

PIANO ENERGETICO
DELLA REGIONE ABRUZZO



CAPITOLO 2

***POTENZIALITÀ DELLE FONTI ENERGETICHE
RINNOVABILI E
DELLE NUOVE TECNOLOGIE ALL'IDROGENO***

INDICE

| | |
|---|----|
| Indice | 2 |
| Introduzione | 5 |
| 1 Energia Solare | 8 |
| 1.1 Introduzione..... | 9 |
| 1.2 Caratterizzazione della fonte | 10 |
| 1.3 Producibilità del fotovoltaico | 20 |
| 1.4 Il solare termico | 20 |
| 1.5 Solare Fotovoltaico | 21 |
| 2 Energia Eolica | 25 |
| 2.1 Introduzione..... | 26 |
| 2.2 Aspetti economici dell'energia eolica..... | 26 |
| 2.3 Linee guida sull'utilizzo dell'energia eolica nella Regione Abruzzo | 27 |
| 3 Energia Idroelettrica | 31 |
| 3.1 Introduzione..... | 32 |
| 3.2 Provincia di L'Aquila..... | 33 |
| 3.2.1 I bacini idrografici..... | 33 |
| 3.2.1.1 Il bacino idrografico del fiume Aterno-Pescara..... | 33 |
| 3.2.1.2 Bacino idrografico del fiume Vomano | 35 |
| 3.2.1.3 Bacino del fiume Sangro..... | 36 |
| 3.2.1.4 Bacino del fiume Tevere..... | 38 |
| 3.2.1.5 Bacino del fiume Liri..... | 39 |
| 3.2.1.6 Bacino idrografico del lago di Barrea..... | 40 |
| 3.2.1.7 Bacino del lago di Campotosto | 41 |
| 3.2.1.8 Bacino idrografico del lago di Scanno | 42 |
| 3.2.2 Dighe presenti nel territorio della provincia dell'Aquila | 43 |
| 3.3 Provincia di Chieti | 46 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.3.1 | I bacini idrografici..... | 46 |
| 3.3.1.1 | Bacino idrografico del fiume Sangro | 46 |
| 3.3.1.2 | Bacino idrografico del fiume Aventino..... | 47 |
| 3.3.1.3 | Bacino idrografico del fiume Pescara..... | 48 |
| 3.3.1.4 | Bacino idrografico del fiume Trigno..... | 49 |
| 3.3.1.5 | Bacino idrografico del fiume Alento..... | 50 |
| 3.3.1.6 | Bacino idrografico del fiume Foro..... | 51 |
| 3.3.1.7 | Bacino idrografico del fiume Osento..... | 52 |
| 3.3.1.8 | Bacino idrografico del fiume Sinello..... | 53 |
| 3.3.1.9 | Bacino idrografico del fiume Feltrino..... | 54 |
| 3.3.1.10 | Bacino idrografico del fiume Moro..... | 55 |
| 3.3.1.11 | Bacino idrografico del fiume Sente..... | 56 |
| 3.3.1.12 | Bacino idrografico del fiume Treste..... | 56 |
| 3.3.1.13 | Bacino idrografico del fiume Venna..... | 56 |
| 3.3.1.14 | Bacino idrografico del fiume Verde..... | 56 |
| 3.3.1.15 | Bacino idrografico del fiume Arielli..... | 56 |
| 3.3.1.16 | Bacino idrografico del fiume Avello..... | 56 |
| 3.4 | Provincia di Pescara..... | 57 |
| 3.4.1 | I bacini idrografici..... | 58 |
| 3.4.1.1 | Il bacino idrografico dei fiumi Tavo, Fino e Saline..... | 58 |
| 3.4.1.2 | Bacino idrografico del fiume Pescara..... | 59 |
| 3.5 | Provincia di Teramo..... | 61 |
| 3.5.1 | I bacini idrografici..... | 61 |
| 3.5.1.1 | Il bacino idrografico del fiume Vibrata..... | 61 |
| 3.5.1.2 | Il bacino idrografico del fiume Salinello..... | 62 |
| 3.5.1.3 | Bacino idrografico del fiume Tordino..... | 63 |
| 3.5.1.4 | Bacino idrografico del fiume Vomano..... | 64 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.5.1.5 | Bacino idrografico del fiume Piomba..... | 65 |
| 4.2 | La potenzialità del territorio regionale..... | 66 |
| 4 | Energia Geotermica | 68 |
| 4.1 | La fonte geotermica e sue utilizzazioni..... | 69 |
| 5.1.1 | Redditività della risorsa geotermica..... | 70 |
| 4.2 | Potenzialità geotermiche | 71 |
| 5 | Biomasse | 75 |
| 5.1 | Introduzione..... | 76 |
| 5.2 | Settori agricolo e forestale..... | 77 |
| 5.2.1 | Stima della disponibilità | 77 |
| 5.2.2 | Residui agricoli | 78 |
| 5.3 | Potenzialità di biomassa da colture dedicate | 86 |
| 5.4 | Potenzialità di recupero energetico dalla parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui ai sensi del D.Lgs. 387/03 art. 2..... | 88 |
| 6 | Il vettore idrogeno | 90 |
| 6.1 | Il ruolo della Regione Abruzzo..... | 91 |

INTRODUZIONE

Riferimenti sovranazionali

Il Libro Bianco per la Valorizzazione delle Fonti Rinnovabili risulta essere ancor oggi il documento di riferimento per azioni di programmazione verso la pianificazione energetica del territorio.

Nato successivamente all'adozione delle linee guida per tener fede agli impegni assunti a Kyoto, la delibera CIPE n. 137 del 19 novembre 1998 individua le azioni che porteranno al raggiungimento degli obiettivi finali (2008-2012) ed intermedi (2003-2006) che prevedono la riduzione delle emissioni di CO₂ di circa 20 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio.

In questo documento viene proposto che le azioni siano espresse nei settori delle fonti rinnovabili, aumentando l'energia prodotta nel 1997 (11,7 Mtep) a 20,3 Mtep. Gli incrementi ivi previsti e separati per l'energia elettrica e quella termica, sono riportati nella Tabella 2.1 e nella Tabella 2.2.

| FONTE | 1995 | | 2010 | |
|-------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| | Potenza installata (MW) | Energia (Mtep) | Potenza installata (MW) | Energia (Mtep) |
| Biomasse + RSU | 280 | 0,200 | 3.000 | 4,000 |
| Fotovoltaica | 16 | 0,003 | 300 | 0,075 |
| Eolica | 120 | 0,025 | 2.500 | 1,000 |
| Geotermica | 560 | 0,850 | 800 | 1,300 |
| Idraulica (grandi dimensioni) | 14.000 | 7,400 | 15.000 | 8,000 |
| Idraulica (mini e micro) | 2.200 | 1,800 | 3.000 | 2,500 |
| TOTALE | 17.176 | 10,3 | 24.600 | 16,9 |

Tabella 2.1: Penetrazione delle fonti rinnovabili per la conversione in energia elettrica

| FONTE | 1995 | 2010 |
|----------------|-----------------------|-----------------------|
| | <i>Energia (Mtep)</i> | <i>Energia (Mtep)</i> |
| Biomasse + RSU | 1.300 | 2.900 |
| Solare termico | 0.010 | 0.230 |
| Geotermica | 0.210 | 0.400 |
| TOTALE | 1.5 | 3.5 |

Tabella 2.2: Penetrazione delle fonti rinnovabili per la conversione in energia termica

Gli incrementi maggiormente consistenti riguardano le fonti Biomasse, Eolica e Fotovoltaica, ma solo per la prima di queste il dato è riferito ad una quota di energia significativa.

Sostanzialmente stabile è l'utilizzo della fonte idraulica di grandi dimensioni che si riferisce già ad uno sfruttamento intensivo. Risulta in crescita l'idraulica di piccole dimensioni (sino a 10 MW).

1 ENERGIA SOLARE

1.1 INTRODUZIONE

La fonte energetica solare può essere considerata la “capostipite” di tutte le fonti rinnovabili, con eccezione della geotermica. Essa, infatti, determina lo spostamento di masse di aria nell’atmosfera (fonte eolica), il flusso di acqua (vapore e liquido) dalla crosta terrestre verso l’atmosfera e viceversa (fonte idraulica), la crescita di materiale biologico (biomasse).

L’energia solare giunge sulla terra secondo il meccanismo di propagazione per irraggiamento, presentando un ampio spettro nel campo delle lunghezze d’onda, ma concentrata nell’ambito delle radiazioni infrarossa, visibile ed ultravioletta.

La potenza incidente su una superficie unitaria, ortogonale alla radiazione, posta ai limiti dell’atmosfera, è pari a 1.395 W (costante solare). La potenza media incidente sulla superficie terrestre risulta decisamente inferiore alla costante solare, per effetto dell’assorbimento da parte dell’atmosfera, della copertura nuvolosa, dell’alternanza delle stagioni e del dì e della notte, della pratica impossibilità di tenere la superficie sempre ortogonale alla radiazione solare.

L’energia solare può essere direttamente utilizzata secondo due tecnologie:

- Conversione fotovoltaica;
- Conversione termica.

Nella prima è sfruttata la proprietà di alcuni elementi semiconduttori (silicio, ecc.) di generare una differenza di potenziale quando investiti dalla radiazione solare. L’energia viene, così, direttamente convertita in energia elettrica che può essere immagazzinata in accumulatori, convertita in corrente alternata e utilizzata in loco o immessa nella rete di distribuzione.

La seconda forma di sfruttamento prevede il riscaldamento di un fluido in dispositivi esposti alla radiazione solare (collettori) che rendono disponibile la sua entalpia a livelli di temperatura contenuti (100°C – solare termica a bassa temperatura) o tramite concentratori (specchi piani o parabolici) che consentono di raggiungere temperature elevate (centinaia di gradi) con impieghi del fluido anche in impianti motori termici.

Mentre le tecnologie riferite al primo schema (bassa temperatura) hanno raggiunto un livello di maturità tale da rendere i collettori e l’impianto di circolazione del fluido disponibili in piccole taglie e a costi contenuti, il solare termico ad elevata temperatura risulta ancora in fase

di studio e gli impianti caratterizzati da dimensioni elevate e tali da non consentirne l'impiego in piccole utenze.

1.2 CARATTERIZZAZIONE DELLA FONTE

Come accennato in precedenza, dei 1.395 W/m^2 incidenti su una superficie posta nello spazio alla distanza dal sole pari a quella della terra, una frazione decisamente inferiore raggiunge la crosta terrestre.

Una parte dell'energia non raggiunge la superficie terrestre, anche in condizioni di assenza di copertura nuvolosa, a causa della diffusione da parte dell'atmosfera che assorbe, riflette e rifrange i raggi solari.

Parte dell'energia diffusa ricade sulla crosta terrestre, parte è rinviata nello spazio. L'energia che penetra, al netto di quella diffusa e assorbita dai corpi nuvolosi (radiazione diretta), può essere captata in misura diversa in relazione all'inclinazione rispetto alla direzione orizzontale e all'orientamento rispetto al sud, della superficie captante. Poiché il sole si presenta in posizioni rispetto all'orizzonte variabili nel corso della giornata e, per una data ora, in relazione alle stagioni, ciascuna località è caratterizzata da angoli di inclinazione ed orientamento ottimali, associati alla latitudine del sito, che massimizzano l'energia incidente nel corso dell'anno.

Di seguito si riporta un'analisi delle caratteristiche della fonte fotovoltaica per ciascun capoluogo di provincia della Regione Abruzzo (L'Aquila, Chieti, Pescara e Teramo).

Le Figure 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 riportano l'andamento dell'inclinazione (rispetto all'orizzontale) ottimale al variare delle stagioni.

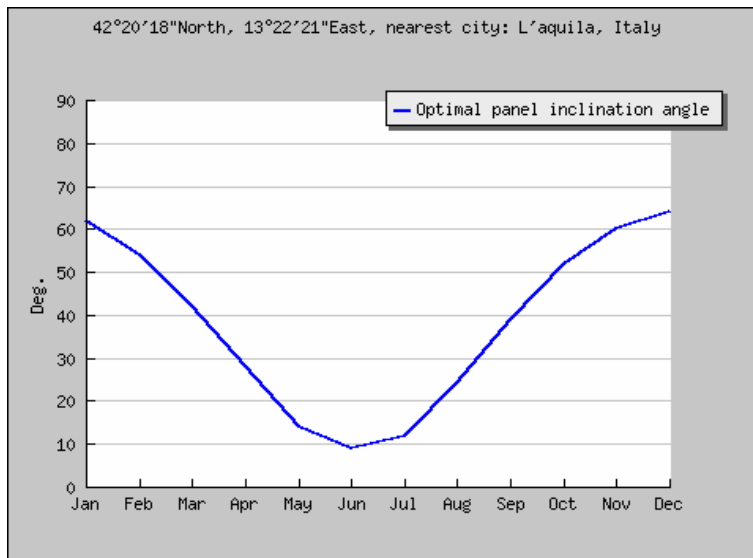


Figura 2.1: Angolo di inclinazione ottimale (rispetto all'orizzontale) per la disposizione delle superfici captanti (L'Aquila)

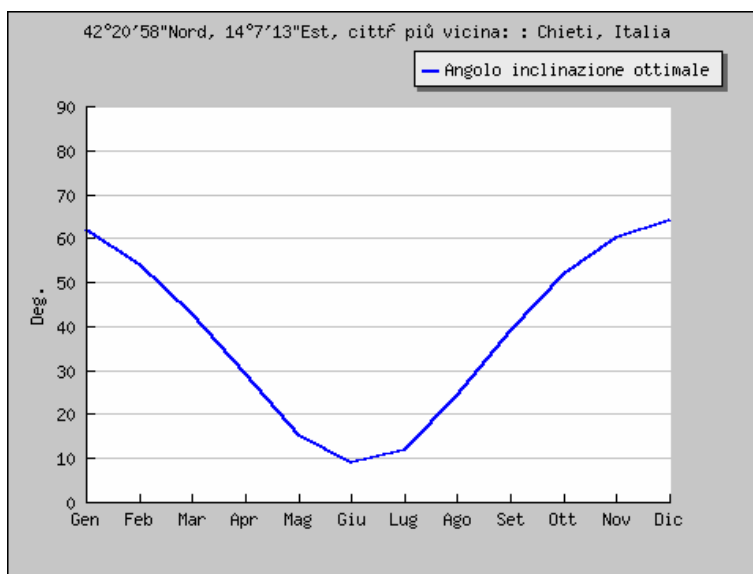


Figura 2.2: Angolo di inclinazione ottimale (rispetto all'orizzontale) per la disposizione delle superfici captanti (Chieti)

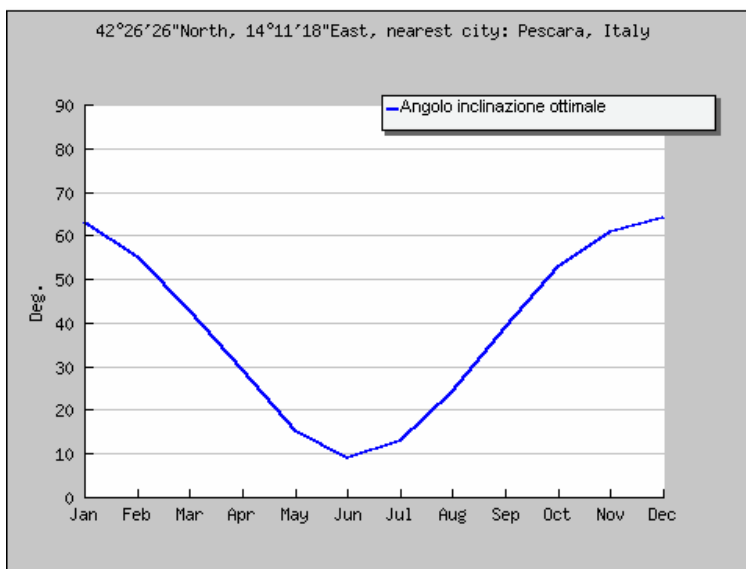


Figura 2.3: Angolo di inclinazione ottimale (rispetto all'orizzontale) per la disposizione delle superfici captanti (Pescara)

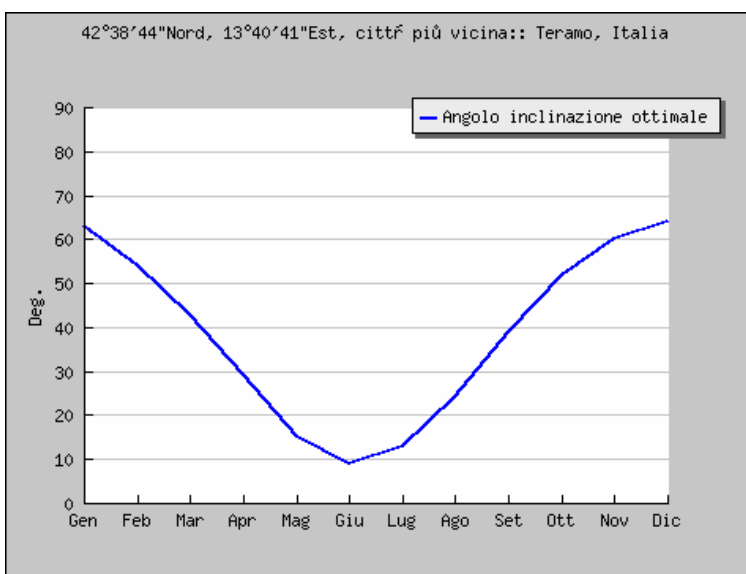


Figura 2.4: Angolo di inclinazione ottimale (rispetto all'orizzontale) per la disposizione delle superfici captanti (Teramo)

In assenza di dispositivi in grado di variare l'inclinazione delle superfici captanti, esse devono

essere disposte con un angolo fisso, che per le province abruzzesi risulta essere mediamente compreso tra i 33° e i 34° .

In corrispondenza del citato angolo fisso, la potenza incidente per unità di area risulta variabile nel corso della giornata e dell'anno.

In un'ipotesi di copertura nuvolosa media per il mese considerato, le figure che seguono mostrano la potenza incidente in un giorno di gennaio e in uno di agosto, suddividendo la radiazione diretta da quella diffusa.

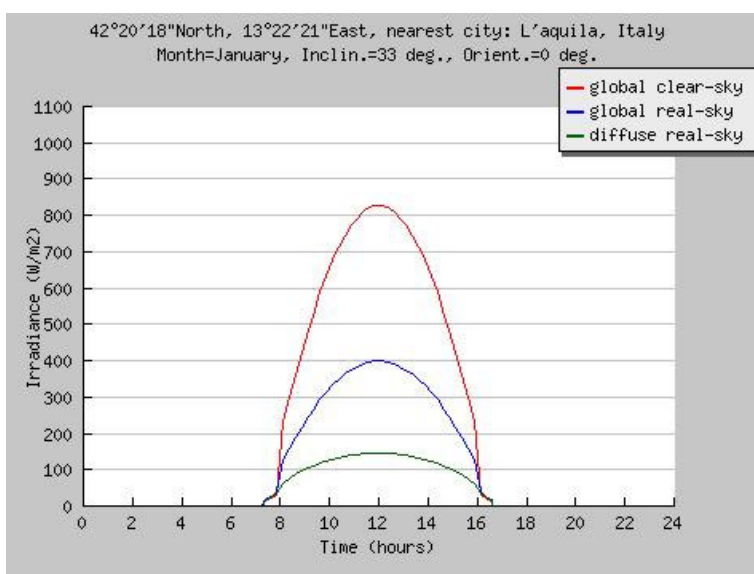


Figura 2.5: Andamento della potenza incidente nel corso della giornata su una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Gennaio, L'Aquila)

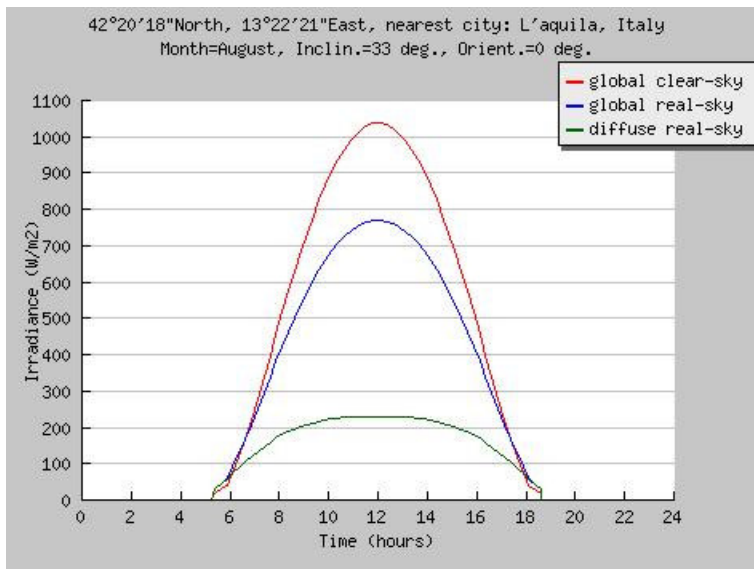


Figura 2.6: Andamento della potenza incidente nel corso della giornata su una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Agosto, L'Aquila)

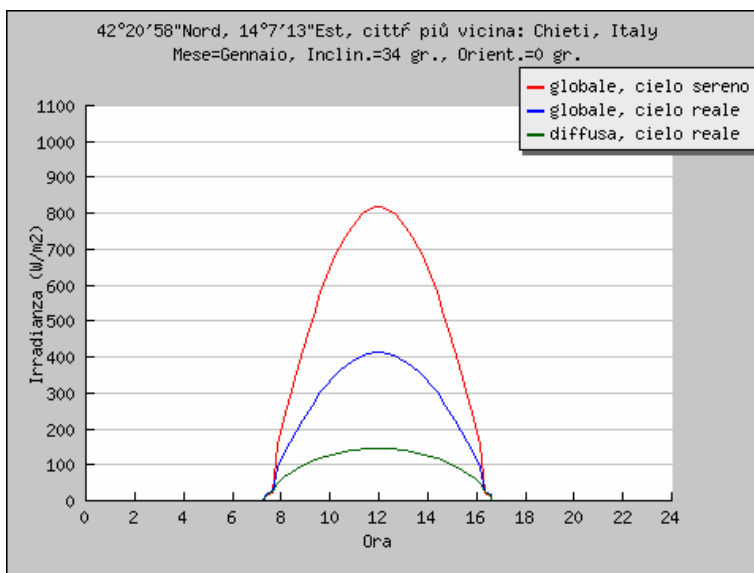


Figura 2.7: Andamento della potenza incidente nel corso della giornata su una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Gennaio, Chieti)

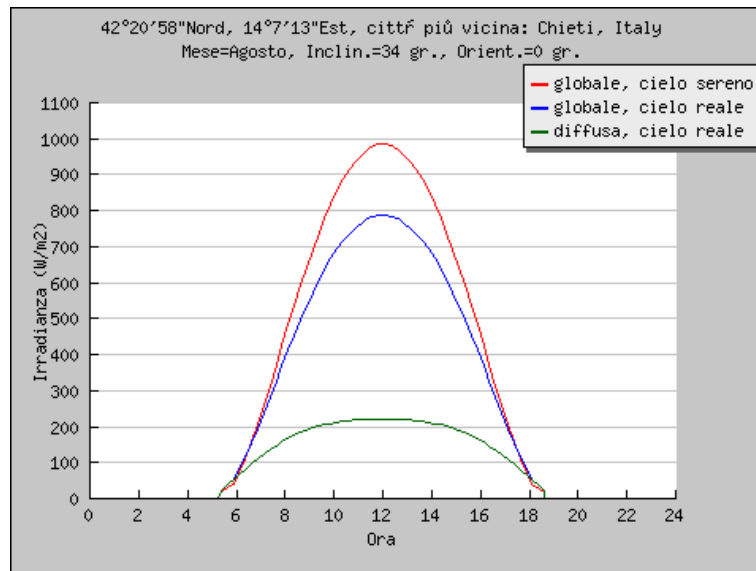


Figura 2.8: Andamento della potenza incidente nel corso della giornata su una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Agosto, Chieti)

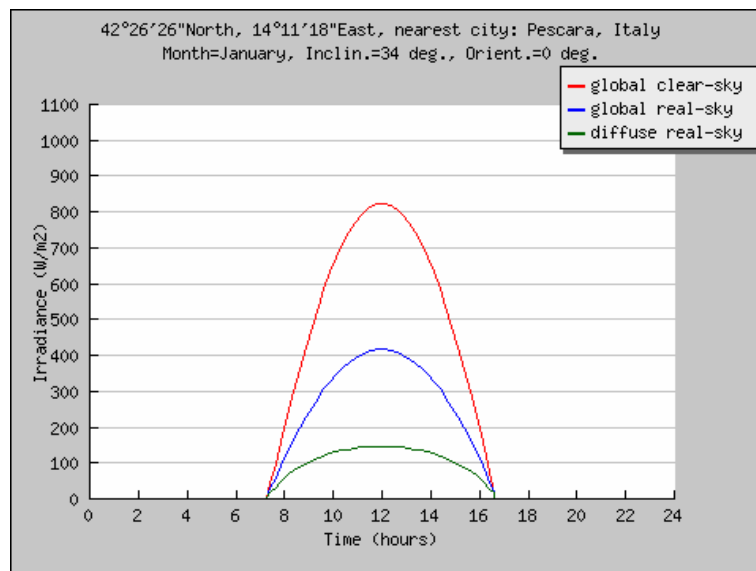


Figura 2.9: Andamento della potenza incidente nel corso della giornata su una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Gennaio, Pescara)

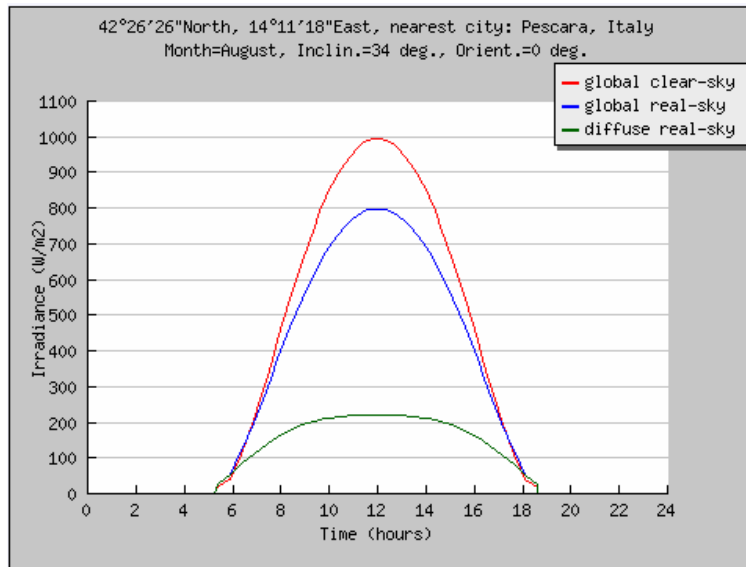


Figura 2.10: Andamento della potenza incidente nel corso della giornata su una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Agosto, Pescara)

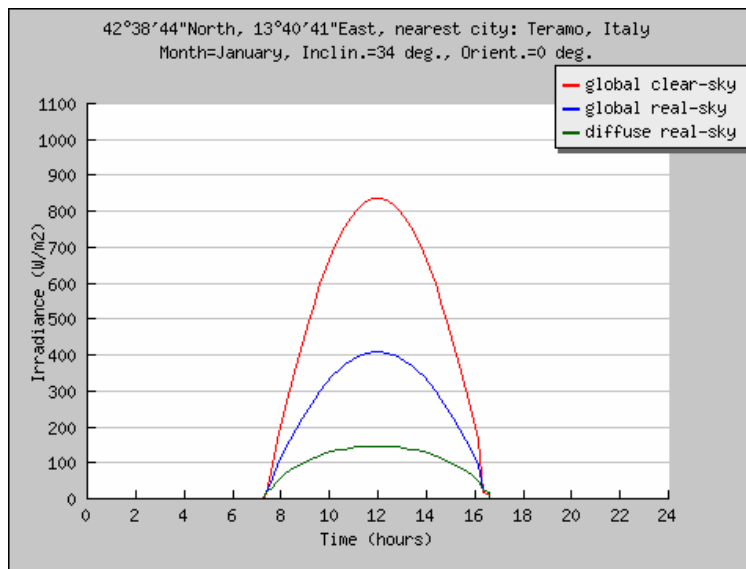


Figura 2.11: Andamento della potenza incidente nel corso della giornata su una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Gennaio, Teramo)

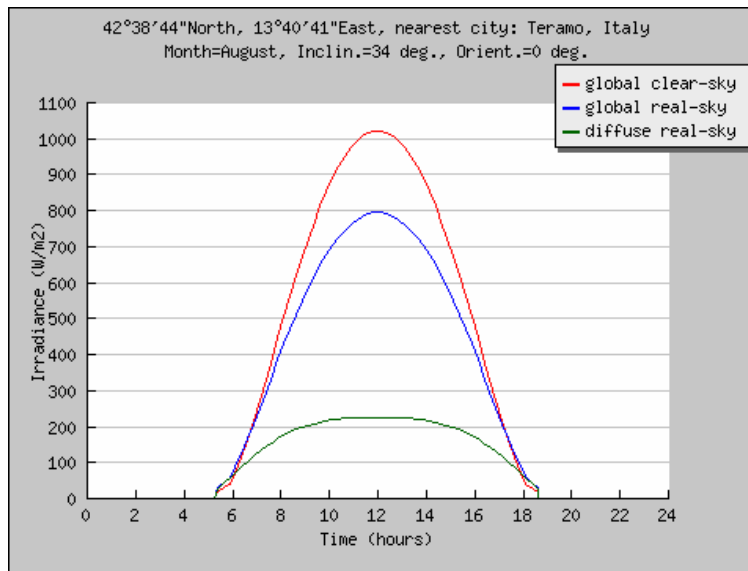


Figura 2.12: Andamento della potenza incidente nel corso della giornata su una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Agosto, Teramo)

Dalle figure si osserva che il valore di picco della potenza incidente, anche in condizioni di assenza di copertura nuvolosa, risulta significativamente inferiore alla costante solare, con particolare riferimento al periodo invernale. L'energia incidente per unità di superficie e per giorno (Irradianza), nelle stesse condizioni di cui alle figure precedenti, è riportata nelle figure seguenti, che ne evidenziano la variabilità nel corso dei mesi.

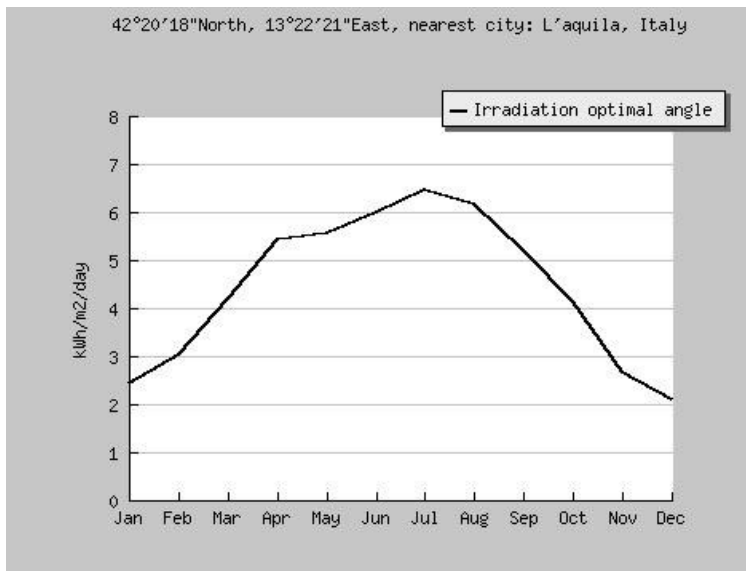


Figura 2.13: Andamento dell'irradianza nel corso dell'anno una superficie inclinata dell'angolo ottimale (L'Aquila)

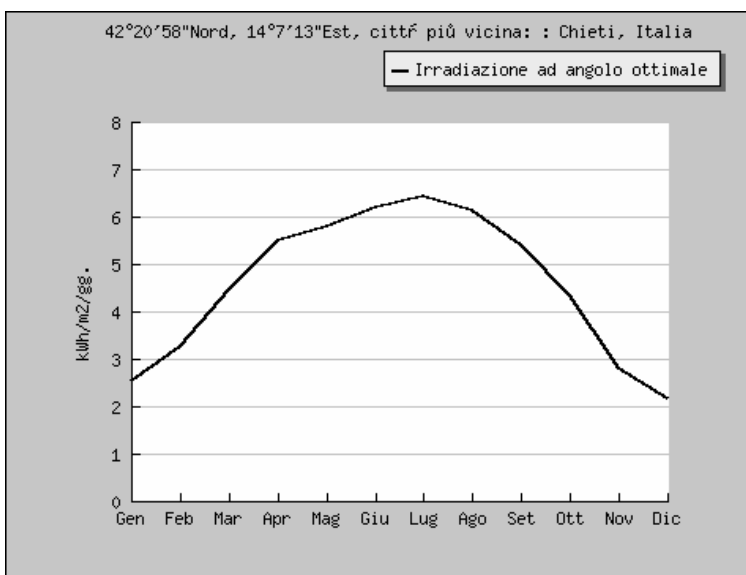


Figura 2.14: Andamento dell'irradianza nel corso dell'anno una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Chieti)

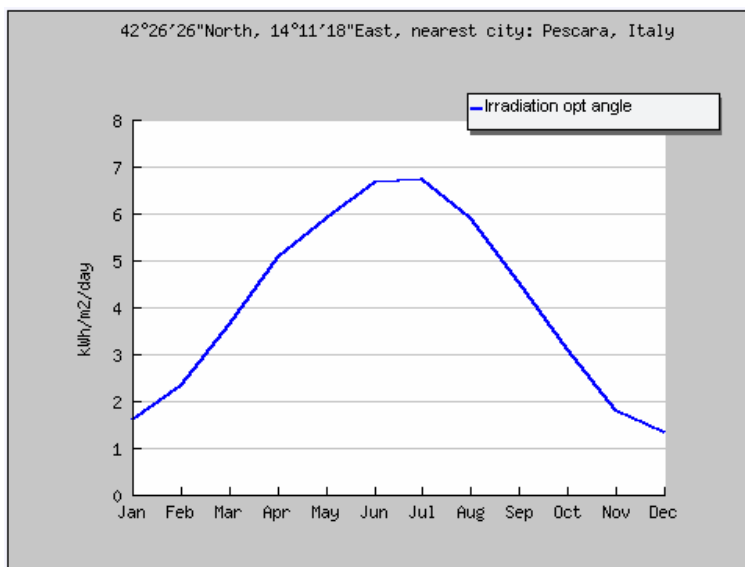


Figura 2.15: Andamento dell'irradianza nel corso dell'anno una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Pescara)

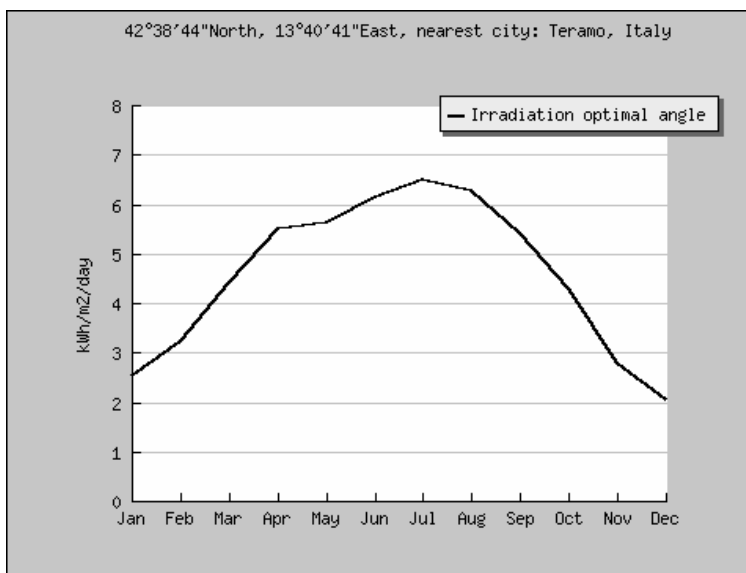


Figura 2.16: Andamento dell'irradianza nel corso dell'anno una superficie inclinata dell'angolo ottimale (Teramo)

1.3 PRODUCIBILITÀ DEL FOTOVOLTAICO

Con riferimento alla conversione fotovoltaica, considerando un livello di tecnologia dei pannelli allo stato dell'arte (silicio policristallino) con un rendimento pari al 12%, un rendimento dei componenti di completamento dell'impianto (essenzialmente l'inverter per la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata) pari all'85%, essa è caratterizzata da una capacità produttiva annua che, per un impianto da 1 kW di picco, differenziata per localizzazione geografica nelle tre aree territoriali del nostro paese, fornisce i seguenti valori:

- Nord 130 kWh/m²/anno;
- Centro 160 kWh/m²/anno;
- Sud 180 kWh/m²/anno.

Gli oneri associati all'installazione dell'impianto, essenzialmente connessi al costo dei pannelli, impediscono allo stato attuale che l'investimento sia proficuo, presentando dei tempi di ritorno anche superiori alla vita tecnologica del sistema.

Fondamentali risultano, pertanto, gli incentivi proposti sia su base regionale, sia in ambito nazionale.

1.4 IL SOLARE TERMICO

Una stima della situazione in Abruzzo si basa sulla riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente e sulle nuove abitazioni che dovranno, secondo i dati ISTAT, crescere di circa 4600 unità nel quinquennio 2008-2012.

Per le abitazioni nuove i D.Lgs N°192/05 e N°311/06 prescrivono tassativamente la copertura del fabbisogno energetico per la produzione di ACS per una quota di almeno il 50%.

Inoltre, le incentivazioni poste in essere dai vari provvedimenti legislativi (in particolare la finanziaria 2007/2008 che dispone per gli interventi di riqualificazione degli edifici esistenti sgravi fiscali pari al 55% dei costi ammissibili) inducono a ritenere che almeno il 20% dei circa 335.000 alloggi che formano il parco edilizio esistente, ossia 67.000 abitazioni, possano

dotarsi di impianto solare.

Con questi elementi la situazione risulta essere la seguente:

| | Abitazioni nuove | Abitazioni esistenti (20%) | Totali |
|--|------------------|----------------------------|--------------|
| Solare termico | | | |
| persone per alloggio | 2,8 | | |
| Consumo pro capite di ACS giornaliero, l/d | 75 | | |
| consumo giornaliero per alloggio (l/d) | 210 | | |
| consumo energetico per 12 alloggi (kWh/d) | 87,9 | | |
| area collettori per 12 alloggi (mq) | 16 | | |
| numero alloggi | 4595 | 67034 | |
| area totale (mq) | 6127 | 89379 | 95505 |
| potenza installata MWt | 4,29 | 62,57 | 66,85 |
| frazione solare media annua (%) | 50% | | |
| Risparmio energetico annuo (MWh) | 6145 | 89639 | |
| Risparmio energetico annuo (ktep) | 0,53 | 7,71 | 8,24 |

La proiezione al 2012 porta per la Regione Abruzzo ad una stima ragionevole di 95.000 m² di pannelli solari per i soli interventi nel settore residenziale. Considerando anche il terziario e il settore industriale la cifra precedente potrebbe essere tranquillamente raddoppiata. Aggiungendo ai 200.000 m² (140 MWt) di nuovi pannelli nel quinquennio 2007-2012, circa 25.000 m² di collettori esistenti¹, si otterrebbe uno share rispetto al dato nazionale del 6%.

1.5 SOLARE FOTOVOLTAICO

La potenza di 75 MWp nel quinquennio 2007-2012 stimata come potenzialità per la Regione trova giustificazione alla luce del nuovo conto energia emanato con DM del 19/2/07. Partendo dall'ipotesi di poter coprire con energia fotovoltaica i consumi finali di energia elettrica mediamente nelle seguenti proporzioni annue :

- Industriale: 0,1%
- Terziario: 0,1%
- Residenziale: 100% per l'edilizia nuova e 1% per l'esistente

¹ Il valore è stato stimato considerando un dato pro-capite di 20 m² /1000 abitanti al 2007.

- Agricoltura: 1%

si ottiene una stima al 2012 dell'energia prodotta da fotovoltaico così articolata²:

Settore industriale

| Consumi MWhe | Ore annue h | Potenza MWe | Copertura | Produzione MWhe |
|-----------------|----------------|----------------|-----------|--------------------|
| 3750000 | 5000 | 750 | 0,5% | 18750 |

Settore terziario

| Consumi MWhe | Ore annue h | Potenza MWe | Copertura | Produzione MWhe |
|-----------------|----------------|----------------|-----------|--------------------|
| 1615300 | 2500 | 646 | 0,5% | 8077 |

Settore residenziale

| | Unità | Copertura | Wp/alloggio | MWp |
|-------------------|--------|-----------|-------------|------------|
| Alloggi nuovi | 4594 | 100% | 200 | 0,9 |
| Alloggi esistenti | 335170 | 5,0% | 200 | 3,4 |
| Totale | | | | 4,3 |

Settore agricoltura

| Consumi MWhe | Ore annue h | Potenza MWe | Copertura | Produzione MWhe |
|-----------------|----------------|----------------|-----------|--------------------|
| 78300 | 5000 | 15,7 | 5,0% | 0,78 |

Assumendo come caratteristiche di un modulo fotovoltaico tipo una producibilità espressa in ore equivalenti di 1350 ore/anno³, una potenza di picco di 200 Wp e un'area specifica di 7 m²/kWp si ottengono i seguenti risultati:

² Per le unità abitative di nuova costruzione si prevede di poter installare mediamente 1 modulo fotovoltaico da 200 Wp

³ Dato medio per la Regione Abruzzo

| | Producibilità annua fotovoltaico | | | | | TOTALE |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------|--------------|-------------|------------|--------|
| | Settore | | | | | |
| | Industriale | Terziario | Residenziale | Agricoltura | Produzione | |
| Producibilità fotovoltaico, MWhe/a | 18750 | 8077 | 5765 | 1057 | 67500 | 101149 |
| Risparmi di energia primaria, ktep | 4,1 | 1,8 | 1,3 | 0,2 | 14,9 | 22,3 |
| Potenza, MWp | 13,9 | 6,0 | 4,3 | 0,8 | 50,0 | 75 |
| Area PV, m ² | 97222 | 41878 | 29894 | 5481 | 350000 | 524475 |
| Numero totale di moduli | 69444 | 29913 | 21353 | 3915 | 250000 | 374625 |
| Emissioni evitate, ktCO ₂ | 10,0 | 4,3 | 3,1 | 0,6 | 35,8 | 53,7 |

Il dato finale cumulato di 75 MWp include la possibilità di installare impianti di generazione fotovoltaica nella misura di 50 MWp nel quinquennio 2007-2012⁴. Rispetto alla quota nazionale in 500 MWp al 2010 stimata da EPIA, i 75 MWp al 2012 rappresentano uno share realistico e per certi versi anche prudenziale se si tiene conto:

1. delle nuove tariffe incentivanti riconosciute agli impianti in esercizio ai sensi del richiamato DM 19/2/07 e riportate in tabella:

| Taglia di potenza dell'impianto | Non integrato (€/kWh) | Parzialmente integrato (€/kWh) | Integrato (€/kWh) |
|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|
| 1 kW ≤ P ≤ 3 kW | 0,40 | 0,44 | 0,49 |
| 3 kW < P ≤ 20 kW | 0,38 | 0,42 | 0,46 |
| P > 20 kW | 0,36 | 0,40 | 0,44 |

2. che è stato eliminato il precedente vincolo di 1 MWp per la taglia dell'impianto;
3. che le suddette tariffe sono incrementate del 5% nei seguenti casi, non cumulabili fra di loro:
 - impianti maggiori di 3 kW di potenza non integrati architettonicamente, i cui soggetti responsabili impiegano l'energia elettrica prodotta in modo tale da conseguire il titolo di autoproduttori (ai sensi dell'art. 2, comma 2 del D. Lgs. n. 79/99 e successive

⁴ La stima relativa agli impianti a terra non tiene conto della reale possibilità di ritiro dell'energia prodotta da parte del gestore della rete pubblica

modifiche e integrazioni);

- impianti i cui soggetti responsabili sono scuole pubbliche o paritarie di qualunque ordine e grado o strutture sanitarie pubbliche;
- impianti integrati (integrazione “totale” ai sensi dell’articolo 2, comma 1, lettera b3) del DM 19/2/07 in sostituzione di coperture in eternit o comunque contenenti amianto realizzati in superfici esterne degli involucri di:
 - edifici,
 - fabbricati,
 - strutture edilizie di destinazione agricola;
- impianti i cui soggetti sono Comuni con popolazione inferiore ai 5.000 abitanti in base all’ultimo censimento ISTAT (incluse Municipalità e Circoscrizioni, sempre che abbiano una loro autonomia e siano sotto i 5000 abitanti).

4. Per gli impianti fotovoltaici operanti in regime di scambio sul posto e che alimentano, anche parzialmente, utenze ubicate all’interno o asservite a unità immobiliari di edifici, è prevista l’applicazione di un premio aggiuntivo abbinato all’esecuzione di interventi che conseguono una riduzione del fabbisogno energetico degli edifici.

Tale premio consiste in una maggiorazione percentuale della tariffa pari alla metà della percentuale di riduzione del fabbisogno di energia conseguita e certificata. In tutti i casi, compresa la reiterazione di interventi che conseguono ulteriori riduzioni del fabbisogno di energia, il premio non può superare la percentuale del 30% della tariffa riconosciuta alla data di entrata in esercizio degli impianti.



2 ENERGIA EOLICA

2.1 INTRODUZIONE

La più importante forma di impiego dell'energia eolica è quella relativa alla produzione di energia elettrica. L'energia elettrica può essere utilizzata attraverso due grandi categorie di impianto: impianti per utenze isolate e impianti concepiti per essere allacciati a reti elettriche già esistenti.

Un primo tipo di impianto è quello per la produzione di energia elettrica "di servizio" fornita da piccoli aerogeneratori di potenza inferiore a 1 kW (rotore di 1-2 m.) per l'alimentazione di apparecchiature poste in luoghi isolati, come ripetitori radio, rilevatori, impianti di segnalazione, ecc...; questi utilizzi sono spesso concorrenziali o integrativi ai sistemi fotovoltaici.

Esiste, poi, una produzione di elettricità per l'alimentazione di case sparse o insediamenti isolati non allacciati alla rete. Tali impianti sono costituiti da aerogeneratori di piccola taglia (3-20 kW) e un sistema di accumulo (batteria) dell'energia prodotta nei momenti di vento favorevole. Queste applicazioni hanno diffusione limitata nei paesi industrializzati, ma potrebbero avere prospettive interessanti nei paesi in via di sviluppo con elevata ventosità.

Gli impianti eolici connessi alla rete si distinguono tra la produzione di elettricità per l'alimentazione di piccole reti e quella fornita da centrali collegate alla rete nazionale. L'applicazione di maggior interesse per l'eolico è comunque l'alimentazione delle grandi reti nazionali; per questo scopo sono utilizzate macchine di taglia medio-grande installate singolarmente o in gruppi di unità (centrali anemoelettriche o wind farms o fattorie eoliche) con potenze totali dell'ordine di alcuni MW o di alcune decine di MW.

2.2 ASPETTI ECONOMICI DELL'ENERGIA EOLICA

L'energia eolica è, tra le fonti rinnovabili, quella tecnologicamente più matura e più vicina alla competitività economica. In 15 anni, infatti, il costo del kWh eolico è diminuito del 70% e, secondo stime dell'EWEA (European Wind Energy Association), una produzione su larga scala degli aerogeneratori, potrebbe consentire, nei prossimi anni, un'ulteriore riduzione di almeno il 25%. Perfino un'organizzazione internazionale come l'IEA (International Energy

Agency) ritiene che l'eolico possa, nel breve periodo (entro il 2010), essere pienamente competitivo con le fonti energetiche convenzionali (combustibili fossili e nucleare), senza nemmeno usufruire, a proprio vantaggio, della contabilizzazione dei costi esterni o sociali. Il costo dell'unità di energia prodotta da impianti eolici è frutto di un calcolo piuttosto complesso. In linea generale, la sua valutazione deve tenere conto di diversi fattori: in primo luogo, dell'investimento iniziale dell'impianto, sul quale incide per il 60-70% il costo delle macchine; inoltre, occorre considerare la vita utile dell'impianto ed il relativo ammortamento (circa 20 anni), i tassi di finanziamento, i costi di esercizio e di manutenzione (1-3% dell'investimento), l'energia globale prodotta su base annua, quest'ultima funzione sia delle prestazioni delle macchine, sia delle caratteristiche di ventosità del sito.

2.3 LINEE GUIDA SULL'UTILIZZO DELL'ENERGIA EOLICA NELLA REGIONE ABRUZZO

La Regione Abruzzo ha approvato con D.G.R. n. 754 del 30 Luglio 2007 le Linee guida che disciplinino l'inserimento di impianti industriali per la produzione di energia dal vento all'interno del territorio regionale redatte in collaborazione con l'Università Chieti-Pescara, Facoltà di Architettura - PRICOS, ai sensi dell'art. 12 comma 10 del D.Lgs 387/03 e che forniscano direttive per la Valutazione dell'Impatto Ambientale proveniente da tali impianti.

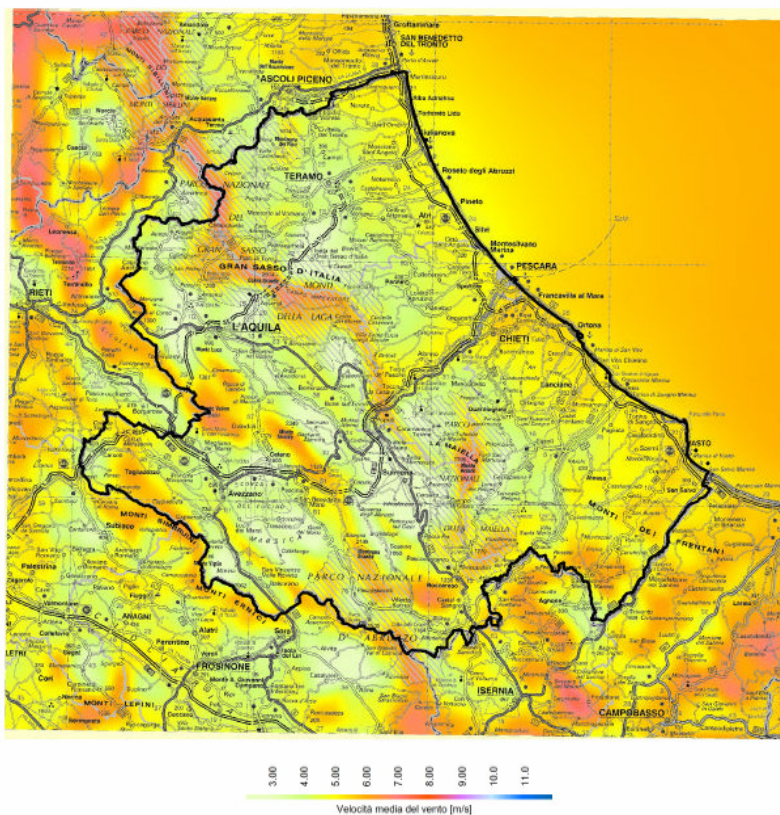


Figura 2.17 Mappa della Regione Abruzzo con riportate la velocità medie annue dei venti ad un'altezza di 100 m dal suolo.

Di seguito viene riportata una brevissima sintesi di tali linee guida. Per gli approfondimenti si rimanda alla consultazione delle linee guida sul portale della Regione Abruzzo al seguente indirizzo web:

<http://www.regione.abruzzo.it/xAmbiente/index.asp?modello=lineeGuiParcEol&servizio=xList&stileDiv=monoLeft&template=intIndex&b=lineeGui1>.

Dal quadro generale tracciato finora emergono alcuni aspetti salienti:

- Il territorio abruzzese è oggetto di forti attenzioni da parte di investitori del settore energetico: tale aspetto è positivo in quanto garantisce un sano rapporto di concorrenza progettuale;

- Le aree di maggiore interesse progettuale sembrano coincidere con aree interne a Parchi o in stretta vicinanza a questi ultimi: si è reso necessario individuare le aree che la Regione Abruzzo intende escludere alle installazioni eoliche;
- Esiste una reale possibilità dell'insorgere di aree a forte concentrazione eolica.

Per individuare le aree da escludere dalle installazioni eoliche, è stata condotta un'attenta concertazione con: gli Enti Parco, le Province, gli Uffici Regionali e gli esperti del settore faunistico e floristico, anche mediante collaborazione con associazioni ambientaliste di rilievo. Sono vietati gli impianti eolici:

- all'interno delle Zone A e delle Zone B dei Parchi Nazionali Abruzzesi;
- all'interno delle Riserve Naturali e delle Oasi di Protezione;
- all'interno delle Zone Umide di Interesse Internazionale;
- all'interno delle aree di tutela dell'Orso Bruno Marsicano.

La figura seguente indica le aree sottoposte a tutela e vietate alle installazioni eoliche:

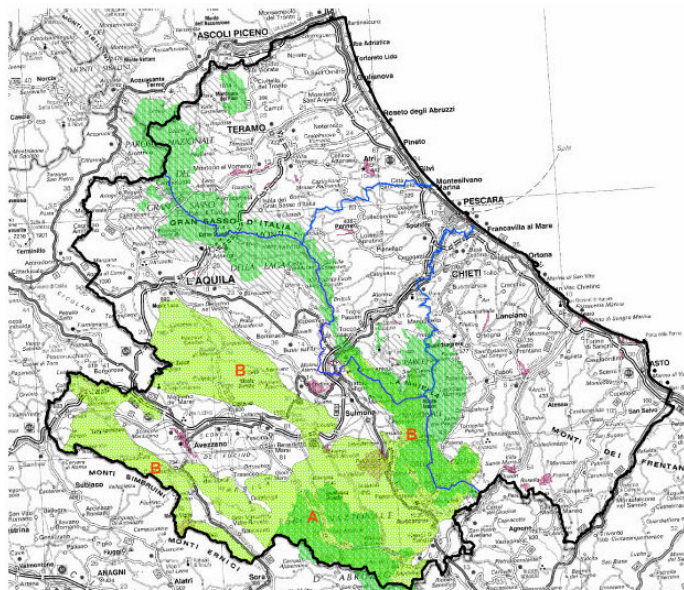


Figura 2.18: Aree vietate alle installazioni eoliche

La figura seguente riporta il quadro presente e futuro degli insediamenti eolici abruzzesi:

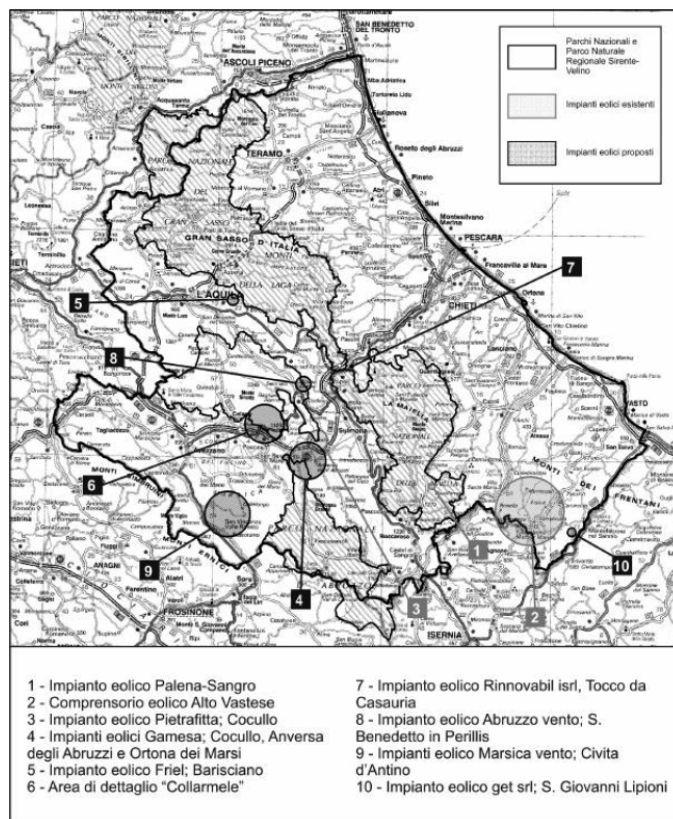


Figura 2.19: Installazioni eoliche attuali e future

3 ENERGIA IDROELETTRICA

3.1 INTRODUZIONE

In Italia, data la favorevole condizione idrogeologica, a partire dagli anni '70 del secolo scorso, si è assistito ad un notevole sviluppo dell'idroelettrico per la produzione nazionale di energia elettrica. Fra le tante regioni italiane, l'Abruzzo si distingue per la notevole presenza sul territorio regionale di impianti idroelettrici.

Questa, infatti, è una regione ricca di acqua che rappresenta una risorsa di particolare interesse, poiché molte sorgenti, scaturendo in aree poco favorevoli al processo antropico, risultano essere ancora integre. Questa preziosa risorsa naturale viene oggi utilizzata prevalentemente per l'approvvigionamento idrico regionale e soprattutto per la produzione di energia elettrica. Nella seguente tabella sono indicate le principali caratteristiche degli impianti idroelettrici presenti nel territorio regionale, suddivise per provincia.

La produzione idroelettrica complessiva al 2005 è di 1.837 GWh; nell'ultimo decennio si è registrato un aumento complessivo di tale valore del 21% circa. La Provincia che presta il maggior contributo alla produzione idroelettrica è quella di Teramo (37% del totale), seguita da quelle di Chieti e L'Aquila che contribuiscono rispettivamente per un 24% e per un 22% del totale; alla Provincia di Pescara compete il rimanente 17% della produzione idroelettrica complessiva.

| | PRODUCIBILITA' DA CONCESSIONE KWh | Potenza Efficiente MW | PRODUZIONE ANNUALE EFFETTIVA GWh | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-----------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | | | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | |
| L'Aquila | 422.000.000 | 201 | 372 | 354 | 297 | 305 | 327 | 347 | 243 | 336 | 428 | 401 | |
| Chieti | 624.000.000 | 95 | 414 | 347 | 337 | 392 | 325 | 300 | 291 | 396 | 477 | 442 | |
| Pescara | 580.000.000 | 64 | 311 | 322 | 321 | 203 | 237 | 303 | 282 | 300 | 299 | 319 | |
| Teramo | 830.000.000 | 559 | 418 | 492 | 420 | 501 | 548 | 442 | 407 | 488 | 601 | 675 | |
| REGIONE | 2.456.000.000 | 919 | 1.515 | 1.515 | 1.375 | 1.401 | 1.437 | 1.392 | 1.223 | 1.520 | 1.805 | 1.837 | |

Tabella 2.3: Potenza ed energia elettrica prodotta nelle centrali idroelettriche abruzzesi

La situazione esistente può essere sintetizzata nel modo seguente:

- 23 impianti idroelettrici per una potenza complessiva installata di 900 MW ed una producibilità di 1800 GWh;
- 12 piccoli impianti di recente realizzazione per una potenza complessiva di 6320 KW.

Al fine di configurare il quadro idrografico della Regione, di seguito è riportata una breve descrizione delle ulteriori potenzialità idrografiche del territorio e dei bacini idrografici di ciascuna Provincia.

3.2 PROVINCIA DI L'AQUILA

3.2.1 I bacini idrografici

3.2.1.1 Il bacino idrografico del fiume Aterno-Pescara

Il bacino imbrifero del fiume Aterno-Pescara copre una superficie complessiva di 3.188 km², compresa per il 75% in provincia di L'Aquila, il 23,5% in provincia di Pescara e l'1,5% in provincia di Chieti.

Il fiume Aterno è il corso d'acqua principale della provincia di L'Aquila e, dopo l'immissione delle sorgenti del Pescara all'altezza di Popoli, il principale della Regione Abruzzo. Da questo punto, fino alla foce nel mare Adriatico, prende il nome di Pescara. La lunghezza totale dalle sorgenti dell'Aterno fino al mare è di 145 km, il fiume Aterno drena direttamente, o indirettamente tramite sorgenti, un bacino comprendente l'alta, la media e la bassa valle aquilana, una parte del massiccio del Gran Sasso, del Velino e del Sirente.

L'Aterno nasce a Nord dell'abitato di Aringo, alimentato dalle omonime sorgenti situate sulle pendici di M. Capo-Cancelli (1.398 m s.l.m.). Perviene al centro dell'Aquila dopo aver attraversato numerosi piccoli centri abitati. Nella piana a Nord della Città di L'Aquila, il fiume Aterno riceve importanti contributi dal fiume Vetoio, e dal torrente Raio; a sud dell'abitato di

Bazzano, situato a circa 10 km ad est di L'Aquila, il fiume riceve, in sinistra idrografica, l'apporto del fiume Raiale. Il fiume Aterno ed i suoi affluenti, dalle sorgenti fino a monte della città di L'Aquila, non hanno significative utilizzazioni se si esclude la irrigazione di limitata importanza. La pratica irrigua si fa più intensa a valle, dove i corsi d'acqua Aterno e Raiale vengono, pur se per limitati periodi estivi, utilizzati intensamente. All'altezza della piana di Molina, il fiume Aterno è rifornito dall'omonimo gruppo di sorgenti. In questo tratto non vi sono altre utilizzazioni tali da produrre riduzioni di portata, ad eccezione di prelievi, per usi potabili, da sorgenti con portata limitata. A valle di Molina, il fiume Aterno scorre ripido ed incassato nelle aspre Gole di San Venanzio fino a raggiungere la piana di Molina e quella di Raiano; nelle gole è situata una traversa per la produzione di energia elettrica ed una presa per la irrigazione della sottostante vallata. Il fiume Aterno a monte dell'abitato di Popoli, circa un chilometro a valle del confine tra le Province di L'Aquila e Pescara, riceve, da destra, il fiume Sagittario, suo principale affluente, che a sua volta riceve le acque dal fiume Gizio e dal fiume Vella. Il fiume Pescara nasce dall'omonima sorgente (Riserva Naturale) poco a monte di Popoli. Nell'abitato di Popoli, il fiume Aterno riceve le acque del Pescara e prende il nome di Pescara. Il fiume Pescara è composto da una rete idrica superficiale molto articolata, alimentata in parte da sorgenti perenni ed in parte dallo scioglimento dei nevai in quota, attraverso una ricca rete di torrenti stagionali. I principali affluenti del Pescara, procedendo da monte verso valle, sono il fiume Tirino, in sinistra idrografica, il fiume Orta e il fiume Lavino, entrambi in destra idrografica, il torrente Cigno, in sinistra idrografica, il fiume Nora in destra idrografica. La foce, sistemata a porto canale, è situata nel centro abitato della città di Pescara. L'intero corso del fiume Pescara e del suo principale affluente, il fiume Tirino, sono interessati da numerose captazioni d'acqua per la produzione di energia elettrica.



Figura 2.20: Area geografica interessata dal bacino dell’Aterno-Pescara

3.2.1.2 Bacino idrografico del fiume Vomano

Il fiume Vomano ha origine nella provincia di L'Aquila in prossimità del Passo delle Capannelle, sulle pendici nord-occidentali del Monte S.Franco, a circa 1.200 metri s.l.m.. Bagna la porzione settentrionale dell'Abruzzo ed il suo percorso di 68 km è quasi completamente compreso nella provincia di Teramo; solo un brevissimo tratto scorre in provincia dell'Aquila. Il suo bacino idrico si estende su una superficie complessiva di 782 km² e confina a sinistra con quello del fiume Tordino.

Nel tratto superiore, il letto del Vomano è scavato entro un solco inciso nelle arenarie mioceniche intercalate a strati di argilla; in quello intermedio entro sponde calcaree e infine nell'ultimo tratto, fino alla foce, il letto si allarga su terreni alluvionali. Il fiume raccoglie il contributo di oltre trenta corpi idrici grandi e piccoli, tra cui i più importanti sono il torrente Rocchetta, il rio Arno ed il fiume Mavone in destra idrografica, il torrente Zingano in sinistra idrografica. Raggiunge infine il mare Adriatico nei pressi di Roseto degli Abruzzi.

Il naturale defluire delle acque è interrotto da tre bacini di captazione a scopo idroelettrico che permettono di trasferire consistenti volumi d'acqua e provocano sensibili variazioni, anche giornaliere, di flusso idrico che rimangono evidenti fino alla foce: la diga di Provvidenza (a 1.060 metri), che costituisce l'omonimo serbatoio, la cui funzione è quella di ricevere le acque di scarico della centrale idroelettrica di Provvidenza, provenienti dal lago di Campotosto; la

diga di Piaganini (a 397 metri), il cui serbatoio ha la funzione di ricevere le acque di scarico della centrale idroelettrica di S. Giacomo; la traversa di derivazione in località Villa Vomano, la cui funzione è fornire acqua per uso irriguo e marginalmente per uso idroelettrico.

Il territorio in cui scorre il fiume Vomano presenta nel primo tratto numerose zone a forte vocazione zootecnica, mentre nei pressi di Montorio diventa assai più consistente la presenza di nuclei abitativi, artigianali ed industriali. Il fiume Mavone, il maggiore affluente del fiume Vomano, nasce nel versante orientale del Corno Grande e durante il suo percorso di 16 km riceve l'apporto di numerose sorgenti che originano dal Gran Sasso d'Italia, tra cui in destra idrografica il torrente Ruzzo.

Il torrente Rocchetta ha piccole dimensioni con una lunghezza di circa 8 km; presenta caratteristiche montane e possiede oltre ad una forte pendenza anche una sostenuta ritenzione idrica causata dalla presenza, nel letto fluiviale, di ciottoli e massi di notevoli dimensioni. Il rio Arno nasce da una sorgente sulle pendici nord-occidentali del Corno Piccolo a 1.524 metri s.l.m.; il suo percorso di soli 12 km è distribuito interamente nel tratto montano ed è caratterizzato da una forte pendenza (circa 10%).



Figura 2.21: Area geografica interessata dal bacino del fiume Vomano

3.2.1.3 Bacino del fiume Sangro

Il fiume Sangro nasce a 1.441 m s.l.m. sulle pendici del monte Turchio, sotto il Passo del Diavolo, nel parco Nazionale d'Abruzzo.

Dopo un percorso di 122 km sfocia nel Mare Adriatico. Il suo bacino imbrifero ricopre una superficie complessiva di 1.545 km², compresa per il 59% nella provincia di Chieti, per il 37% nella provincia dell'Aquila e per il 4% in quella di Isernia.

Inizialmente scorre da NW a SE in gole strette e profonde ed in località Villetta Barrea (AQ) forma il lago artificiale di Barrea. Subito dopo il centro abitato di Alfedena il corso d'acqua attraversa il piano di Castel di Sangro ricevendo le acque del torrente Zittola. Oltrepassata la località Ateleta, nel tratto fino a Quadri (CH), il fiume segna il confine tra le regioni dell'Abruzzo e del Molise. A valle di questo tratto il Sangro si allarga ricevendo i contributi del torrente Parello, in riva orografica sinistra e quelli del rio Verde e dei torrenti Turcano e Gufo in riva orografica destra. Subito a valle, il fiume Sangro subisce un'ulteriore allargamento formando il lago artificiale di Bomba (con capacità di 83 milioni di m³).

Riacquistate le sue caratteristiche originali dopo un percorso di circa 13 km, a valle della località S. Angelo di Altino, avviene la confluenza con il fiume Aventino e successivamente con altri due torrenti: il Gogna e il Pianello. Forma poi l'invaso artificiale di Serranella, creato nel 1981 per scopi irrigui ed industriali e attualmente riserva naturale controllata della Regione Abruzzo. Grazie alla restituzione da parte della centrale idroelettrica di S. Angelo di Altino della maggior parte delle acque che interessano tutto il suo basso corso e in parte dall'assenza di ulteriori prelievi di inerti, il Sangro riacquista un aspetto alquanto naturale, con un andamento meandriforme che manterrà fino alla sua foce sul mare Adriatico.



Figura 2.22: Area geografica interessata dal bacino del Sangro

3.2.1.4 *Bacino del fiume Tevere*

In questo bacino, marginalmente appartenente alla provincia di L'Aquila, sono di interesse due corsi d'acqua, il fiume Imele ed il fiume Turano.

Il fiume Imele appartiene al bacino idrografico del fiume Tevere e nasce a monte di Tagliacozzo, a circa 920 m s.l.m.. Il corso d'acqua è delimitato, in destra idrografica, dal Colle Alto (1.051 m s.l.m.), M. Tremonti (1.338m s.l.m.), M. Bove (1.348 m s.l.m.), M. Midia (1.738 m s.l.m.), M. Morbano (1.628 m s.l.m.), Colle Secco (1.494 m s.l.m.) e M. Valminiera (1.307 m s.l.m.). In direzione S-E, il limite raggiunge l'abitato di Capistrello e, lasciato sulla destra il bacino dell'alto Liri, volge a Nord aggirando i Piani Palentini e dirigendosi verso il M. Magnola (2.220 m s.l.m.). Il confine idrografico segue, prima, in direzione N-O il complesso montuoso del Ceraso, Colle dell'Orso (2.203 m s.l.m.) ed Il Costone, poi, in direzione S-O, continua con il M.Faito (1.455 m s.l.m.) e si ricollega con il Colle Alto.



Figura 2.23: Area geografica interessata dal bacino del Tevere

Il fiume Imele, circa 2 km a valle di Tagliacozzo, riceve in sinistra il F. so Pratolungo, alimentato da piccole sorgenti e dalla falda intercettata dalla galleria ferroviaria di Sante Marie. A valle di tale confluenza il corso d'acqua percorre un'ampia curva nei Piani Palentini e prosegue, verso N-O, nella valle delimitata dal M. Velino, in destra, e dall'allineamento M. Castiglione (1.208 m s.l.m.), Colle di Mezzo (1.218 m s.l.m.) e M. Faito, in sinistra. Circa 2 km a monte dell'abitato di Torano, il corso d'acqua entra nella provincia di Rieti, in territorio laziale. Sul fiume Imele non vi sono utilizzazioni di rilievo, ad eccezione di captazioni, di

portata limitata, per il rifornimento idrico di Tagliacozzo e di parte del carseolano, della captazione delle acque intercettate dalla galleria di Sante Marie e di una presa per uso irriguo nei Piani Palentini. Il fiume Turano nasce nel versante N-O del valico M. Bove, in territorio aquilano. Il limite del bacino del fiume Turano segue le creste dei colli di Montebove (1.378 m s.l.m.), in destra del suddetto valico, e continua verso N-E con il M. Pietra Pizzuta (1.264 m s.l.m.), Colle Civitella (1.016 m s.l.m.) e Colle Alto.

3.2.1.5 Bacino del fiume Liri

Il fiume Liri nasce dalle omonime sorgenti poste a valle dell'abitato di Cappadocia a circa 960 m s.l.m. Nella parte alta del bacino, fino alla confluenza con i canali di bonifica del Fucino, il fiume riceve il contributo di molteplici sorgenti le cui acque, di portata limitata e regimi non sempre perenni, vengono utilizzate in parte a scopo potabile ed in parte per la produzione di energia elettrica. A valle di tali sorgenti, nei pressi dell'abitato di Canistro, il fiume raccoglie le acque del bacino del Fucino e dei suoi immissari. La piana del Fucino, infatti, oggi fertile pianura, era sede in passato di un lago di 160 km² di superficie nel quale affluivano diversi corsi d'acqua con caratteristiche torrentizie ed il fiume Giovenco, importante affluente del Liri. Infatti, per recuperare i terreni del bacino lacustre all'agricoltura, sono stati eseguiti lavori di bonifica per convogliare e scaricare le acque del lago nel limitrofo bacino del fiume Liri.



Figura 2.24: Area geografica interessata dal bacino del Liri

A valle della confluenza con l'emissario del Fucino, in prossimità dell'abitato di Morino, il Liri riceve in destra idrografica il torrente Schioppo, le cui sorgenti ricadono all'interno della Riserva Naturale di "Zompo lo Schioppo". Superato l'abitato di Balsorano, il fiume Liri lascia il territorio abruzzese ed entra nel Lazio. Le acque del Liri alimentano, per l'intero suo percorso, diverse centrali idroelettriche che ne alterano profondamente il regime idrologico.

3.2.1.6 Bacino idrografico del lago di Barrea

Il lago di Barrea nasce da una proposta di intervento del 1926. La proposta di realizzazione venne fatta dalla "Terni", Società per l'energia elettrica, e la prima reazione del Parco Nazionale d'Abruzzo fu quella di opporsi in maniera totale.

Diversi sarebbero stati gli aspetti negativi cui si sarebbe andati in contro: deturpazione ambientale e paesaggistica, deterioramento delle condizioni igieniche, con il grave pericolo di formazione di un ambiente paludoso e soggetto a infestazioni di malaria.

Venne presentato un Atto di opposizione con elencati tutte le difficoltà nelle quali si sarebbero imbattuti, nel caso si fosse realizzato il lago.

La decisione del Ministro fu discordante da quella del Parco e oggi il lago di Barrea è uno dei più grandi laghi artificiali d'Abruzzo. I lavori per la realizzazione dello sbarramento del bacino iniziarono nel 1949, e dopo numerosi interventi e indagini vennero terminati nel 1951. Il bacino è collocato all'interno del Parco Nazionale d'Abruzzo ed è alimentato dalle acque del Sangro. Lo sbarramento del fiume ha dato origine ad un lago di dimensioni notevoli: la sua lunghezza è di 4.600 metri e la sua larghezza di circa 500 metri. Misure che chiaramente subiscono notevoli variazioni nel corso dell'anno e in dipendenza dalle precipitazioni. Le acque del bacino di Barrea vengono utilizzate per la produzione di energia elettrica nell'impianto del Sangro.



Figura 2.25: Area geografica interessata dal bacino del lago di Barrea

3.2.1.7 Bacino del lago di Campotosto

L'origine del lago risale agli anni '50; i primi lavori vennero effettuati dalla Società per l'Industria e l'Elettricità Terni, ed è stato successivamente modificato dall'ENEL. Il bacino idrografico del lago è prevalentemente costituito da rocce appartenenti alla formazione del Flysch della Laga ed è, quindi, da considerarsi prevalentemente un bacino a media-bassa permeabilità.

Il lago artificiale di Campotosto, situato in provincia di L'Aquila, occupa l'omonima valle, sede di un antico lago. Questo lago è passato alla fase di palude torbosa a causa dell'interramento dovuto al trasporto solido degli affluenti. Successivamente, in questa valle è stato ripristinato il lago tramite tre sbarramenti artificiali in cemento.

Il serbatoio è stato realizzato in due fasi successive: la prima è stata attuata negli anni 1940-1951 per opera della Terni, la seconda del periodo 1964-1971, per opera dell'ENEL. Attualmente il lago è il serbatoio di testa del sistema di impianti idroelettrici del Gruppo del Vomano.

Il bacino sotteso dal lago di Campotosto è ubicato nella conca di Amatrice, la quale si inserisce nell'area della fascia pedemontana dell'Appennino Centrale delimitata ad Ovest dai Monti Sibillini e ad Est dai Monti della Laga.

La superficie totale del bacino misura 47,5 km² e si trova a 1.317 metri sul livello del mare.



Figura 2.26: Area geografica interessata dal bacino del lago di Campotosto

3.2.1.8 Bacino idrografico del lago di Scanno

Al centro della conca di Sulmona, in mezzo ai monti che collegano la catena del Sirente con la Meta, chiuso tra la Montagna Grande e il Monte Genzana, è situato il lago di Scanno. I monti sono caratterizzati da un aspetto selvaggio e da farre, campi carsici e altopiani. Ed è proprio al centro di uno di questi altopiani che è situato il lago di Scanno.

Ha una forma quasi rettangolare, più precisamente a forma d'otre, e confina con i bacini del Sangro, del Sagittario e del Gizio. La regione è costituita prevalentemente da rocce mesozoiche, potenti pile di strati calcarei compatti, bianchi rosati e grigi.

Il lago di Scanno viene considerato come un tipico lago di frana. L'immissario più importante è il fiume Tasso, che apporta una discreta quantità d'acqua. Di più modeste dimensioni è il Fosso Funicelle che porta le acque sorgenti omonime. È certa, oltre alla presenza di altri torrenti che scendono al lago, l'esistenza di alcune sorgenti subacquee che si rendono evidenti mediante il sollevamento di bolle d'aria sulla superficie.

La morfologia dei monti circostanti il lago crea un ambiente suggestivo e caratteristico delle zone montuose, il lago si trova subito fuori dei confini orientali del Parco Nazionale d'Abruzzo, e ne conserva in pieno l'aspetto impervio e aspro.



Figura 2.27: Area geografica interessata dal bacino del lago di Scanno

3.2.2 Dighe presenti nel territorio della provincia dell'Aquila

Nella tabella 2.4 sono riportate le dighe di cemento armato di altezza superiore ai 10 m e con un volume di invaso superiore agli 800.000 m³, situate nel territorio della provincia di L'Aquila. Nella tabella 2.5 sono invece elencate le dighe in terra, le traverse, le paratoie autolivellanti in acciaio e le traverse con pietrame; tutti questi sbarramenti presentano rispetto ai precedenti un volume di invaso minore, che tuttavia non implica una minore producibilità di energia idroelettrica.

| NOME DIGA | LOCALITA' | COMUNE | GESTORE | UTILIZZO | BACINO IDROGRAFICO | H (m) | VOL m ³ x10 ⁶ |
|----------------------|----------------|------------|---------|----------|--------------------|-------|-------------------------------------|
| BARREA | VILLA S. MARIA | BARREA | ENEL | IDROEL. | SANGRO | 62,65 | 23 |
| MONTAGNA SPACCATA 1* | PIZZONE | ALFEDENA | ENEL | IDROEL. | SANGRO | 88,50 | 8,11 |
| MONTAGNA SPACCATA 2* | PIZZONE | ALFEDENA | ENEL | IDROEL. | SANGRO | 13,50 | 8,11 |
| MONTAGNA SPACCATA 3* | PIZZONE | ALFEDENA | ENEL | IDROEL. | SANGRO | 16,10 | 8,11 |
| PROVVIDENZA | S.GIACOMO | L'AQUILA | ENEL | IDROEL. | VOMANO | 52,20 | 1,691 |
| RIO FUCINO*** | PROVVIDENZA | CAMPOTOSTO | ENEL | IDROEL. | VOMANO | 49 | 215,8 |
| SELLA PEDICATE*** | PROVVIDENZA | CAMPOTOSTO | ENEL | IDROEL. | VOMANO | 28,50 | 215,8 |
| S.DOMENICO | SAGITTARIO | VILLALAGO | ENEL | IDROEL. | SAGITTARIO | 80 | 1,13 |

Tabella 2.4: Dighe con un volume di invaso maggiore di 800000 m³

| COMUNE | LOCALITA' | DENOMINAZIONE | H (m) | TIPOLOGIA | VOL. INVASO (m ³) | ENTE |
|-------------------|--------------------------|--------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| CAPESTRANO | CAPODACQUA | DIGA DI CAPODACQUA | 11,54 | diga di terra | 340.000 | CO.BO. AT-SAG |
| OCRE | S.GIOVANNI | LAGO DI S.GIOVANNI | 12 | diga di terra | 408.000 | CO.BO. AT-SAG |
| L'AQUILA | S.RANIERO | LAGO DI S.RANIERO | 11,60 | diga di terra | 227.000 | CO.BO. AT-SAT |
| ATELETA | ALVUCCIO | ATELETA | 11,20 | traversa cls | 174.000 | ENEL |
| MORINO | SS.82- CIVITA D'A. | BALSORANO LIRI | 3,00 | paratoia autolivellante cls acciaio | 100.000 | ENEL |
| MORINO | VIA LUNGO ROMITO | BALSORANO SCHIOPPO | 3,50 | paratoia autolivellante cls acciaio | 50.000 | ENEL |
| CASTELLAFIUME | SORGENTI LIRI CAPPADOCIA | CANISTRO | 1,60 | traversa cls | 50.000 | ENEL |
| ANVERSA | SORGENTE CAVUTO | CAVUTO | 1,50 | traversa cls e pietrame | 50.000 | ENEL |
| MOLINA ATERNO | PONTE FF.SS. | MOLINA ATERNO | 3,50 | traversa cls e pietrame | 50.000 | ENEL |
| CIVITELLA ROVETO | QUERCIABELLA | MORINO | 2,80 | traversa cls con paratoie | 40.000 | ENEL |
| PETTORANO S.GIZIO | PETTORANO | PETTORANO | 2,00 | traversa cls e pietrame | 50.000 | ENEL |
| PETTORANO S.GIZIO | PITR REGIE | PIETRE REGIE | 1,50 | traversa cls e pietrame | 50.000 | ENEL |
| SCANNO | LE PRATA | SCANNO | 7,30 | traversa cls | 100.000 | ENEL |
| MORINO | ACQUALOZZI | SCHIOPPO 1 | 2,70 | traversa murata | 30.000 | ENEL |
| MORINO | VIA LO SCHIOPPO | SCHIOPPO 2 | 4,00 | traversa cls | 50.000 | ENEL |

Tabella 2.5: Dighe con un volume di invaso minore di 800000 m³

3.3 PROVINCIA DI CHIETI

3.3.1 I bacini idrografici

3.3.1.1 Bacino idrografico del fiume Sangro

Lunghezza *117 km*

Superficie *1545 km²*



Figura 2.28: Area geografica interessata dal bacino del Sangro e dell'Aventino

Il fiume Sangro origina nella Marsica, dal monte Morrone del Diavolo a 1.365 m s.l.m., sfocia nel mare Adriatico nei pressi di Torino di Sangro dopo aver percorso 117 km ed aver bagnato le province di L'Aquila, Chieti e Isernia. Il suo bacino interessa una superficie complessiva di 1.545 km². Lungo il suo corso subisce due allargamenti formando il lago di Villetta Barrea in provincia di L'Aquila ed il lago di Bomba in Provincia di Chieti. Dopo un percorso 13 km, nei pressi della località di S. Angelo di Altino, avviene la confluenza con il fiume Aventino e,

successivamente la formazione dell'invaso artificiale di Serranella.

Ha molti affluenti, quali: vallone del Raso, vallone Spuria, torrente Fondillo, torrente Scerto, rio Torto, fiume Zittola in provincia di L'Aquila; fiume Aventino, torrente Gogna, fosso Laio, torrente Parello, vallone Risceglie, torrente Appello, torrente Pianetto, vallone Turcano, torrente Verde di Borrello in provincia di Chieti; vallone Renoso, torrente Molinaro, rio di San Pietro Avellana in provincia di Campobasso.

3.3.1.2 Bacino idrografico del fiume Aventino

| | |
|-------------------|---------------------------|
| <i>Lunghezza</i> | <i>45 km</i> |
| <i>Superficie</i> | <i>436 km²</i> |

Il fiume Aventino nasce dal monte Secine da diversi rami che si riuniscono nei pressi di Palena a formare le Sorgenti Capo di Fiume. Misura una lunghezza di 45 km e bagna solamente la provincia di Chieti. Subisce uno sbarramento a monte di Casoli dal quale si origina il lago di Sant'Angelo. È il principale emissario del fiume Sangro.

Ha come affluenti i fiumi Avello e Verde ed il rio Secco.

3.3.1.3 Bacino idrografico del fiume Pescara

Lunghezza 60 km

Superficie (***)
km²



Figura 2.29: Area geografica interessata dal bacino del Pescara

Le sue sorgenti sono situate in una zona protetta del comune di Popoli; in esso confluiscono dopo qualche centinaia di metri dalle sorgenti le acque dei fiumi Aterno e Tirino.

Sfocia nel mare Adriatico in Provincia di Pescara dopo aver percorso 60 km segnando per un lungo tratto il confine fra le province di Pescara e di Chieti, le uniche da esso bagnate.

I suoi affluenti sono: torrente Cigno, torrente il Fossatello, fiume Giardino, fiume Nora, fiume il Rivo, fiume Tirino, fosso Santa Maria, torrente Lavino, fosso di Manoppello, fiume Orte.

3.3.1.4 Bacino idrografico del fiume Trigno

| | |
|-------------------|----------------------------|
| <i>Lunghezza</i> | <i>85 km</i> |
| <i>Superficie</i> | <i>1200 km²</i> |



Figura 2.30: Area geografica interessata dal bacino del Trigno

Il fiume Trigno nasce sul monte Capraro in Molise a nord di Vastogirardi a 1.150 m s.l.m., ha una lunghezza di 85 km e sfocia nel mare Adriatico nei pressi di San Salvo. Attraversa le province di Chieti, Campobasso e Isernia e delimita per quasi la totalità della sua lunghezza il confine fra Molise ed Abruzzo.

I suoi affluenti sono: torrente Verrino, fosso di Canniviere, torrente Fiumarella, vallone delle Piane, torrente di Ponte Musa, torrente Rivo, vallone del Roccile, torrente Vella.

3.3.1.5 Bacino idrografico del fiume Alento

Lunghezza 35 km

Superficie 136 km²



Figura 2.31: Area geografica interessata dal bacino dell'Alento

Il fiume Alento nasce nel Piano di Tarica sul Passo di Lanciano; bagna le province di Chieti e Pescara per una lunghezza di 35 km e sfocia nel mare Adriatico presso Francavilla al Mare.

Ha come affluenti il rio Fontechiaro ed il torrente Valige.

3.3.1.6 Bacino idrografico del fiume Foro

Lunghezza 38 km
Superficie (***)
km²



Figura 2.32: Area geografica interessata dal bacino del Foro

Il fiume Foro nasce sulla Maielletta, sul Passo di Lanciano in due rami distinti che si incontrano nei pressi di S. Eufemia. Sfocia nel mare Adriatico, a Torre di Foro dopo aver percorso tutti i 38 km della sua lunghezza in provincia di Chieti.

I suoi affluenti sono il torrente Serrepenne e il fiume La Venna.

3.3.1.7 Bacino idrografico del fiume Osento

Lunghezza 40 km

Superficie 128 km²



Figura 2.33: Area geografica interessata dal bacino dell'Osento

Il fiume Osento nasce dal Monte Pallano e, dopo aver percorso 40 km nelle province di L'Aquila e Chieti, sfocia nel mare Adriatico fra il fiume Sangro e il Sinello.

Ha come unico affluente il torrente Cerepolla.

3.3.1.8 Bacino idrografico del fiume Sinello

Lunghezza 50 km

Superficie 327 km²



Figura 2.34: Area geografica interessata dal bacino del Sinello

Nasce dalla Sella Grande, sul monte Castel Franano e sfocia dopo 50 km nel mare Adriatico in località Punta della Penna a Casalbordino.

Unici due affluenti sono il torrente Altosa ed il torrente Maltempo.

3.3.1.9 Bacino idrografico del fiume Feltrino

Lunghezza 16 km

Superficie 56 km²



Figura 2.35: Area geografica interessata dal bacino del Feltrino

Nasce nei pressi di Castelfrentano e sfocia nel mar adriatico presso Marina di S. Vito, dopo aver percorso 16 km. Ha una portata ridotta e questo, assieme alla presenza dei depuratori urbani asserviti alle città di Lanciano e di Treglio, fa sì che le sue acque siano particolarmente inquinate.

Ha come maggior tributario il fosso dello Spirito Santo.

3.3.1.10 Bacino idrografico del fiume Moro

Lunghezza 23 km

Superficie 73 km²



Figura 2.36: Area geografica interessata dal bacino del Moro

Nasce a nord dell'abitato di Orsogna e sfocia nel mar adriatico, tra i fiumi Arielli e Feltrino dopo un percorso di 23 km interamente in provincia di Chieti. Ha una scarsa portata e non presenta importanti affluenti.

3.3.1.11 Bacino idrografico del fiume Sente

Nasce dal Colle dei Soldati nei pressi di Castiglione Messer Marino in provincia di Chieti. Bagna, oltre alla provincia di Chieti, anche quella di Campobasso. Ha una lunghezza di 18 km.

3.3.1.12 Bacino idrografico del fiume Treste

Nasce dal monte Castel Franano, presso Castiglione Messer Marino. Ha una lunghezza di 37 km e scorre totalmente sul territorio della provincia di Chieti.

E' affluente di sinistra del fiume Trigno ed ha come affluente il vallone Lama.

3.3.1.13 Bacino idrografico del fiume Venna

Nasce presso Guardiagrele e si riversa dopo 25 km nel fiume Foro nei pressi della sua foce nell'Adriatico.

3.3.1.14 Bacino idrografico del fiume Verde

Nasce diviso in due rami che percorrono la Valle Serviera e la Valle Mandrelle Santo Spirito; il ricongiungimento avviene nei pressi di Fara San Martino, dopo di che si riversa nel fiume Aventino.

3.3.1.15 Bacino idrografico del fiume Arielli

Il fiume Arielli nasce sul Colle Pascuccio e sfocia a sud di Francavilla al Mare, dopo aver percorso 21 km interamente sul territorio della provincia di Chieti.

3.3.1.16 Bacino idrografico del fiume Avello

Nasce in due rami distinti dal monte Cavallo sulla Maiella che percorrono, uno la Valle delle Tre Grotte, l'altro la Valle Selvaromana. Ha una lunghezza di 19 km e scorre interamente nella provincia di Chieti.

E' un affluente del fiume Aventino nei pressi di Casoli.

3.4 PROVINCIA DI PESCARA

Il territorio pescarese è caratterizzato dalla presenza di un numero notevole di centrali idroelettriche a riprova dell'abbondanza della risorsa idrica presente. Molti impianti sono ad acqua fluente, perché sfruttano le portate ragguardevoli, che naturalmente scorrono nei fiumi e torrenti.

Quando per la continuità della produzione è necessario costituire accumuli di acqua, questi di solito non hanno grande capacità e si riducono a grosse vasche di compenso. I principali invasi a scopo idroelettrico realizzati lungo i corsi d'acqua sono:

- invaso di Bolognano su un affluente del Pescara, che integra le portate fluenti della centrale idroelettrica di Pescara 2° salto;
- invaso di Alanno sul Pescara, che alimenta l'impianto idroelettrico di Pescara 3° salto.

Oltre alle centrali idroelettriche da invasi o vasche di compenso, molti impianti di produzione elettrica ricevono acqua direttamente dai fiumi o dai torrenti a mezzo di semplici traverse.

Le centrali idroelettriche di tal tipo sono:

- Pescara 1° Salto (Comune Bussi);
- Pescara 2° Salto (Comune di Bolognano);
- Pescara 3° Salto (Comune di Alanno);
- Scafa;
- Passo del Cordone (Comune di Loreto Aprutino);
- Farindola.

La centrale idroelettrica di Alanno (3° salto del fiume Pescara) è situata nel comprensorio dei Comuni di Torre de' Passeri, di Bolognano e di Scafa, in provincia di Pescara. Il lago artificiale (di circa 20 ettari) è alimentato dal bacino imbrifero della Maiella e dai sottobacini tributari. Sul fiume Pescara, dopo la confluenza con il torrente Tirino, le acque vengono derivate verso la centrale di Pescara 1° salto nel territorio di Tocco da Casauria.

La restituzione di tale impianto si immette direttamente nell'opera di derivazione della centrale di Bolognano che utilizza anche le acque dell'Orta.

La galleria di Scarico di Bolognano sfocia nel bacino di Alanno per alimentare la centrale. La

producibilità annua dell'impianto idroelettrico di Alanno corrisponde al fabbisogno di circa 50.000 famiglie.

Al fine di configurare il quadro idrografico della Provincia, di seguito è riportata una breve descrizione dei bacini idrografici.

3.4.1 I bacini idrografici

3.4.1.1 Il bacino idrografico dei fiumi Tavo, Fino e Saline

Dimensioni del bacino SALINE

| | |
|---------------|---------------------|
| TAVO | 300 Km ² |
| FINO | 280 Km ² |
| SALINE | 35 Km ² |
| TOTALE BACINO | 615 Km ² |

Il bacino viene individuato con i nomi dei 3 fiumi che lo caratterizzano, Saline, Fino e Tavo, e si sviluppa su una superficie di circa 600 km² di cui 300 spettano al Tavo, 35 al Saline e circa 280 al Fino. Da un punto di vista geologico il bacino presenta due componenti: una zona montuosa, la catena del Gran Sasso, formata da rocce calcaree permeabili, ed una zona collinare caratterizzata da rocce impermeabili di natura arenaria ed argillosa.

Il fiume Fino, tipico corso d'acqua appenninico, nasce sul versante orientale del monte Camicia, a sud della catena del Gran Sasso. Dopo un percorso di 48 km, compreso tra le provincie di Teramo e Pescara, il Fino si unisce al fiume Tavo dando luogo al Saline.

Il fiume Tavo nasce a circa 1.000 m di quota a sud del monte Corno del Gran Sasso e percorre 61 km prima di confluire con il fiume Fino. Il Saline, dopo un percorso di 7 km, sfocia nel mare Adriatico tra i centri abitati di Marina di Città Sant'Angelo e Montesilvano.

Il fiume Saline è uno dei corsi d'acqua più inquinati della provincia di Pescara perché, oltre a

ricevere le acque degradate del fiume Tavo, costituisce un ricettacolo di ogni sorta di immondizia e scarico del comprensorio di Montesilvano. Sul bacino del Saline sono presenti sbarramenti per la produzione di energia elettrica, che inducono riduzioni di portata. Uno di questi, sul Tavo, è situato nei pressi di Farindola ed un altro va a formare il lago di Penne.



Figura 2.37: Area geografica interessata dai fiumi Tavo, Fino e Saline

3.4.1.2 Bacino idrografico del fiume Pescara

Dimensioni del bacino ATERNO-PESCARA

| | |
|------------|--|
| ATERNO | |
| PESCARA | |
| RAIO | |
| RAIALE | |
| GIZIO | |
| SAGITTARIO | |
| TIRINO | |
| ORTA | |

| | |
|---------------|-----------------------|
| NORA | |
| TOTALE BACINO | 3.188 Km ² |

Il bacino imbrifero del fiume Aterno-Pescara copre una superficie complessiva di 3.188 km², compresa per il 75% in provincia di L'Aquila, il 23,5% in provincia di Pescara e l'1,5% in provincia di Chieti. Il fiume Pescara nasce dall'omonima sorgente (Riserva Naturale) poco a monte di Popoli. Nell'abitato di Popoli, il fiume Aterno riceve le acque del Pescara e prende il nome di Pescara.

Il fiume Pescara è composto da una rete idrica superficiale molto articolata, alimentata in parte da sorgenti perenni ed in parte dallo scioglimento dei nevai in quota, attraverso una ricca rete di torrenti stagionali. L'intero bacino del basso Pescara può essere diviso in una frazione montana, una frazione collinare ed una pianiziale. I principali affluenti del Pescara, procedendo da monte verso valle, sono il fiume Tirino, in sinistra idrografica, il fiume Orta e il fiume Lavino, entrambi in destra idrografica, il torrente Cigno, in sinistra idrografica, il fiume Nora in destra idrografica. La foce, sistemata a porto canale, è situata nel centro abitato della città di Pescara.

L'intero corso del fiume Pescara e del suo principale affluente, il fiume Tirino, sono interessati da numerose captazioni d'acqua per la produzione di energia elettrica. Inoltre, il fiume Tirino è interessato da ulteriori captazioni da parte di allevamenti di trote. Tali captazioni incidono fortemente sulla portata dei fiumi, rendendoli per lunghi tratti in magra perenne.



Figura 2.38: Area geografica interessata dal fiume Pescara

3.5 PROVINCIA DI TERAMO

3.5.1 I bacini idrografici

3.5.1.1 Il bacino idrografico del fiume Vibrata

Dimensioni del bacino Vibrata

| | |
|----------------------|---------------------------|
| VIBRATA | 118 Km ^q |
| TOTALE BACINO | 118 Km^q |

Il torrente Vibrata origina nel versante orientale delle montagne dei Fiori, e più precisamente, nasce sotto la cima del monte Girella, a 1.697 metri s.l.m.; é un torrente di piccole dimensioni, con una lunghezza di 30 km ed un bacino la cui superficie si estende per 118 km².

Questo territorio è compreso quasi interamente in provincia di Teramo; una piccola frazione appartiene alla provincia di Ascoli Piceno e sfocia nel mare Adriatico facendo da confine tra le località di Villa Rosa e Alba Adriatica.

Il torrente Vibrata attraversa un territorio fortemente antropizzato, caratterizzato dalla

presenza di un diffuso tessuto produttivo. Essendo un corso d'acqua a carattere torrentizio, ha un regime idrico notevolmente basso; la portata media registrata ad Alba Adriatica è 0,53 m³/s; tuttavia, essa può subire grosse variazioni in relazione agli eventi metereologici. Inoltre, lungo il suo percorso sono presenti tre briglie che captano parte dell'acqua del torrente, contribuendo così alla scarsa portata.

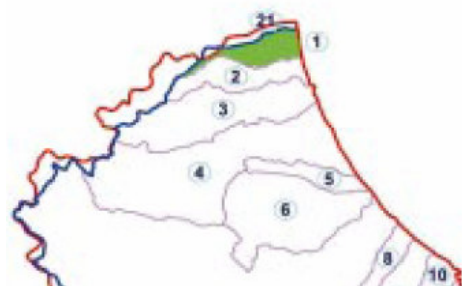


Figura 2.39: Area geografica interessata dal bacino del Vibrata

3.5.1.2 Il bacino idrografico del fiume Salinello

Dimensioni del bacino SALINELLO

| | |
|----------------------|---------------------------|
| SALINELLO | 176 Km² |
| TOTALE BACINO | 118 Km² |

Il fiume Salinello nasce dal monte Ciccone, a 1.209 metri s.l.m., ha una lunghezza di 42 km e scorre per intero nella provincia di Teramo; sfocia tra gli abitati di Tortoreto Lido e Giulianova Lido. Il suo bacino ha un'estensione di 176 km² in cui sono presenti formazioni calcaree, arenarie e strati argillosi. Il suo percorso è tortuoso e compie un primo tratto verso nord, portandosi poi con un'ampia curva verso sud e assumendo infine una direzione perpendicolare alla catena montuosa da cui ha origine, tipica dei fiumi appenninici.

Il primo tratto attraversa un territorio tipicamente montano, con versanti aspri e caratterizzato da fenomeni di carsismo, in cui l'asta fluviale vi scorre spesso incassata; pochi sono i centri abitati toccati dal fiume e tutti di secondaria importanza, ad esclusione di Civitella del Tronto. Portandosi più a valle, il territorio drenato diventa maggiormente antropizzato, con alcuni insediamenti urbani e produttivi e numerose cave di inerti.



Figura 2.40: Area geografica interessata dal bacino del Salinello

3.5.1.3 Bacino idrografico del fiume Tordino

Dimensioni del bacino TORDINO

| | |
|---------------|---------------------|
| TORDINO | 279 Km ² |
| FIUMICELLO | 32 Km ² |
| VEZZOLA | 71 Km ² |
| FIUMICINO | 68 Km ² |
| TOTALE BACINO | 450 Km ² |

Il fiume Tordino nasce a 2.000 metri s.l.m. tra i monti Gorzano (2.458 m) e Pelone (2.259 m), situati nella catena dei monti della Laga. Questo fiume scorre interamente in provincia di Teramo e confina a destra con il bacino del fiume Vomano e a sinistra con quello del Tronto e del Salinello, per sfociare nel mare Adriatico a sud dell'abitato di Giulianova.

La superficie complessiva del bacino è di 450 km². La sua lunghezza è di 59 km; nella prima parte del percorso il Tordino, caratterizzato da un regime di tipo torrentizio, si dirige verso oriente, poi, in corrispondenza all'abitato di Macchiatornella, compie un grande arco verso nord, aggirando così la catena montuosa del Bilanciere, ed infine inizia un corso con pendenze minori ed alveo più ampio. Come molti fiumi che sfociano nel medio e basso versante Adriatico, il suo percorso è, approssimativamente breve e perpendicolare alla catena montuosa d'origine.

Il regime idrologico del fiume è molto variabile e risulta strettamente dipendente dalle precipitazioni. Il Tordino riceve anche numerosi contributi dagli affluenti e dai "fossi"

maggiori (Fosso della Cavata, Rivettino, Castiglione, Rivoletto, Vezzosa, Fiumicino, Fosso Molvese e Fosso di Elce).



Figura 2.41: Area geografica interessata dal fiume del Tordino

3.5.1.4 Bacino idrografico del fiume Vomano

Dimensioni del bacino VOMANO

| | |
|---------------|---------------------|
| VOMANO | 456 Km ² |
| RIO ARNO | 58 Km ² |
| RIO FUCINO | 100 Km ² |
| MAVONE | 168 Km ² |
| TOTALE BACINO | 782 Km ² |

Capannelle, a circa 1.200 metri s.l.m., sulle pendici nord occidentali del Monte S. Franco. Scorre nella parte settentrionale dell'Abruzzo ed il suo percorso, di 68 km, è quasi completamente compreso nella provincia di Teramo, ad esclusione di un brevissimo tratto iniziale nella provincia di L'Aquila. Il bacino si estende per 782 km² e confina a sinistra con il bacino del Tordino.

Nel tratto superiore, il letto del Vomano è scavato entro un solco inciso nelle arenarie mioceniche intercalate a strati di argilla; in quello intermedio entro sponde calcaree e infine nell'ultimo tratto, fino alla foce, il letto si allarga su terreni alluvionali. Il fiume raccoglie il contributo di più di trenta corpi idrici grandi e piccoli, tra cui i più importanti sono il torrente Rocchetta, il rio Arno ed il fiume Mavone in destra idrografica, il torrente Zingano ed il Rio

Fucino in sinistra idrografica. Raggiunge, infine, il mare Adriatico nei pressi di Roseto degli Abruzzi.

Il naturale defluire delle acque è interrotto da tre bacini di captazione a scopo idroelettrico che permettono di trasferire consistenti volumi d'acqua, provocando sensibili variazioni anche giornaliere di flusso idrico che sono evidenti fino alla foce.



Figura 2.42: Area geografica interessata dal fiume Vomano

3.5.1.5 Bacino idrografico del fiume Piomba

Dimensioni del bacino PIOMBA

| | |
|---------------|---------------------|
| PIOMBA | 106 Km ² |
| TOTALE BACINO | 106 Km ² |

Il torrente Piomba nasce sul lato settentrionale del monte Giove, a 679 metri s.l.m., ha una lunghezza di 40 km e la superficie complessiva del suo bacino è di 106 km². Scorre per il 90% nella provincia di Teramo e per il 10% in provincia di Pescara; nel suo tratto terminale delimita le due province. Sfocia nel mare Adriatico tra Silvi Marina (TE) e Marina di Città Sant'Angelo (PE), è un torrente di piccole dimensioni che nel periodo di magra è in secca per la maggior parte del suo percorso; scorre in un territorio a vocazione prevalentemente agricola e zootecnica, il che compromette il già fragile equilibrio di questo corso idrico che è soggetto ad eccessivi emungimenti a fini irrigui e a sversamenti di reflui.

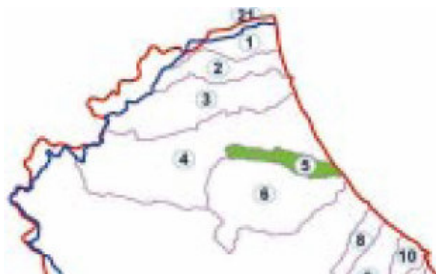


Figura 2.43: Area geografica interessata dal fiume Piomba

4.2 LA POTENZIALITÀ DEL TERRITORIO REGIONALE

L'analisi sulle potenzialità dell'energia idroelettrica nella Regione Abruzzo viene condotta in accordo a quanto riportato all'interno del "Piano regionale relativo all'uso dell'energia da fonti rinnovabili" del 2001, nel quale le potenzialità di tale fonte rinnovabile si riferiscono al settore della minidraulica e, in particolare, a centrali di potenza inferiore ai 3 MWe.

Inoltre, tale strumento di pianificazione prevede interventi di ripotenziamento di impianti esistenti e di installazione di minidraulica, allo scopo di incrementare ulteriormente la produzione di energia elettrica.

È necessario sottolineare il fatto che la collocazione di tali impianti dovrà tenere conto della gestione integrata delle risorse idriche e quindi delle risultanze dello studio relativo al deflusso minimo vitale riportata al paragrafo 5.1 del capitolo 3.

I sistemi idrici nei quali esistono possibilità di recupero sono: acquedotti locali o reti complesse; sistemi idrici ad uso plurimo (potabile, industriale, irriguo, ricreativo); sistemi di canali di bonifica o irrigui.

Come indicazione del tutto generale si può affermare che, nei sistemi in cui esistono punti di controllo e regolazione della portata, derivata o distribuita all'utenza, e dei livelli piezometrici è possibile installare turbine idrauliche che siano in grado di recuperare salti altrimenti inutilizzati. Inoltre, l'inserimento dell'impianto deve in ogni caso soddisfare la tutela dell'uso prioritario della risorsa idrica a scopo potabile come dal Decreto Legislativo 152/2006: occorre infatti evitare che l'inserimento dell'impianto non provochi un'esagerata diminuzione dei carichi della rete e quindi la necessità di successivi risollevarimenti.

Le potenzialità reali della regione Abruzzo, in merito alla produzione di energia elettrica dalla fonte rinnovabile in questione, possono essere così ripartite:

- 25 impianti sotto i 1000 kW per una potenza complessiva di 8850 KW ed una producibilità di 56 GWh (4 riattivazioni, 10 progetti istruttoria L.308, 11 localizzazioni studio Breda);
- 16 impianti per complessivi 29000 KW e 230 GWh (programma IDREG).
- impianti per complessivi 6000 KW ed una producibilità di 40 GWh (proposta ENEL/ERGA);
- progetti di recupero energetico da acquedotti regionali per 500 KW e 4,2 GWh (HYDROWATT ABRUZZO).

Alla luce di quanto appena esplicitato, si può concludere affermando che la potenzialità complessiva è pari a 30 MWe, ovvero 225 GWh.

4 ENERGIA GEOTERMICA

4.1 LA FONTE GEOTERMICA E SUE UTILIZZAZIONI

L'energia geotermica è l'energia contenuta in forma termica all'interno della Terra. L'origine di tale energia è connessa con la struttura interna del nostro pianeta e con i processi fisici che vi si realizzano.

Nonostante tale forma sia presente in notevoli e praticamente inesauribili quantità nella crosta terrestre, essa non è uniformemente distribuita, è raramente concentrata e spesso è a profondità troppo elevate per essere industrialmente utilizzata.

Il calore si muove dall'interno della Terra verso la superficie e viene quindi dissipato; la temperatura delle rocce aumenta pertanto con la profondità, con un gradiente termico medio di 30°C/km di profondità. Ci sono, tuttavia, aree della crosta terrestre, accessibili attraverso perforazioni, in cui tale gradiente è ben al di sopra del valore medio.

L'estrazione e l'utilizzazione di questa grande quantità di energia termica richiedono un fluido vettore che sia in grado di trasferire tale calore verso profondità accessibili al di sotto della crosta terrestre.

Questi fluidi originano essenzialmente da acque meteoriche che sono penetrate nella crosta terrestre dalle aree di ricarica, sono state riscaldate dalle rocce calde e sono accumulate in acquiferi, occasionalmente ad elevate pressioni e temperature (fino a circa 300°C). Questi acquiferi (serbatoi) sono le parti essenziali dei campi geotermici.

I campi geotermici, al contrario dei campi idrocarburici, sono generalmente sistemi con una circolazione continua di fluidi e calore; nella fase esplorativa, i fluidi scaricati dall'impianto di utilizzazione sono reiniettati nel serbatoio attraverso i pozzi. Questo processo di reiniezione si rende peraltro necessario in alcune situazioni:

- al fine di rispettare il bilancio idrico della falda acquifera;
- qualora il contenuto salino particolarmente elevato impedisca l'immissione dopo l'uso in un corpo d'acqua superficiale;
- al fine di estendere la vita commerciale del campo geotermico.

La fonte geotermica può essere sfruttata secondo due tipologie di applicazione:

- sfruttamento ad alta temperatura per la produzione di energia elettrica;
- sfruttamento a bassa temperatura, sia per il soddisfacimento di fabbisogni termici localizzati, sia per la produzione di energia elettrica attraverso l'impiego della tecnologia dei cicli binari progettati per operare a valori di temperatura nel campo 85-170°C. Gli impianti a ciclo binario sono piccole unità modulari che vanno da alcune centinaia di kW a parecchi MW.

Tra gli interventi di energy saving una menzione a parte merita l'elevata efficienza rappresentata dai sistemi che utilizzano l'energia geotermica a bassa entalpia per il riscaldamento e il raffrescamento degli edifici.

5.1.1 Redditività della risorsa geotermica

Per valutare la redditività della risorsa geotermica è necessario conoscere temperatura, portata e qualità del fluido geotermico.

La temperatura del fluido all'origine deve essere la più elevata possibile, in modo da consentire un salto termico (ΔT) significativo rispetto alla temperatura di restituzione; naturalmente, la potenza termica ceduta dal fluido geotermico è proporzionale, oltre che al salto termico ΔT , anche alla portata di erogazione (Q) del fluido dal pozzo o dalla captazione.

Per bassi valori del prodotto $Q \times \Delta T$ i benefici dell'energia geotermica sono così scarsi da non consentire una utilizzazione redditizia, salvo l'uso di pompe di calore che comunque hanno un costo addizionale da prendere in considerazione.

Circa la qualità dell'acqua geotermica, se il contenuto salino è elevato, tale cioè da impedire la immissione in un corpo d'acqua superficiale, l'acqua, dopo l'impiego, deve essere reintrodotta nel sottosuolo, e richiederà pertanto la perforazione di un pozzo di reiniezione accanto al pozzo di produzione; il costo della risorsa cresce quindi notevolmente.

Un ulteriore elemento essenziale per assicurare la fattibilità di un progetto geotermico per usi

non elettrici è la concomitanza di risorse ed utenze, non essendo economico il trasporto a distanza dell'acqua calda.

4.2 POTENZIALITÀ GEOTERMICHE

Le potenzialità di sfruttamento dell'energia geotermica nella Regione Abruzzo possono essere desunte dal Rapporto predisposto da CNR, ENEA, ENEL ed ENI-AGIP per l'Inventario delle Risorse Geotermiche Nazionali. Per quel che riguarda le misure di temperatura, si è fatto riferimento a pozzi per idrocarburi perforati nella Regione Abruzzo da AGIP in esclusiva o in Joint Venture con altre Compagnie.

Esse provengono dal volume "Temperature Sotterranee" edito dall'AGIP nel 1977.

Per stimare le potenzialità regionali è necessario partire dall'analisi degli aspetti geologici e idrologici, dai quali scaturiscono le caratteristiche geotermiche, sintetizzate e rappresentate di seguito:

- *settore appenninico*, con strutture carbonatiche di stile compressivo, dove le acque di numerose sorgenti, collegate con falde di fondo, hanno temperature di interesse geotermico assai limitato; tali sorgenti sono infatti alimentate da acque meteoriche che mantengono la temperatura della falda a livelli inferiori alla temperatura media annua del suolo;
- *settore di margine appenninico fino alla costa*, dove gli acquiferi carbonatici profondi sono sovrastati da acquiferi clastici di età plio-pleistocenica con intercalazioni di orizzonti argillosi. In questo settore, soprattutto nell'area situata a sud del parallelo di Chieti, si possono avere situazioni locali di un certo interesse per applicazioni geotermiche a bassa entalpia: localmente sono infatti state misurate temperature di 65°C a 1500 m di profondità.

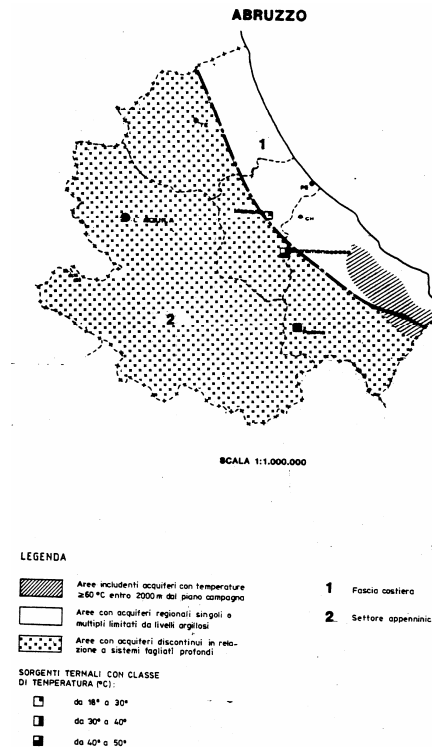


Figura 2.44: Caratteristiche geotermiche della Regione Abruzzo

Di seguito si riportano le potenzialità delle quattro province abruzzesi, i cui dati sono stati attinti dal Piano Energetico Regionale “Offerta delle Fonti Energetiche Rinnovabili”:

- Dagli allegati al Rapporto relativi alla Regione Abruzzo, si evince che nel territorio della Provincia dell’Aquila non sono presenti potenziali fonti geotermiche.
- Dai dati disponibili sulle caratteristiche geotermometriche dei pozzi in Provincia di Chieti, emerge che l’unico pozzo in cui si superano i 100°C è quello denominato *Cupello 19*, all’interno del quale si raggiunge il valore massimo di temperatura (117°C) alla profondità di 4.996 m. Di conseguenza, il pozzo presenta notevoli limitazioni tecnico-economiche per un suo eventuale sfruttamento. In conclusione, lo scenario della geotermia sembra non applicabile al territorio della Provincia di Chieti.

- Al fine di poter configurare ipotesi di sfruttamento delle potenzialità geotermiche nella Provincia di Pescara si è fatto riferimento ai dati geotermometrici, provenienti da misure di temperatura effettuate durante la perforazione di pozzi esplorativi per la ricerca e la coltivazione di giacimenti di idrocarburi. Dai dati emerge che nessuno dei pozzi perforati nella Provincia di Pescara raggiunge la temperatura ottimale di 100°C, rendendo minime le potenzialità geotermiche del territorio in esame.

Discorso a parte merita la Provincia di Teramo, che si configura come l'unica provincia abruzzese ad avere spiccate potenzialità geotermiche.

Dai dati sulle caratteristiche geotermometriche dei pozzi emerge che gli unici pozzi in cui si superano i 100°C sono quelli denominati Altavilla 01 e Colle Casone 01:

- il pozzo Colle Casone 01 raggiunge il valore massimo di temperatura (106°C) alla profondità di 4.950 m; ciò ne determina un modesto gradiente termico medio (18°C/km). Di conseguenza, il pozzo presenta notevoli limitazioni tecnico-economiche per un suo eventuale sfruttamento.
- Il pozzo Altavilla 01 raggiunge il valore massimo di temperatura (145°C) alla profondità di 2.790 m con un gradiente medio di 49°C/km; appaiono quindi interessanti le sue caratteristiche per un'eventuale utilizzazione della fonte geotermica come sorgente superiore in un impianto motore a ciclo binario.

Relativamente ai pozzi con temperatura inferiore ai 100°C, l'unico che può risultare di un qualche interesse ai fini dell'utilizzo diretto dell'energia geotermica è quello denominato Saggio 01:

- il pozzo Saggio 01 raggiunge una temperatura massima prossima a 70°C ad una profondità inferiore a 700°C, con un gradiente termico medio di 81°C/km. In tale caso, si intravede la possibilità di sfruttamento diretto, per via termica, della risorsa geotermica.

Per quanto riguarda il pozzo di Altavilla, sono state ampiamente analizzate le soluzioni impiantistiche per la produzione di energia elettrica sfruttando tale pozzo; le caratteristiche generali del pozzo *Altavilla 01* sono di seguito riportate: profondità del pozzo pari a 2790 m; temperatura di 145°C; n° pozzi di produzione: 1; n° pozzi di iniezione: 1; diametro pozzo/tubo di 15.24 cm.

Tali caratteristiche rendono tale pozzo idoneo per l'impiego come sorgente termica superiore in un impianto di potenza a ciclo binario.

La scelta di produrre energia tramite un ciclo di potenza binario (ciclo Rankine) deriva dai bassi livelli di temperatura della sorgente superiore e dalla disponibilità commerciale di moduli separati, che sono facilmente assemblabili in funzione della temperatura e della portata del fluido geotermico.

Se si considerano una velocità del fluido di 3 m/s e un gradiente di perdita di 5°C/km, il generatore di vapore a recupero (GVR) dell'impianto, che è uno scambiatore di calore in cui il fluido geotermico trasferisce calore al fluido motore frigorifero, riceverebbe in ingresso una portata di acqua di 54.72 kg/s ad una temperatura di 130°C.

Maggiori dettagli circa la soluzione impiantistica prescelta sono riportati all'interno delle fonti sopra citate, da cui si evince che la soluzione ottimale presenta le seguenti caratteristiche: fluido frigorifero *R152a*; come configurazione impiantistica si è scelto lo *schema con recuperatore*; la pressione massima è di 25 bar; il rendimento globale è superiore al 12% (12.16%) e la potenza è altresì elevata (1.43 MW).

5 BIOMASSE

5.1 INTRODUZIONE

Per *biomassa* si intende:

“la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani.” (art. 2 comma 1 lettera a del D.L.gs 29 dicembre 2003 n 387).

Le biomasse costituiscono una fonte rinnovabile di energia, benché combustibili, nel senso che, a differenza delle fonti fossili, sono capaci di assicurare grandi quantità di materia organica in tempi sufficientemente brevi da conferire a tale fonte un carattere di continuità.

La rinnovabilità non costituisce tuttavia l'unico motivo del crescente interesse che si è sviluppato a livello mondiale verso le biomasse; almeno altri due fattori giustificano l'attenzione rivolta a questa fonte: il primo di carattere ambientale, il secondo di tipo socioeconomico.

L'utilizzo di biomasse produce esternalità positive sull'ambiente, in particolare per quanto riguarda il contenimento della CO₂, gas ritenuto responsabile, insieme a metano, ossidi di azoto e clorofluorocarburi, dell'*effetto serra*.

L'immagazzinamento dell'energia solare consente alla biomassa di fissare il carbonio inorganico, attraverso il processo fotosintetico, e di produrre composti organici ad elevato contenuto energetico che rappresentano il costituente fondamentale della materia organica vegetale. In una seconda fase, il ciclo si chiude con la combustione della biomassa, perché questo processo rilascia l'energia solare catturata e riporta il carbonio nello stato finale di completa ossidazione, sottoforma cioè di CO₂.

Come si evince dalle tabelle nell'introduzione al volume, il Libro Bianco per la Valorizzazione delle Fonti Rinnovabili ne stima in circa 2.700 MW nazionali (comprendendo gli RSU) la potenza installabile entro il 2010.

La fonte energetica in questione, tuttavia, è caratterizzata da particolarità non comuni ad altre fonti: anche se la sua densità energetica ne consente un impiego in sistemi di conversione “compatti”, la sua elevata dispersione sul territorio richiede un notevole sforzo di pianificazione che risulta agevolato se l'ambito territoriale di riferimento si riduce di

estensione.

Per tali ragioni, la valutazione della disponibilità e delle potenzialità energetiche di biomasse è più immediata in contesti territoriali a livello provinciale e regionale: l'omogeneità del territorio, l'uniformità delle colture alimentari, la sempre maggiore autonomia amministrativa consentono di individuare metodi e procedure per la valutazione del potenziale di immediata applicazione in ambito locale.

Per alcune regioni, inoltre, il contesto sociale, economico e culturale rende particolarmente significativa la voce biomassa nella pianificazione energetica del territorio: è il caso della Regione Abruzzo, per la sua vocazione naturalistica e per i modesti valori di energia elettrica richiesta.

5.2 SETTORI AGRICOLO E FORESTALE

5.2.1 Stima della disponibilità

Il quadro emerso dall'analisi dei settori agricolo e forestale della regione sembra confermare l'idea di una effettiva possibilità di utilizzo energetico delle biomasse residuali; è risultata evidente, infatti, la notevole presenza di coltivazioni vegetali che forniscono sottoprodotti secchi caratterizzati da sufficienti valori di Potere Calorifico Inferiore.

Sul territorio regionale si riscontrano tuttavia le medesime difficoltà di quantificazione delle biomasse residuali evidenziate a livello nazionale: attualmente, non esistono, infatti, dati certi circa la produzione di sottoprodotti vegetali, non essendo tale materiale oggetto delle indagini statistiche ufficiali condotte nei settori agricolo e forestale.

Relativamente ai residui agricoli, un utile strumento di stima è stato individuato nella metodologia ENEA-A.I.I.A di cui si sono considerati i risultati anche nell'elaborazione del Piano Energetico Regionale abruzzese del 1995.

Assumendo tale punto di partenza è possibile condurre una quantificazione basata sull'acquisizione dei più recenti dati di superficie e di produzione agricola, oltre che di specifici aspetti legati in particolare a problematiche di raccolta e trasporto, di cui è necessario tener conto.

Per quanto riguarda le potenzialità del settore forestale, ci si riferisce invece al lavoro svolto dall'ARSSA e dalla Regione Abruzzo (Dipartimento Agricoltura e Foreste) nell'ambito del contratto di ricerca CEE n.EN3B0047I: *“Ricerca e sviluppo di biomasse a scopi energetici nella Regione Abruzzo”*.

Le analisi condotte per i settori agricolo e forestale hanno consentito di ottenere delle stime quantitative circa i residui potenzialmente disponibili per un'utilizzazione energetica. Data la particolare destinazione prevista, un'utile sintesi dei risultati si rivela la classificazione delle biomasse in funzione del contenuto di umidità posseduto alla raccolta, considerando i seguenti valori di umidità:

- 15%: paglie dei cereali autunno-vernini;
- 55%: residui della coltivazione del mais;
- 50%: residui di potatura di vite ed olivo, legname derivante dall'utilizzazione forestale;
- 40%: residui di potatura dei fruttiferi e legna di espanto di vite e fruttiferi.

5.2.2 Residui agricoli

Nel caso dei residui agricoli, la quantità di sottoprodotto ottenibile per unità di prodotto principale è funzione di alcuni parametri legati sia alle modalità di impiego delle macchine utilizzate per la raccolta sia al tipo di confezionamento preferito per il prodotto⁵.

La valutazione della frazione di residui destinabile alla produzione energetica deve, inoltre, tener conto degli usi alternativi a cui vengono solitamente sottoposti tali materiali (solitamente ammendante del terreno e utilizzo come lettiera animale).

Fra le colture erbacee si rivelano interessanti a livello energetico:

⁵ Generalmente si utilizza il confezionamento in grosse balle (2-4 m³) parallelepipedo per materiale a ridotto contenuto di umidità; quando l'umidità supera valori del 15-20% si preferisce l'utilizzo di rotoballe, di dimensioni inferiori (1-2 m³), o lo sminuzzamento in campo (che rende possibile trattare il materiale come un fluido) e la successiva raccolta allo stato sfuso.

- le paglie dei cereali autunno-vernini, raccolte dopo le operazioni di mietitrebbiatura;
- i residui colturali del mais, recuperati dopo la raccolta della granella (tutoli) o raccolti con le operazioni di mietitrebbiatura (stocchi e brattee).

I sottoprodotti combustibili delle coltivazioni legnose sono invece costituiti da:

- sarmenti di potatura della vite;
- ramaglia di potatura dei fruttiferi;
- residui di potatura dell'olivo.

Le principali caratteristiche di tali biomasse risultano dalla tabella seguente:

| SOTTOPRODOTTO | P.C.I. (MJ/kg di ss) | UMIDITA' (%) |
|------------------------------------|-------------------------|--------------|
| Paglia dei cereali autunno-vernini | 17,6 | 14-18 |
| Stocchi di mais | 18 | 40-60 |
| Tutoli e brattee di mais | 13,8 | 30-50 |
| Sarmenti di vite | 17,8-18,2 | 45-55 |
| Potatura fruttiferi | 18-18,5 | 35-45 |
| Potatura olivi | 18,4-18,9 | 45-55 |

Tabella 2.6: Caratteristiche principali delle biomasse agricole residuali

Per stimare le quantità disponibili di biomassa combustibile è necessario, per ogni tipologia vegetale individuata:

- valutare il valore del rapporto sottoprodotto/prodotto;
- determinare il valore medio tipico di umidità;
- stabilire la frazione di sottoprodotto già utilizzata a scopi diversi da quello energetico.

La sintesi di tali parametri è riportata nella tabella seguente:

| PRODOTTO | SOTTOPRODOTTO | S/P | umidità (%) | uso attuale (%) |
|-----------------|---------------------|------|-------------|-----------------|
| Cereali: | | | | |
| Frumento tenero | Paglia | 0,69 | 15 | 70 |
| Frumento duro | Paglia | 0,70 | 15 | 70 |
| Segale | Paglia | / | / | / |
| Orzo | Paglia | 0,80 | 15 | 70 |
| Avena | Paglia | 0,70 | 15 | 70 |
| Mais | Stocchi | 1,30 | 55 | 50 |
| Vite | Residui di potatura | (a) | 50 | 5 |
| Olivo | Residui di potatura | (b) | 50 | 10 |
| Fruttiferi: | | | | |
| Melo | Residui di potatura | 0,10 | 40 | 5 |
| Pero | Residui di potatura | 0,10 | 40 | 5 |
| Pesco | Residui di potatura | 0,20 | 40 | 5 |
| Mandorlo | Residui di potatura | 1,90 | 40 | 5 |
| Nocciolo | Residui di potatura | 1,90 | 40 | 5 |
| Agrumi | Residui di potatura | 0,40 | 40 | 5 |

Tabella 2.7: Parametri utilizzati per la stima della quantità dei sottoprodotti annuali (metodologia Enea)

I sottoprodotti considerati si rendono tutti disponibili su base annuale, ma in un periodo abbastanza limitato dell'anno; per le paglie di cereali la raccolta segue generalmente quella del prodotto principale nei mesi estivi (giugno-luglio fino ad agosto per le zone più interne dove la maturazione è posticipata dalle diverse condizioni climatiche), mentre la potatura delle colture arboree avviene nei periodi di riposo vegetativo.

Per le colture arboree esiste la possibilità di ottenere, su base pluriennale, un secondo sottoprodotto costituito dalla legna derivante dall'espianto delle colture; sebbene la quantità di

biomassa complessivamente ottenuta da tale operazione sia molto elevata, essendo ovviamente molto alta la quantità ottenibile per unità di superficie investita, la legna effettivamente destinabile annualmente ad uso energetico è limitata sia dalla ridotta frequenza dell'operazione di espianto sia dall'elevato valore percentuale assunto dall'attuale uso di questa fonte.

| LEGNA DI ESPIANTO DA: | Produzione (t/ha) | Frequenza (anni) | umidità (%) | uso attuale (%) |
|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------|--------------------|
| Vite | 20 | 25 | 40 | 90 |
| Fruttiferi: | | | | |
| Melo | 85 | 20 | 40 | 90 |
| Pero | 100 | 20 | 40 | 90 |
| Pesco | 75 | 15 | 40 | 90 |
| Mandorlo | 40 | 20 | 40 | 90 |
| Nocciolo | 40 | 20 | 40 | 90 |

Tabella 2.8: Parametri utilizzati per la stima della quantità dei sottoprodotti pluriennali

Considerando le produzioni ottenute in Regione nel corso degli ultimi quattro anni si è stimata la quantità media di residui resi disponibili a livello regionale. La scelta di far riferimento ai valori di raccolta di più anni deriva dalla necessità di ridurre l'effetto delle fluttuazioni nelle rese dovute alle diverse condizioni climatiche verificatesi negli anni.

I risultati sono riportati nelle seguenti tabelle, che operano un confronto tra le singole realtà provinciali e quella dell'intera Regione.

| | L'Aquila | | Chieti | | Pescara | | Teramo | | ABRUZZO | |
|-----------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|----------------|----------------|
| | Sott.secco | Sott. umido | Sott.secco | Sott. umido | Sott.secco | Sott. umido | Sott.secco | Sott. umido | Sott.secco | Sott. umido |
| | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) |
| Frumento tenero | 48.504 | 57.063 | 11.844 | 13.934 | 17.759 | 20.893 | 113.684 | 133.746 | 191.791 | 225.637 |
| Frumento duro | 6.902 | 8.120 | 157.109 | 184.834 | 54.357 | 63.950 | 63.926 | 75.208 | 282.295 | 332.111 |
| Orzo | 20.953 | 24.651 | 15.085 | 17.747 | 25.900 | 30.471 | 84.369 | 99.258 | 146.308 | 172.127 |
| Avena | 2.190 | 2.577 | 10.733 | 12.627 | 1.290 | 1.518 | 1.015 | 1.194 | 15.228 | 17.916 |
| Mais | 5.547 | 12.327 | 8.888 | 19.751 | 30.919 | 68.709 | 104.057 | 231.238 | 149.411 | 332.024 |
| Vite | 11.488 | 22.976 | 252.250 | 504.500 | 33.153 | 66.307 | 25.951 | 51.902 | 322.843 | 645.685 |
| Olivo | 8.023 | 16.047 | 179.202 | 358.405 | 70.003 | 140.005 | 40.411 | 80.822 | 297.639 | 595.278 |
| Pesco | 239 | 398 | 33.915 | 56.525 | 9.746 | 16.243 | 4.227 | 7.045 | 48.127 | 80.211 |
| Melo | 387 | 645 | 1.993 | 3.322 | 2.410 | 4.016 | 1.562 | 2.603 | 6.352 | 10.586 |
| Pero | 79 | 132 | 710 | 1.183 | 530 | 884 | 669 | 1.115 | 1.988 | 3.313 |
| Mandorlo | 3.736 | 6.227 | 0 | 0 | 376 | 626 | 249 | 415 | 4.361 | 7.269 |
| Nocciolo | 265 | 442 | 0 | 0 | 932 | 1.553 | 1.364 | 2.273 | 2.561 | 4.268 |

Tabella 2.9: Disponibilità di sottoprodotti agricoli ottenuti su base annua per le province e la regione

| | L'Aquila | | Chieti | | Pescara | | Teramo | | ABRUZZO | |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
| | Prod.secca | Prod.umida | Prod.secca | Prod.umida | Prod.secca | Prod.umida | Prod.secca | Prod.umida | Prod.secca | Prod.umida |
| | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) | (q/anno) |
| Vite | 93 | 155 | 1.310 | 2.183 | 178 | 296 | 187 | 311 | 1.767 | 2.945 |
| Pesco | 12 | 20 | 510 | 850 | 130 | 217 | 63 | 104 | 714 | 1.190 |
| Melo | 51 | 85 | 53 | 88 | 47 | 78 | 31 | 51 | 182 | 303 |
| Pero | 9 | 15 | 25 | 42 | 14 | 24 | 17 | 28 | 64 | 107 |
| Mandorlo | 48 | 80 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 2 | 51 | 84 |
| Nocciolo | 16 | 27 | 0 | 0 | 1 | 1 | 9 | 15 | 26 | 44 |

Tabella 2.10: Disponibilità di legna ottenuta dall'espianto delle colture

Tenendo conto delle diverse umidità a cui i sottoprodotti si rendono disponibili, si possono aggregare i dati ottenuti come nella tabella seguente.

| | | Umidità | | | |
|----------------|--------------------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|
| | | 15% | 55% | 50% | 40% |
| L'Aquila | Sott.secco (q/anno) | 78.549 | 5.547 | 19.512 | 4.935 |
| | Sott.umido (q/anno) | 92.411 | 12.327 | 39.023 | 8.226 |
| Chieti | Sott.secco (q/anno) | 194.771 | 8.888 | 431.453 | 38.516 |
| | Sott.umido (q/anno) | 229.143 | 19.751 | 862.905 | 64.193 |
| Pescara | Sott.secco (q/anno) | 99.307 | 30.919 | 103.156 | 14.364 |
| | Sott.umido (q/anno) | 116.832 | 68.709 | 206.312 | 23.941 |
| Teramo | Sott.secco (q/anno) | 262.995 | 104.057 | 66.362 | 8.378 |
| | Sott.umido (q/anno) | 309.406 | 231.238 | 132.724 | 13.963 |
| ABRUZZO | Sott.secco (q/anno) | 635.623 | 149.411 | 620.482 | 66.193 |
| | Sott.umido (q/anno) | 747.791 | 332.024 | 1.240.964 | 110.322 |

Tabella 2.11: Disponibilità dei sottoprodotti classificati in base al contenuto medio di umidità

Carta dei Residui Agricoli e Forestali

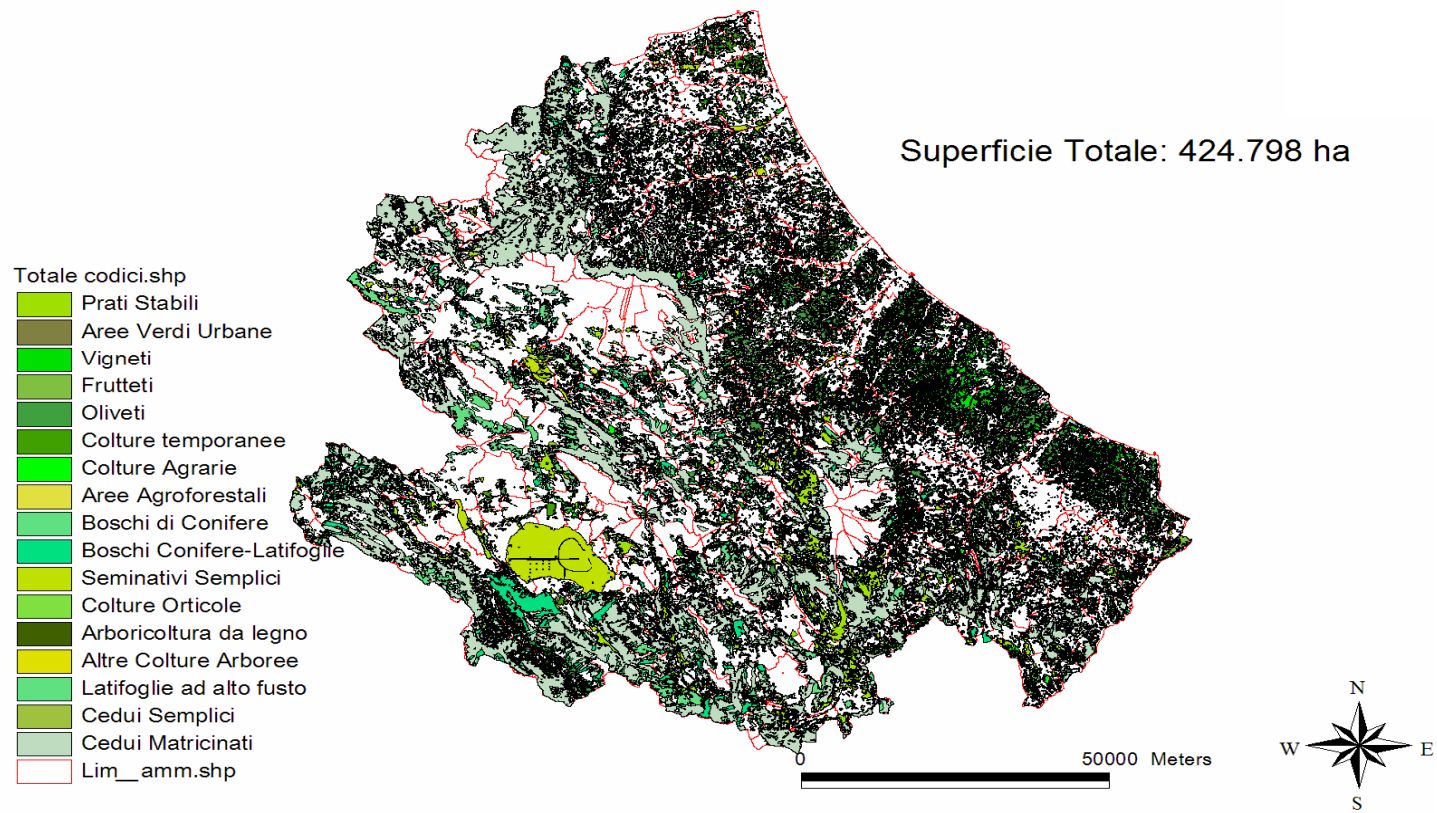


Figura 2.45: Carta dei residui agricoli e forestali nella Regione Abruzzo

È possibile, quindi, ipotizzare uno scenario di utilizzazione energetica delle biomasse residuali di origine agricola e forestale disponibili in regione; la disponibilità, suddivisa per provincia, è riassunta nella tabella seguente:

| | | Contenuto di Umidità (%) alla raccolta | | | | |
|------------------|-------------|--|-------|-------------|--------|---------|
| | | 15% | 40% | 50% | 55% | TOTALE |
| L'Aquila | t/anno | 9.241 | 823 | 27.524 | 1.233 | 38.821 |
| | t s.s./anno | 7.855 | 494 | 13.762 | 555 | 22.665 |
| Chieti | t/anno | 22.914 | 6.419 | 89.477 | 1.975 | 120.785 |
| | t s.s./anno | 19.477 | 3.852 | 44.738 | 889 | 68.956 |
| Pescara | t/anno | 11.683 | 2.394 | 22.631 | 6.871 | 43.579 |
| | t s.s./anno | 9.931 | 1.436 | 11.315 | 3.092 | 25.774 |
| Teramo | t/anno | 30.941 | 1.396 | 19.720 | 23.124 | 75.181 |
| | t s.s./anno | 26.299 | 838 | 9.860 | 10.406 | 47.403 |
| Totale Regionale | | | | t/anno | | 278.366 |
| | | | | t s.s./anno | | 164.798 |

Tabella 2.12: Sintesi finale biomasse disponibili per classe di umidità

Dalle quantità sopra riportate, si desume che la disponibilità di biomasse residuali si attesta attorno ai 50 MWe.

5.3 POTENZIALITÀ DI BIOMASSA DA COLTURE DEDICATE

La potenzialità di biomassa sia legnosa che oleaginosa da colture dedicate viene stimata a partire dalla possibilità di destinare a tale scopo quella parte dei terreni “Seminativi in aree non irrigue” attualmente non adibiti a colture.

Relativamente alla produzione di biocombustibili, il soddisfacimento delle normative europee prevede al 2010, oltre all’incremento della produzione di energia elettrica e termica da biomasse, la promozione della produzione dei biocombustibili: sul territorio regionale andranno ricercati, negli stessi terreni non irrigui, gli ettari di suolo da adibire a colture oleaginose. In tale modo, si favorisce da un lato il raggiungimento degli obiettivi internazionali, volti alla riduzione delle emissioni della CO₂, e dall’altro la riqualificazione dei territori regionali non utilizzati a scopi agricoli.

La superficie totale dei terreni destinati ai Seminativi in Aree non irrigue viene dedotta dalla Carta di Uso del Suolo della Regione Abruzzo nella quale risulta che la superficie totale di tali aree è pari a circa 220.000 ha..

Di queste, la frazione attribuibile alle aree non irrigue non adibite a colture, è stimabile nel 50% dei terreni “Seminativi in aree non irrigue” (in accordo con i dati sopra riportati sulla SAU e sulla SANU) e pertanto a 110.000 ha.

Considerando un valore medio delle rese delle colture energetiche di tipo legnoso si ha un fabbisogno di circa 300 ha per ogni MWe. Attribuendo una quota pari al 30% della SANU-non irrigua a tali colture si ha una potenzialità di produzione elettrica pari a 100 MWe. (Fonte ISSI)

Considerando invece un valore medio delle rese energetiche di tipo oleaginose si ha un fabbisogno di circa 700 ha per ogni MWe. Attribuendo la restante quota del 70% della SANU-non irrigua a tali colture si ha una potenzialità di produzione elettrica di circa 114 MWe.(Fonte Università degli Studi di L’Aquila – Facoltà di Ingegneria).

Pertanto ne consegue una potenzialità elettrica massima installabile di 214 MWe.

La valutazione della potenzialità è stata limitata ai soli terreni seminativi non irrigui non utilizzati al fine di non incidere sull’equilibrio dell’attuale filiera alimentare.

Per ridurre al minimo gli impatti ambientali, nell’approvvigionamento e nella distribuzione dei biocombustibili si ritiene che nuovi impianti di produzione e trattamento non debbano dare luogo ad ulteriori emissioni alteranti in atmosfera.

Carta dei Seminativi in aree non irrigue

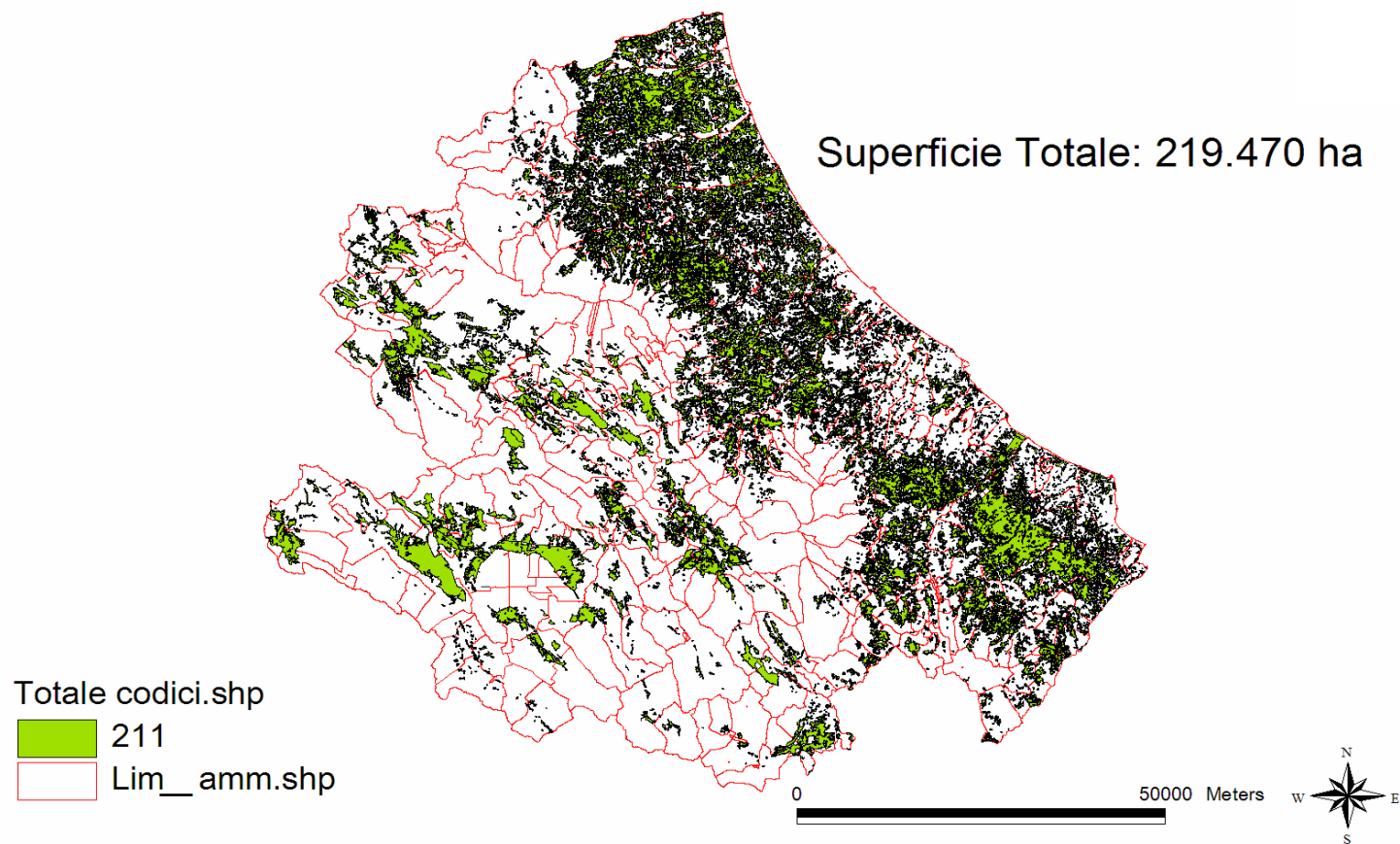


Figura 2.46: Carta dei Seminativi in Aree non Irriguae

5.4 POTENZIALITÀ DI RECUPERO ENERGETICO DALLA PARTE BIODEGRADABILE DEI PRODOTTI, RIFIUTI E RESIDUI AI SENSI DEL D.LGS. 387/03 ART. 2

In Abruzzo si producono annualmente circa 700.000 tonnellate di Rifiuti Urbani così ripartiti nelle 4 province:

Andamento della produzione di rifiuti urbani dal 2002 al 2005

| | anno | L'Aquila ^c | Teramo | Pescara | Chieti | ABRUZZO |
|----------------------------|-------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| RU tot (t/anno) | 2002 ^a | 139.960 | 159.112 | 130.261 | 182.216 | 611.549 |
| | 2003 ^a | 147.449 | 159.080 | 144.303 | 180.861 | 631.693 |
| | 2004 ^a | 155.085 | 170.964 | 159.709 | 195.266 | 681.024 |
| | 2005 ^b | 157.697 | 175.058 | 157.719 | 203.596 | 694.070 |
| Variazione annua (%) | 2002 ^a | - | - | - | - | - |
| | 2003 ^a | 5,35 | -0,02 | 10,78 | -0,74 | 3,29 |
| | 2004 ^a | 5,18 | 7,47 | 10,68 | 7,96 | 7,81 |
| | 2005 ^b | 1,68 | 2,39 | -1,25 | 4,27 | 1,92 |

Note:

a: dati da "Rapporto sullo stato dell'ambiente in Abruzzo – 2005", ARTA, e da Rapporto rifiuti 2004, APAT.

b: elaborazione dei dati forniti dagli Osservatori Rifiuti Provinciali di L'Aquila, Teramo, Pescara e Chieti.

c: dati 2005 riguardanti i Comuni di Anversa degli Abruzzi, Massa d'Albe (la quota di RU indifferenziati), Rivisondoli e Vittorito, non disponibili; si sono assunti per questi Comuni i dati 2004.

Tabella 2.13: Produzione di rifiuti urbani [t/anno] nelle Province Abruzzesi

Relativamente alla produzione di energia elettrica da rifiuti, le potenzialità regionali sono state attinte dal Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti approvato con LR 19.12.2007 n. 45.

Inoltre, in ambito regionale sono disponibili (fonti dati CCIA dell'Aquila ed ENEA) consistenti quantità di rifiuti e scarti industriali e agroalimentari assimilabili per caratteristiche alle biomasse vegetali agroforestali, nella fattispecie :

| TIPOLOGIA RIFIUTI | QUANTITÀ [t/anno] |
|---|-------------------|
| Rifiuti della lavorazione del legno e affini non trattati | 11.000 |
| Scarti da pulper di cantiere | 40.000 |
| Residui agroalimentari | 69.000 |
| TOTALE | 120.000 |

Tabella 2.14: Quantità di rifiuti e scarti industriali e agroalimentari presenti nella Regione

Con questa disponibilità complessiva di rifiuti, anche considerando la frazione biodegradabile dei rifiuti urbani, prodotti e residui si possono potenzialmente produrre energia elettrica per complessivi 42÷48 MWe ed una producibilità di circa 350-400 GWh.

6 IL VETTORE IDROGENO

6.1 IL RUOLO DELLA REGIONE ABRUZZO

Il crescente interesse verso l'impiego dei combustibili a basso impatto ambientale e dell'idrogeno come vettore energetico nei diversi campi dell'autotrazione e della produzione di energia per usi civili e industriali, suscita un'attenzione sempre più vasta da parte dei soggetti imprenditoriali e delle istituzioni, chiamate a progettare uno sviluppo ambientalmente sostenibile.

Gli utilizzi innovativi dell'idrogeno e delle celle a combustibile in campo energetico e della mobilità si presentano come una soluzione molto promettente per la diminuzione dell'impatto ambientale relativo ai processi energetici e alla mobilità, specialmente perché il suo utilizzo non comporta emissioni inquinanti ed è quindi particolarmente indicato nelle aree più critiche per l'inquinamento atmosferico.

L'utilizzo dell'idrogeno come vettore energetico potrà dare risposte esaurienti agli elementi critici del nostro sistema energetico, che è caratterizzato da una sostanziale scarsità di risorse locali, offrendo nuove soluzioni per la produzione ed il trasporto.

La Regione Abruzzo insieme ad altre Regioni ha evidenziato la necessità di attivare politiche in campo energetico e della mobilità che vadano nella direzione della sostenibilità, e ritiene che il tema dell'idrogeno e delle celle a combustibile sia di interesse prioritario ed in linea con le attuali tendenze a scala nazionale ed europea.

Ha infatti adottato una risoluzione di Giunta n 1435 del 18 dicembre 2006 "Incentivazione all'uso delle fonti rinnovabili di energia e al risparmio energetico. Mobilità sostenibile" con la quale viene individuata la strategia dell'idrogeno quale strategia possibile ed idonea anche per la riduzione delle emissioni climalteranti, già precedentemente con la Legge 20/2003 art. 42 la Regione Abruzzo aderiva all'associazione italiana per la valorizzazione dell'uso dell'idrogeno e delle celle a combustibile; in questa sede sono promosse e sostenute tutte le azioni applicabili per lo sviluppo del vettore idrogeno. H2IT è un'associazione onlus partecipata da enti pubblici e società private che costituiscono gli stakeholder della filiera idrogeno.

La promozione della ricerca sull'idrogeno e sulle celle a combustibile è del resto in sintonia con il nuovo ruolo regionale definito a seguito della modifica del Titolo V della Costituzione: sia l'energia che la ricerca sono infatti oggi materie di legislazione concorrente.

Perché si possano ottenere dei risultati tangibili, la promozione del vettore idrogeno richiede che le Regioni italiane coordinino le proprie azioni con quelle dei principali soggetti che, in

Italia, in Europa e nel più vasto contesto internazionale, nel mondo industriale e della ricerca, si occupino della materia. Gli obiettivi del futuro lavoro comune della Regione Abruzzo con le altre Regioni saranno quelli di:

1. rendere coerenti ed integrati gli scenari di utilizzo dell'idrogeno tra i vari settori;
2. valutare una razionalizzazione del quadro normativo in tema di sicurezza;
3. impostare una prima razionalizzazione di lungo periodo sulle reti di distribuzione;
4. promuovere la tecnologia delle celle a combustibile;
5. valutare proposte di intervento sul tema degli autoveicoli ad idrogeno per il trasporto sia pubblico che privato;
6. promuovere l'impiego dell'idrogeno nella cogenerazione industriale;
7. studiare le opportunità di applicazione della cogenerazione a idrogeno a grandi stabili pubblici;
8. valutare l'estensione dell'impiego dell'idrogeno come "energy storage" in agricoltura ed in particolari situazioni industriali in cui vi fosse disponibilità di energie rinnovabili e, pertanto, intermittenti;
9. sostenere, a livello regionale, la ricerca applicata.

Il perseguimento degli obiettivi sopra elencati è favorito dalla partecipazione ai lavori della European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform attraverso la presenza della regione nei diversi Panels, al Mirror Group ed all'Advisory Council. Nell'ambito della mobilità sostenibile la Regione Abruzzo ha interesse a promuovere un accordo di programma; la proposta dell'accordo riguarda l'utilizzo di miscele innovative composte da metano e idrogeno all'interno di una flotta di autoveicoli adeguatamente modificati.

In modo complementare trova spazio all'interno dell'accordo lo sviluppo di una rete di stazioni di distribuzione carburanti 'multifuel'; tra i principali attori del relativo sistema di filiera: Ministeri, Regioni, ENI, FIAT Ricerche.

Nella Regione Abruzzo è attivo presso il Centro di Educazione Ambientale "A. Bellini" di Penne un impianto a Fuel Cells per l'utilizzo del vettore idrogeno come sistema di accumulo della fonte energetica solare . Si tratta di una moderna cella a combustibile PEM da 5 kWp che utilizza idrogeno puro al 99% prodotto dall'elettrolisi dell'acqua ottenuta utilizzando corrente elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico.