, attraverso un sistema di fratture parallele alla Faglia di Sirmione e della Val d'Adige, aventi entrambe una direzione giudicariense (NNE-SSW). La situazione idrogeologica del territorio di S.Ambrogio di Valpolicella - Pescantina (20° - 46° C) e di Caldiero (26° - 27° C) è meglio descrivibile visto che le stratigrafie dei pozzi intercettano il substrato roccioso.

In definitiva si ipotizza per tutti i siti esaminati la stessa tipologia di circuito idrogeologico, nonostante siano state misurate diverse temperature di fuoriuscita dei fluidi termali. Questa circostanza è attribuibile a vari fattori quali, ad esempio, la percentuale di miscelazione con acque fredde superficiali e l'approfondimento delle acque meteoriche. Deve inoltre essere segnalato il fatto che le temperature finora riscontrate possono risultare inferiori a quelle potenzialmente misurabili, almeno nella parte morenica ed in quella di S.Ambrogio - Pescantina, rispettivamente per la bassa

Le temperature, i dati disponibili e le condizioni geologiche della Provincia di Verona fanno ritenere maggiormente conveniente le tecnologie che utilizzano l'energia geotermica per la produzione di calore piuttosto che di energia elettrica.

profondità raggiunta nelle perforazioni della prima area e per il fatto che i pozzi misurati sono tutti multifiltro e quindi miscelano acque appartenenti a falde differenti nella seconda. Il quadro geografico del termalismo veronese si completa, per il momento, con le evidenze termali (20° - 30° C) segnalate e misurate nei territori comunali pedelessineo tra San Bonifacio e Lavagno, riportate in alcuni PRG e ad altre indicate in altri comuni della media pianura veronese. Dal punto di vista geochimico e sulla base della temperatura misurata, studi eseguiti permettono di inserire le acque termali veronesi in sintonia con quelle provenienti dagli altri campi termali veneti e di Sirmione. Non è quindi da escludere l'ipotesi di una origine comune per le acque termali venete. L'ubicazione dei pozzi e le temperature delle acque emunte sono state riportate nel Sistema Informativo Territoriale Provinciale di ARPAV, in modo da avere una "fotografia" della distribuzione areale dei punti caldi.

Dall'analisi di questi dati si osserva la concentrazione, soprattutto nella zona pedemontana lessineo, di pozzi aventi temperature superiori ai 20-30 °C che emungono anche a scarse profondità (40 metri). L'esame delle temperature dei pozzi ha, comunque, evidenziato una grande variabilità, anche tra pozzi limitrofi.

Le maggiori applicazioni della geotermia consistono in:

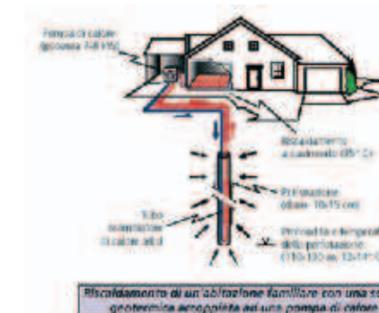
- Uso diretto del calore per riscaldamento, acquicoltura e fini agricoli
- Trasformazione del calore in elettricità
- I bagni termali

Le temperature, i dati disponibili e le condizioni geologiche della Provincia di Verona fanno ritenere maggiormente conveniente le tecnologie che utilizzano l'energia geotermica per la produzione di calore piuttosto che di energia elettrica.

Un'interessante tecnologia è quella delle



sonde geotermiche: è un sistema d'utilizzo della risorsa geotermica di scarsa profondità e bassa temperatura (lo sfruttamento della risorsa è conveniente già da 12°C). Si basa sull'evidenza che, già oltre i 20 metri di profondità, la temperatura del sottosuolo è costante e non dipende più dalle escursioni termiche né giornaliere né stagionali. Le sonde geotermiche verticali sono degli scambiatori di calore installati in perforazioni, in prossimità dell'edificio da riscaldare.



L'energia da biomasse

Ottorino Piazzì, *Sistemi Ambientali, ARPAV - Dipartimento di Verona - opiazzi@arpa.veneto.it*
Claudio Mansoldo, *Ufficio Monitoraggio Attività, ARPAV - Dipartimento di Verona - cmansoldo@arpa.veneto.it*

La Biomassa è la più antica e più diffusa delle fonti energetiche, sostituita gradualmente nell'ultimo secolo dai combustibili fossili.

La Biomassa è la sostanza organica derivante direttamente o indirettamente attraverso le catene alimentari dalla fotosintesi clorofilliana. Mediante la fotosintesi, le piante assorbono dall'ambiente anidride carbonica che viene trasformata, con l'apporto di energia solare, acqua e sostanze nutrienti, presenti nel terreno, in materiale

organico. Ogni anno si stima vengano fissate complessivamente 2 x 10¹¹ tonnellate di CO₂, con un contenuto energetico equivalente a 70 miliardi di tonnellate di petrolio, circa 10 volte l'attuale fabbisogno energetico mondiale. La biomassa è la più antica e più diffusa delle fonti energetiche, sostituita gradualmente, negli ultimi 150 anni, dai combustibili fossili. Anche i combustibili fossili hanno origine organica, ma non sono ritenuti rinnovabili. Inoltre

bruciare combustibili fossili significa bruciare "Vecchia biomassa" per produrre "Nuova anidride carbonica"; bruciare "Nuova biomassa" in modo ciclico, non contribuisce alla produzione di "Nuova anidride carbonica", in quanto le quantità emesse sono bilanciate dalle quantità assorbite. La **Biomassa** utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili o trasformati in altre sostanze



(solide, liquide o gassose) di più facile e conveniente utilizzazione negli impianti di conversione.

Le principali tipologie di biomassa utilizzabili per la produzione di energia sono:

- Legna derivante dalle operazioni di cura e manutenzione dei boschi
- Residui dell'attività agricola (paglia, potature)
- Residui delle attività agroindustriali (sansa, gusci, noccioli, lolla, pula)
- Scarti della lavorazione primaria del legno
- Reflui industriali, reflui civili, deiezioni animali, frazione organica dei rifiuti solidi organici.
- Colture energetiche dedicate (lignocellulosiche, oleaginose, amidacee zuccherine) coltivate per essere destinate alla produzione di energia.

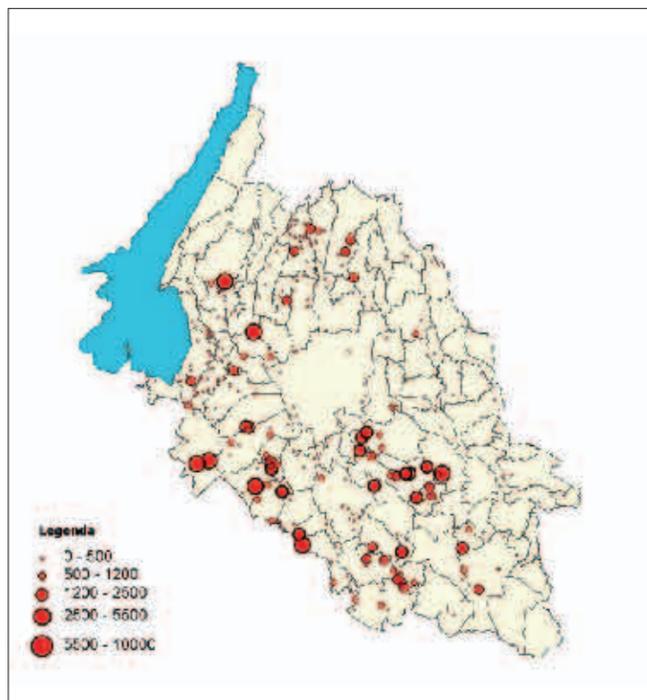
Le biomasse si possono considerare risorse rinnovabili e quindi inesauribili nel tempo, purché vengano impiegate ad un ritmo non superiore alla capacità di rigenerazione biologica. L'utilizzazione energetica può essere vantaggiosa quando le fonti di biomassa si presentano concentrate nello spazio e con sufficiente continuità nel tempo, mentre una eccessiva dispersione sul territorio e una produzione stagionale rendono difficili ed onerosi la raccolta, il trasporto e lo stoccaggio.

Le risorse boschive

Il territorio provinciale risulta coperto da superfici boscate sia nel territorio del Monte Baldo sia in quello dei Monti Lessini. Secondo il censimento dell'agricoltura svolto dall'ISTAT nell'anno 2000, in provincia di Verona vi sono complessivamente 22303 ettari di superficie a bosco, pari al 10,17 % della superficie totale.

I reflui zootecnici

La gestione dei reflui provenienti dalle attività agro-zootecniche ed agroalimentari rappresenta una problematica complessa, in particolare nelle aree a più forte concentrazione di insediamenti produttivi. L'utilizzazione tal quale dei reflui come fertilizzanti o, meglio, come integratori di sostanza organica nei terreni agrari sarebbe la più utile e semplice destinazione.



Distribuzione degli allevamenti suinicoli suddivisi per numero di capi

In ambito Veneto gli allevamenti suinicoli a Verona rappresentano quasi il 6,2% del totale con una quota di capi allevati che si aggira sul 32% del totale.

La digestione anaerobica è un processo biologico, in assenza di ossigeno, nel quale la sostanza organica si trasforma principalmente in metano ed in anidride carbonica. A seconda della natura della sostanza organica digerita la percentuale di biogas prodotta varia da un minimo di 50% fino ad un massimo dell'80%.

Il processo avviene ad opera di diversi gruppi di microrganismi, tutti caratterizzati da basse velocità di crescita e di reazione, che rendono estremamente delicato il controllo delle condizioni di reazione che deve essere pertanto un compromesso tra le diverse esigenze dei gruppi microbici.

Spesso il pH ottimale si attesta tra 7 e 7,5, mentre la temperatura ottimale è intorno ai 35°C se si opera con batteri mesofili o intorno ai 55°C in presenza di batteri termofili.

L'unico impianto di produzione di biogas da liquame da allevamento suinicolo trovato in provincia di Verona è quello dell'allevamento Casar Sant'Anna nel comune di Valeggio sul Mincio. In questo allevamento sono presenti dai 5000 ai 6000 capi, per un peso vivo

mediamente allevato pari a circa 450 tonnellate.

Tutti i liquami prodotti nell'allevamento sono convogliati in un vascone di metri (38x52x8), vascone per lo più posto sotto il piano campagna. Tale vascone è superficialmente ricoperto con un telone dove si raccoglie il biogas prodotto.

Il biogas prodotto viene pompato al motore per la produzione di energia elettrica. L'energia prodotta dall'impianto è pari a

150 KW/h, energia sufficiente ai fabbisogni energetici dell'intero allevamento. A tal proposito va segnalato che l'intero allevamento è completamente automatizzato con controllo a distanza delle diverse operazioni quali ad esempio la preparazione delle ricette in funzione del peso dell'animale, la distribuzione del cibo ed il lavaggio dei box, con un notevole dispendio energetico quantificabile in 4.000 - 5.000€ mensili di sola energia elettrica.

Tale impianto di biogas ha consentito un risparmio energetico quantificabile in circa 3.500 - 4.000€.

Biogas da discarica

Il biogas è il prodotto gassoso della fermentazione anaerobica metanogenica della sostanza organica. Dal punto di vista economico il recupero di energia dal biogas è abbastanza redditizio. L'investimento è dell'ordine di 800-1500 euro/kW di potenza installata a seconda della taglia.

La Biomassa utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili o trasformati in altre sostanze (solide, liquide o gassose) di più facile e conveniente utilizzazione negli impianti di conversione.



L'energia idroelettrica

Giampaolo Fusato, ARPAV - Responsabile Ufficio Energia - Dipartimento di Verona - gfusato@arpa.veneto.it

Energia idroelettrica è un termine usato per definire l'energia elettrica ottenibile a partire da una caduta d'acqua, convertendo con apposito macchinario l'energia meccanica contenuta nella portata d'acqua trattata.

La generazione idroelettrica, nella produzione globale ha raggiunto a livelli internazionali e nazionali una notevole considerazione. In particolare un aspetto che occorre mettere in evidenza è il potenziale ancora non sfruttato delle "microidraulica" ovvero impianti di produzione che utilizzano salti di altezze contenute e altrettanto ridotte portate. La spesa per la realizzazione di queste centrali è dipendente dalle caratteristiche del luogo dove se ne prevede la realizzazione, ovvero dalle caratteristiche dei manufatti necessari all'imbrigliamento al convogliamento e, successivamente, allo scarico dell'acqua utilizzata per la produzione, nel corpo idrico originale. Le limitate risorse necessarie per delle centrali di microidraulica con potenzialità da 10 kW a 100 kW consente il loro impiego in siti potenzialmente interessanti proprio per questa loro peculiarità.

Energia idroelettrica è l'energia elettrica ottenibile a partire da una caduta d'acqua, convertendo con apposito macchinario l'energia meccanica contenuta nella portata d'acqua trattata. Gli impianti idraulici, quindi, sfruttano l'energia potenziale meccanica contenuta in una portata d'acqua che si trova disponibile ad una certa quota rispetto al livello cui sono posizionate le turbine. Pertanto la potenza di un impianto idraulico dipende da due termini: il salto cioè il dislivello esistente fra la quota a cui è disponibile la risorsa idrica svasata e il livello a cui la stessa viene restituita dopo il

passaggio attraverso la turbina e la portata vale a dire la massa d'acqua che fluisce attraverso la macchina espressa per unità di tempo. In base alla taglia di potenza nominale della centrale, gli impianti idraulici si suddividono in: Micro-impianti: $P < 100$ kW; Mini-impianti: $100 < P$ (kW) < 1000 ; Piccoli-impianti: $1000 < P$ (kW) < 10000 ; Grandi-impianti: $P > 10000$ kW. Gli impianti possono essere poi: ad acqua fluente; a bacino; di accumulo a mezzo pompaggio. In funzione del salto gli impianti idraulici possono essere: a bassa caduta ($H > 50$ m); a media caduta ($H = 50 \div 250$ m); ad alta caduta ($H = 250 \div 1000$ m); ad altissima caduta ($H > 1000$ m). In funzione della portata si parla di: piccola portata ($Q > 10$ m³/s); media portata ($Q = 10 \div 100$ m³/s); grande portata ($Q = 100 \div 1000$ m³/s); altissima portata ($Q > 1000$ m³/s). In genere molti impianti di piccola taglia si trovano realizzati in aree montane su corsi d'acqua a regime torrentizio o permanente e l'introduzione del telecontrollo, telesorveglianza e telecomando ed azionamento consentono di recuperarli ad una piena produttività, risparmiando sui costi del personale di gestione, che in genere si limita alla sola manutenzione ordinaria con semplici operazioni periodiche (ad es. la sostituzione dell'olio per la lubrificazione delle parti). Molti impianti di piccola taglia attuano il cosiddetto recupero energetico. I sistemi idrici nei quali esistono possibilità di recupero sono assai diversi e possono essere

In particolare un aspetto che occorre mettere in evidenza è il potenziale ancora non sfruttato delle "microidraulica" ovvero impianti di produzione che utilizzano salti di altezze contenute e altrettanto ridotte portate.

indicativamente raggruppati nelle seguenti tipologie: acquedotti locali o reti acquedottistiche complesse; sistemi idrici ad uso plurimo (potabile, industriale, irriguo, ricreativo, etc.); sistemi di canali di bonifica o irrigui; canali o condotte di deflusso per i superi di portata; circuiti di raffreddamento di condensatori di impianti motori termici. Sul territorio della Provincia di Verona o nel territorio vicino sono presenti centrali idroelettriche delle seguenti società: Enel Distribuzione; Enel GreenPower; AGSM. In Provincia di Verona ci sono inoltre alcune piccole centrali idroelettriche dimesse la cui riattivazione è in corso di verifica. L'impatto ambientale degli impianti è legato alla trasformazione del territorio e alla derivazione o captazione di risorse idriche da corpi idrici superficiali. Il deflusso minimo vitale costituisce un elemento di valutazione notevole per la stima della effettiva incidenza che hanno le derivazioni sui corpi idrici assoggettati. L'impatto ambientale degli impianti idraulici è ben diverso e varia in misura notevole a seconda che si tratti di impianti a bacino o meno. Fermo restando la presenza di notevoli opere di captazione e contenimento, e la stessa esistenza del bacino, che mutano il paesaggio e la fruibilità del territorio, esistono due aspetti che sono strettamente collegati con il prelievo di acque superficiali e che possono generare impatti notevoli di due diversi ordini: l'impatto relativo alla variazione (diminuzione) della quantità dell'acqua, con possibili conseguenze conflittuali per gli utilizzatori e l'impatto relativo alla variazione di qualità dell'acqua in conseguenza di variazioni di quantità ed anche in conseguenza di modificazioni della vegetazione riparia.

Altre energie

Federica Savio, ARPAV - Direttore AV - ufficiostampa@arpa.veneto.it

L'esaurimento delle risorse naturali e l'incremento della produzione di sostanze inquinanti riguarda tutto il pianeta. Oltre alla ricerca di fonti di energia rinnovabile, molti studiosi si schierano a favore dell'utilizzo dell'energia nucleare, ritenuta a basso tasso di inquinamento e più economica di altre fonti.

Renato Angelo Ricci, presidente onorario della Società Italiana di Fisica, già commissario straordinario dell'ANPA, e professore emerito all'Università di Padova, da anni sostiene l'utilizzo dell'energia nucleare, sentiamo la sua opinione...

Qual'è la situazione del consumo dell'energia in Italia? L'energia primaria necessaria al nostro Paese per mobilità, riscaldamento ed energia elettrica è in continua crescita (187 Mtep nel 2002 rispetto a 160 del 1990). Il bilancio energetico complessivo dell'Italia dipende dall'importazione di fonti energetiche per l'82% del fabbisogno, con un esborso annuo che nel 2003 ha superato i 30 miliardi di euro. Il fabbisogno nazionale è coperto per il 65% dagli idrocarburi, vale a dire petrolio e gas naturale. La situazione è ancora più grave nel sistema elettrico, dove la dipendenza dall'estero raggiunge l'84% e la dipendenza dagli idrocarburi l'80%. Alla luce delle tendenze recenti del prezzo del barile, la situazione è ormai tale da condizionare pesantemente la capacità dell'Italia di competere sui mercati internazionali. Tanto per citare alcuni esempi, l'energia elettrica prodotta in Italia, in massima parte utilizzando petrolio e gas naturale, costa il 60% più della media europea, due volte quella prodotta in Francia e tre volte quella prodotta in Svezia. Sul piano ambientale l'abnorme ricorso a combustibili fossili pone all'Italia rilevanti problemi di

salvaguardia dell'ambiente e, tralasciando i rischi di disastro ambientale associati alla circolazione delle petroliere che alimentano il nostro sistema energetico, rende di fatto irraggiungibili gli obiettivi di Kyoto. Secondo il Ministero dell'Ambiente, l'attuazione del protocollo di Kyoto costerebbe all'Italia 360 dollari per abitante contro i 5 della Germania che ha il 33% di energia nucleare e i 3 della Francia che ha il 78% di nucleare.

Il nucleare fa paura sia per le conseguenze di eventuali atti terroristici sia per gli incidenti, si tratta di timori infondati? Se si introducono termini politici come l'accettabilità, il catastrofismo sulla gestione delle scorie, le campagne antinucleari e il timore di riaprire l'opzione nucleare, il discorso diventa "culturale". Non si vede perché non si debba, almeno sul piano della ricerca e della cooperazione a livello internazionale ed europeo, prevedere programmi relativi all'innovazione e alla progettazione di reattori nucleari avanzati. In Italia si sono fatti studi e progetti ad esempio da parte dell'Università di Roma e del Politecnico di Torino e dell'Ansaldo. Con un'iniziativa avviata nel 2000 dieci paesi hanno formato "Generation IV International Forum" per sviluppare i sistemi nucleari di futura generazione che saranno operativi fra 15-20 anni, in sostituzione di quelli attuali, in grado di assicurare un più elevato livello di sicurezza a prova di attentati terroristici, la massima riduzione di residui radioattivi, un maggiore sfruttamento delle risorse minerarie di materiali fissili e fertili, capacità di produrre idrogeno con processi termochimici di scissione dell'acqua senza passare attraverso l'energia elettrica. L'Italia non può essere assente da

queste iniziative. Infine la produzione nel mondo di energia nucleare dopo Chernobyl non ha subito, come si dice, un arresto, dai 249.688 Mwe alla fine del 1985 si è passati ai 398.661 Mwe alla fine del 2002, con un incremento del 44% e nuove centrali sono in costruzione in Giappone, Corea, Cina, Russia e Finlandia. Del resto il fatto che la durata di vita di centrali nucleari occidentali, in particolare negli USA, sia stata prolungata dai 30 ai 50-60 anni rinvia la loro dismissione e costituisce un forte atout economico competitivo alla costruzione di nuovi impianti. L'Italia del resto, a dispetto dell'uscita "politica" dalla produzione di energia nucleare è tra i paesi europei che utilizzano l'energia elettronucleare in modo consistente: circa il 20% del fabbisogno elettrico nazionale proviene dalle centrali nucleari di Francia, Svizzera e Slovenia. In conclusione la mancanza di decisioni o almeno di orientamenti sia pure ragionati e non ultimativi, rende sempre più irrazionale la reazione della gente, non sufficientemente e consapevolmente informata anzi disinformata e addirittura spaventata più a torto che a ragione, si veda Scanzano ma anche per un altro verso Acerra sulla questione dei rifiuti e l'ostracismo agli inceneritori. La questione è seria, se si continua a tergiversare o a rimandare finirà davvero per essere troppo tardi e i costi li pagherà tutto il Paese. L'intervento recente del Presidente del Consiglio per un ripensamento all'opzione nucleare nell'ambito di una strategia energetica moderna ed efficace che non escluda nessuna fonte utilizzabile, è quanto mai benvenuto.

Per contattare il prof. Renato Angelo Ricci
arricci@lnl.infn.it

Glossario

Giampaolo Fusato, ARPAV - Responsabile Ufficio Energia - Dipartimento di Verona - gfusato@arpa.veneto.it

Anemometro: strumento per misurare intensità e direzione del vento.

Biogas: gas generato dalla fermentazione anaerobica dei rifiuti in discarica o in appositi impianti, composto per circa la metà da metano e per il resto da azoto, anidride carbonica e vapore d'acqua.

Biomasse: tutto ciò che ha matrice organica escludendo le plastiche e i materiali fossili.

Centrale Termoelettrica: Impianto per la produzione di energia elettrica che utilizza come fonte primaria un combustibile fossile.

Certificati Verdi: certificazione di produzione che il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN) emette a favore dei produttori di energia rinnovabile per definire la quantità di energia rinnovabile prodotta da ciascun impianto.

Ciclo Combinato: impianto per produzione di energia elettrica costituito da una o più turbine a gas accoppiate a un ciclo a vapore a recupero.

Dispacciamento: attività diretta ad impartire

disposizioni per l'utilizzazione e l'esercizio coordinati degli impianti di produzione, della rete di trasmissione nazionale e dei servizi ausiliari.

Fonti Rinnovabili: sole, vento, risorse idriche, risorse geotermiche, maree, moto ondoso e trasformazione in energia elettrica di prodotti vegetali o di rifiuti organici e inorganici.

Fotovoltaico: effetto fisico che consente di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica.

Gas Naturale: Il gas naturale è una miscela di sostanze chimiche dette idrocarburi che generalmente si trovano allo stato gassoso. E' costituito in massima parte da metano e, per il resto, da piccole quantità di etano, propano, butano, pentano, ecc.

Generatore Eolico: Apparecchio in grado di convertire l'energia cinetica del vento in energia elettrica. E' costituito da un rotore a cui sono collegate le pale (due o tre) accoppiato ad un generatore elettrico. Il tutto

e sostenuto da un palo o traliccio.

GRTN (Gestore della rete di trasmissione nazionale): società per azioni cui sono attribuite in concessione le attività di trasmissione e dispacciamento e la gestione unificata della rete di trasmissione nazionale.

Mini centrali idroelettriche: centrali idroelettriche di potenza nominale uguale od inferiore a 3 MWe.

P.C.I.: potere calorifico inferiore è la quantità di energia termica che si sviluppa dalla combustione di 1 kg di materia.

Rete di trasmissione nazionale: complesso delle stazioni di trasformazione e delle linee elettriche di trasmissione ad altissima ed alta tensione sul territorio nazionale gestite unitariamente;

Solare Fotovoltaico: processo di produzione di energia elettrica basato sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori di produrre energia se colpiti da radiazione solare.

Solare Termico: processo di produzione di calore mediante l'utilizzo di energia solare.

Rassegna normativa

Legge Regionale n° 25 del 27/12/2000

Norme per la pianificazione energetica regionale, l'incentivazione del risparmio energetico e lo sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

Legge ordinaria del Parlamento n° 9 del 09/01/1991

Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali.

Legge ordinaria del Parlamento n° 10 del 09/01/1991

Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

D.Lgs. Governo n° 79 del 16/03/1999

Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica.

Legge n° 239 del 23/08/2004

Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in

materia di energia.

Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n.387

Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

DIRETTIVA 2001/77/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001 sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità