

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO
Comitato Nazionale Lotta alla Siccità e alla Desertificazione



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI
DELLA CALABRIA**
Dipartimento di Ecologia

REGIONE ABRUZZO
Direzione Territorio, Urbanistica, Beni
Ambientali, Parchi, Politiche e
Gestione dei Bacini Idrografici



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI
"G. D'ANNUNZIO" CHIETI-PESCARA**
Dipartimento di Scienze della Terra



Piano di Azione Locale per la Regione Abruzzo

Rapporto finale

(PO 2005/2006 AdP MATT-CNLSO 2005)



Panoramica del versante orientale della Maiella e dell'area pedemontana

Coordinatore del Progetto: Prof. Leandro D'Alessandro

Responsabile scientifico: Dott. Tommaso Piacentini

GIS - Analisi geologiche e geomorfologiche di campo: Dott. Fausto Salvatore

Analisi della vegetazione: Prof. Fernando Tammaro

Referente per la Regione Abruzzo: Ing. Angelo D'Eramo

Piano di Azione Locale per la Regione Abruzzo

Rapporto finale

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUZIONE | 6 |
| 1.1. Sviluppo del progetto..... | 6 |
| 1.2. Fase preparatoria..... | 8 |
| 1.3. Fase ricognitiva e acquisizione dati..... | 9 |
| 1.4. Fase propositiva..... | 11 |
| 1.5. Prospettive | 12 |

PARTE 1 – ANALISI DELLE AREE SENSIBILI ALLA DESERTIFICAZIONE NELLA REGIONE ABRUZZO

| | |
|---|----|
| 2. INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO DELLA REGIONE ABRUZZO..... | 14 |
| 2.1. Inquadramento geografico | 14 |
| 2.2. Idrografia | 16 |
| 2.3. Caratteristiche climatiche | 19 |
| 2.4. Inquadramento geologico regionale | 20 |
| 2.5. Inquadramento geomorfologico..... | 22 |
| 2.6. Uso del suolo | 29 |
| 3. INDIVIDUAZIONE PRELIMINARE DELLE AREE SENSIBILI ALLA DESERTIFICAZIONE NELLA REGIONE ABRUZZO (METODOLOGIA ESA) | 31 |
| 3.1. Introduzione..... | 31 |
| 3.2. Indicatori di qualità del suolo | 35 |
| 3.2.1. Roccia Madre | 35 |
| 3.2.2. Tessitura..... | 37 |
| 3.2.3. Pietrosità | 38 |
| 3.2.4. Profondità..... | 41 |
| 3.2.5. Drenaggio..... | 42 |
| 3.2.6. Pendenza | 44 |
| 3.2.7. Calcolo dell'Indice di Qualità del Suolo (SQI) | 46 |
| 3.3. Indicatori di qualità del clima | 48 |
| 3.3.1. Precipitazioni | 49 |
| 3.3.2. Indice di aridità | 50 |
| 3.3.3. Esposizione | 53 |
| 3.3.4. Calcolo dell'Indice di Qualità del Clima (CQI) | 54 |
| 3.4. Indicatori di qualità della vegetazione | 56 |
| 3.4.1. Rischio d'incendio | 58 |
| 3.4.2. Protezione dall'erosione..... | 59 |
| 3.4.3. Resistenza alla siccità..... | 62 |
| 3.4.4. Copertura vegetale | 64 |
| 3.4.5. Calcolo dell'Indice di Qualità della Vegetazione (VQI) | 66 |
| 3.5. Indicatori di qualità della gestione..... | 68 |
| 3.5.1. Intensità d'uso del suolo..... | 68 |
| 3.5.2. Politiche di protezione..... | 72 |
| 3.5.2. Calcolo dell'Indice di Qualità della Gestione del Territorio (MQI) | 74 |
| 3.6. Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione (Indice ESA) | 75 |

**PARTE 2 – PIANO DI AZIONE LOCALE:
BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME FORO**

| | |
|---|-----|
| 4. PIANO DI AZIONE LOCALE: BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME FORO..... | 80 |
| 4.1. Introduzione..... | 80 |
| 4.2. Inquadramento geografico..... | 80 |
| 4.3. Caratteristiche climatiche..... | 82 |
| 4.4. Orografia..... | 85 |
| 4.5. Idrografia..... | 88 |
| 4.6. Geologia..... | 90 |
| 4.7. Pedologia..... | 96 |
| 4.8. Geomorfologia..... | 98 |
| 4.9. Idrogeologia..... | 102 |
| 4.10. Uso del suolo e vegetazione..... | 105 |
| 4.11. Aspetti demografici e socio-economici..... | 113 |
| 4.12. Elaborazione preliminare della carta delle aree sensibili alla desertificazione del bacino idrografico del F. Foro..... | 116 |
| 5. ANALISI DI CAMPO..... | 118 |
| 5.1. Introduzione..... | 118 |
| 5.2. Scheda per l'analisi di terreno..... | 121 |
| 5.3. Risultati delle analisi di campo..... | 125 |
| 5.4. Considerazioni finali..... | 154 |
| 6. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SENSIBILI ALLA DESERTIFICAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL F. FORO (METODOLOGIA ESA)..... | 157 |
| 6.1. Introduzione..... | 157 |
| 6.2. Indice di Qualità del Suolo (SQI)..... | 157 |
| 6.3. Indice di Qualità del Clima (CQI)..... | 161 |
| 6.4. Indice di Qualità della Vegetazione (VQI)..... | 163 |
| 6.5. Indice di Qualità di Gestione del Territorio (MQI)..... | 165 |
| 6.6. Carta delle aree sensibili alla desertificazione del bacino idrografico del F. Foro.... | 167 |
| 7. FASE PROPOSITIVA..... | 170 |
| 7.1. Introduzione..... | 170 |
| 7.2. Uso razionale delle risorse idriche..... | 175 |
| 7.3. Ridistribuzione delle tipologie di colture e adozione di tecniche agronomiche a basso impatto erosivo..... | 182 |
| 7.4. Recupero e riuso della sostanza organica..... | 184 |
| 7.5. Conservazione delle aree a vegetazione boschiva e arbustiva e gestione del patrimonio forestale..... | 186 |
| 7.6. Modalità di applicazione delle misure proposte..... | 188 |
| 8. BIBLIOGRAFIA..... | 190 |

PREMESSA

Il Piano di Azione Locale (PAL) costituisce un progetto operativo e un piano di azione specifico, relativo a comprensori omogenei, e definisce le modalità di implementazione, a partire dall'individuazione delle aree sensibili alla desertificazione. La desertificazione viene intesa nel senso definito dall'UNCCD, come *“il degrado delle terre aride, semi-aride e sub-umide secche attribuibile a varie cause, fra le quali variazioni climatiche e attività umane (UNCCD, 1994)”*.

Coerentemente con le indicazioni fornite dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione (UNCCD), il PAL costituisce dunque lo strumento di pianificazione contenente le misure specifiche, in comprensori omogenei, di prevenzione, mitigazione e adattamento dei fenomeni di siccità e desertificazione a cui sono soggette specifiche aree del territorio, individuate secondo una metodologia scientificamente condivisa e con il supporto di uno adeguato set di indicatori.

Scopo del progetto è, quindi, la messa a punto di strumenti per individuare interventi concreti e durevoli che garantiscano:

- la protezione del suolo;
- la gestione sostenibile della risorsa idrica;
- la riduzione dell'impatto delle attività produttive;
- il riequilibrio del territorio.

I diversi PAL realizzati, oltre all'Abruzzo, in aree specifiche del territorio italiano (Basilicata, Calabria, Piemonte, Puglia, Sardegna, Sicilia) sono azioni a carattere pilota, eventualmente replicabili in aree con caratteristiche omogenee. Da questi possono dunque scaturire gli elementi per la definizione dei Piani di Azione Regionale.

PAL e Programmi delle regioni costituiscono gli elementi del Piano di Azione Nazionale (PAN) per la lotta alla siccità e alla desertificazione, obiettivo principale del Comitato Nazionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione (CNLSO). Il riferimento principale definizione di tali piani, ripreso in toto dalla Delibera CIPE 229/99, è naturalmente la Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione (UNCCD).

Il Piano di Azione Locale per la Regione Abruzzo è giunto alla Fase Conclusiva, come previsto nel contratto di ricerca e in relazione a quanto indicato nella lettera di Proroga dell'Accordo di Programma 2005 ricevuta dal Dipartimento di Ecologia del Università della Calabria (Prot. 0615/06 del 20/07/2006).

Il progetto si è sviluppato in due parti principali. La prima parte è stata finalizzata alla definizione preliminare delle aree sensibili alla desertificazione di tutto il territorio della regionale. La seconda parte è stata finalizzata più propriamente all'implementazione del Piano di Azione Locale; l'area in cui è stato svolto il progetto è il bacino idrografico del F. Foro, selezionata sulla base del quadro conoscitivo precedente e sulla base della prima parte del lavoro.

L'elaborazione e lo sviluppo del progetto sono stati resi possibili dal contributo, in termini di dati territoriali e cartografici e di discussioni tecnico scientifiche, di diversi servizi regionali ed enti presenti sul territorio.

Si ringraziano in particolare, per aver contribuito a diverso titolo allo svolgimento del progetto, i seguenti enti territoriali e i seguenti servizi della Regione Abruzzo:

- Regione Abruzzo, *Direzione LL.PP., Aree Urbane, Servizio Idrico Integrato, Manutenzione Programmata del Territorio - Gestione Integrata dei Bacini Idrografici. Protezione Civile. Attività di relazione politica con i paesi del mediterraneo* (Ing. Pierluigi Caputi);
- Regione Abruzzo, *Servizio acque e Demanio idrico, Direzione LL.PP., Aree Urbane, Servizio Idrico Integrato, Manutenzione Programmata del Territorio - Gestione Integrata dei Bacini Idrografici. Protezione Civile. Attività di relazione politica con i paesi del mediterraneo* (Gruppo di Lavoro del Piano di Tutela delle Acque, Ing. Bruno Fabiocchi, Ing. Giuseppe Venturini, Dr.^{ssa} Sabrina Di Giuseppe);
- Regione Abruzzo, *Direzione Parchi, Territorio, Ambiente, Energia*;
- Regione Abruzzo, *Servizio per l'Informazione territoriale e la Telematica, Struttura speciale di supporto Sistema Informativo Regionale* (Ing. Domenico Longhi);
- Regione Abruzzo, *Servizio di Protezione Civile* (Ing. Altero Leone, Dott. Sabatino Belmaggio);
- *Autorità dei bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo* (Ing. Angelo D'Eramo);
- *CAR, Centro Agrometeorologico Regionale* (Dott. Fernando Antenucci);
- *ARSSA, Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricolo-Abruzzo* (Dott. Sergio Santucci);
- *Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, Pescara* (Ing. Mario Russo).

1. INTRODUZIONE

1.1. Sviluppo del progetto

Il progetto per l'implementazione del Piano di Azione Locale relativo alla Regione Abruzzo è stato sviluppato secondo lo Schema-Guida fornito dal Comitato Nazionale per la Lotta alla Siccità e Desertificazione (CNLSD), in accordo con il Referente per la Regione Abruzzo Ing. Angelo D'Eramo e come discusso nelle riunioni del CNLSD e nei seminari di coordinamento tenutisi nel 2006 e nel 2007 sulla base del confronto con le diverse regioni partecipanti al progetto.

L'impostazione del progetto è stata definita sulla base del quadro conoscitivo acquisito e sulla base di quanto concordato con il responsabile regionale, facendo riferimento alle indicazioni del CNLSD e conformemente ai piani strategici e ai piani territoriali della Regione Abruzzo.

Il progetto in particolare prevede:

Fase preparatoria

- 1) definizione del gruppo di lavoro e del programma di lavoro; individuazione dell'area campione per il Piano di Azione Locale;

Fase ricognitiva

- 2) implementazione di un *Sistema Informativo Territoriale (GIS)* per la gestione dei dati territoriali acquisiti;
- 3) elaborazione della *Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione della regione Abruzzo* (scala 1:250.000) secondo la metodologia ESA (Progetto Medalus, Kosmas et alii, 1999);
- 4) selezione dell'area di studio per il *Piano di Azione Locale*: bacino idrografico del *F. Foro*;
- 5) analisi del territorio del bacino idrografico del *F. Foro* per quanto riguarda gli aspetti geologici, geomorfologici e della vegetazione, anche mediante analisi di campo;
- 6) verifica e rielaborazione della *Carta delle aree sensibili alla desertificazione del bacino idrografico del F. Foro* (scala 1:250.000) secondo la metodologia ESA (Progetto Medalus, Kosmas et alii, 1999);

Fase propositiva

- 7) individuazione di possibili interventi concreti e durevoli, concordati sia con i referenti regionali, sia con gli attori locali, mirati alla protezione del suolo, alla gestione sostenibile della risorsa idrica, alla riduzione dell'impatto delle attività produttive, al riequilibrio del territorio.

La presente relazione e i relativi elaborati cartografici costituiscono il rapporto finale del progetto. Si specifica a tal proposito il lavoro ha visto lo sviluppo della fase preparatoria, della fase ricognitiva e della fase propositiva dello schema guida.

Nella **Parte 1** della relazione sono illustrate le analisi territoriali e l'elaborazione di un Sistema Informativo Territoriale finalizzate alla definizione preliminare delle aree sensibili alla desertificazione nel territorio della Regione Abruzzo. Questa analisi preliminare si è resa necessaria non essendo presenti studi di carattere regionale relativi alla sensibilità alla desertificazione conformi e confrontabili con quelli presenti in numerose regioni del centro-sud d'Italia. In particolare nel *Capitolo 2* è presentato un inquadramento dei diversi aspetti che caratterizzano il territorio regionale, nel quale si inquadra la zona relativa al PAL. Nel *Capitolo 3* si illustra l'analisi dei documenti cartografici esistenti e dei dati disponibili, in relazione ai principali indicatori della vulnerabilità alla desertificazione; tale analisi ha portato all'elaborazione di una *Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione della regione Abruzzo* (scala 1:250.000).

L'area obiettivo del **Piano di Azione Locale** è stata individuata nel **bacino idrografico del F. Foro** e nella **Parte 2** è descritta l'analisi territoriale, le analisi e le verifiche di campo e le elaborazioni nell'ambito del sistema informativo territoriale che hanno portato all'implementazione del Piano. Il *Capitolo 4* descrive gli aspetti fisici dell'area del F. Foro. Il *Capitolo 5* illustra, quindi, il contributo originale delle analisi di campo relative agli aspetti geologici, geomorfologici e vegetazionali effettuate al fine di tarare e verificare l'elaborazione del Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione. Il *Capitolo 6* illustra la rielaborazione, sulla base delle analisi effettuate e delle analisi di campo, della *Carta delle aree sensibili alla desertificazione del bacino idrografico del F. Foro* (scala 1:250.000). Il *Capitolo 7* illustra la fase propositiva del progetto; sono proposte una serie di azioni e di misure, a breve e a lungo termine, atte a mitigare la sensibilità del territorio alla desertificazione.

1.2. Fase preparatoria

La fase preparatoria ha visto la formazione del gruppo di lavoro, costituito dal coordinatore del progetto Prof. Leandro D'Alessandro, dal responsabile scientifico Dr. Tommaso Piacentini, da un collaboratore Dr. Fausto Salvatore (GIS - Analisi geologiche e geomorfologiche di campo), cui si sono aggiunti nella seconda fase del lavoro, il Prof. Fernando Tammaro (analisi della vegetazione) e la Dr.^{ssa} Stefania Di Bartolomeo (analisi delle azioni di mitigazione della sensibilità alla desertificazione).

A seguito di una concertazione preliminare a livello regionale si è formulata una proposta per l'identificazione dell'area di studio; ciò si è basato, in via preliminare, sull'analisi delle conoscenze esistenti (cartografie di rischio, indicatori, ecc.), tenendo anche conto dei criteri di selezione adottati anche nei PAL delle altre regioni coinvolte nel progetto. In particolare, data la carenza di studi regionali sugli aspetti relativi a siccità e desertificazione, la fase preparatoria e la identificazione dell'area di studio sono state sviluppate parallelamente alla fase ricognitiva. È stato infatti avviato lo studio di tutto il territorio regionale secondo le metodologie più diffuse a livello europeo (la metodologia ESA, Kosmas et alii, 1999, Ceccarelli et alii, 2006), volta proprio all'identificazione delle aree sensibili alla desertificazione. Tale analisi si è basata sul quadro conoscitivo esistente e sulle informazioni derivanti dalla letteratura scientifica, della cartografia geologica, geomorfologica e tematica, e sulle informazioni e le cartografie derivanti dagli strumenti di pianificazione vigenti (PTA, PAI, PSR, ecc). Si è definito un quadro preliminare della distribuzione delle aree sensibili alla desertificazione nel territorio regionale. Ciò ha quindi permesso di verificare la significatività dell'area di studio selezionata in via preliminare.

L'area di studio identificata è il bacino idrografico del F. Foro ubicato nella Provincia di Chieti, tra la Montagna della Maiella e la costa adriatica (Fig. 1).

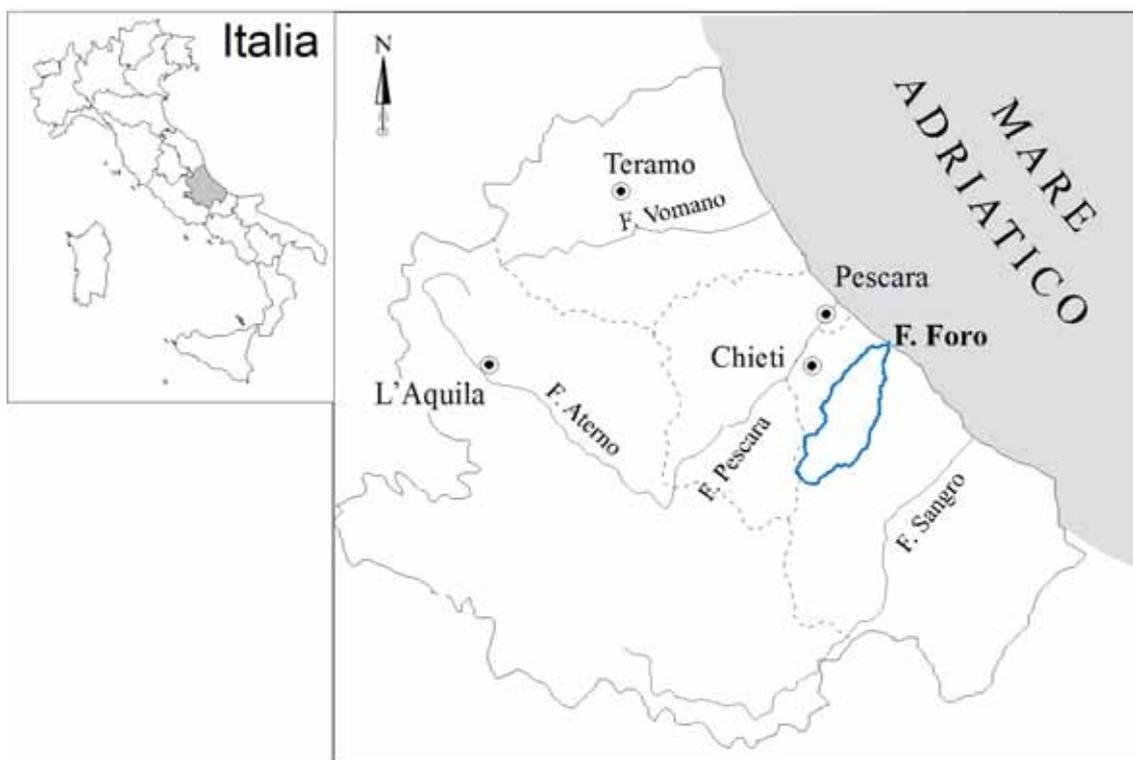


Figura 1 – Ubicazione del bacino del F. Foro, area di studio selezionata per l'implementazione del Piano di Azione Locale.

1.3. Fase ricognitiva e acquisizione dati

L'acquisizione del quadro conoscitivo sull'intero territorio regionale e in particolare sul territorio del bacino del F. Foro si è basata sull'analisi della letteratura scientifica, riportata nella *Bibliografia* della presente relazione, della cartografia geologica, geomorfologica e tematica, e sul reperimento di informazioni derivanti dagli strumenti di pianificazione vigenti (PTA, PAI, PSR, PIT, etc.).

Durante le prime fasi e in tutto lo sviluppo del progetto la raccolta e la acquisizione dei dati cartografici e informatici necessari è stata resa possibile dal contributo di diversi servizi regionali ed enti presenti sul territorio. In particolare hanno contribuito a diverso titolo:

- Regione Abruzzo, *Direzione LL.PP., Aree Urbane, Servizio Idrico Integrato, Manutenzione Programmata del Territorio - Gestione Integrata dei Bacini Idrografici. Protezione Civile. Attività di relazione politica con i paesi del mediterraneo* (Ing. Pierluigi Caputi);
- Regione Abruzzo, *Servizio acque e Demanio idrico, Direzione LL.PP., Aree Urbane, Servizio Idrico Integrato, Manutenzione Programmata del Territorio - Gestione Integrata dei Bacini Idrografici. Protezione Civile. Attività di relazione*

politica con i paesi del mediterraneo (Gruppo di Lavoro del Piano di Tutela delle Acque, Ing. Bruno Fabiocchi, Ing. Giuseppe Venturini, Dr.^{ssa} Sabrina Di Giuseppe);

- Regione Abruzzo, *Direzione Parchi, Territorio, Ambiente, Energia*;
- Regione Abruzzo, *Servizio per l'Informazione territoriale e la Telematica*, Struttura speciale di supporto Sistema Informativo Regionale (Ing. Domenico Longhi);
- *Autorità dei bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo* (Ing. Angelo D'Eramo);
- *Protezione Civile*, Regione Abruzzo (Dott. Sabatino Belmaggio);
- *CAR*, Centro Agrometeorologico Regionale (Dott. Antenucci);
- *ARSSA*, Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricolo-Abruzzo (Dott. Sergio Santucci);
- *Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale*, Pescara (Ing. Mario Russo).

Di seguito sono elencati i principali dati territoriali, geologici e geotematici acquisiti e le relative fonti.

| <i>DATI RELATIVI AL TERRITORIO DELLA REGIONE ABRUZZO</i> | <i>FONTE</i> |
|--|--|
| - DEM Regione Abruzzo, passo 40 metri | Regione Abruzzo |
| - Carta geolitologica (scala 1:100.000) | Regione Abruzzo |
| - Carta idrogeologica (scala 1:100.000) | Regione Abruzzo |
| - Carta geomorfologica (scala 1:25.000) | Regione Abruzzo |
| - Carta dell'Uso del suolo (scala 1:25.000) | Regione Abruzzo |
| - Carta della Vegetazione (scala 1:100.000) | Regione Abruzzo |
| - Carta dei Suoli della Regione Abruzzo (scala 1:250.000) | ARSSA Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricolo |
| - Progetto <i>Corine Land Cover</i> | APAT Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici |
| - Inventario Fenomeni Fransi Italiani (Progetto IFFI) | APAT |
| - Ubicazione sezioni idrometrografiche, stazioni pluviometriche e stazioni termometriche | Regione Abruzzo |
| - Reticolo idrografico | Regione Abruzzo |
| - Annali idrologici | SIMN Servizio Idrografico Mareografico Nazionale di Pescara |
| - Dati termo-pluviometrici | CAR Centro Agrometeorologico Regionale |
| - Limiti dei Bacini idrografici | Regione Abruzzo |
| - Ubicazione e limiti dei Parchi Nazionali e Regionali | Regione Abruzzo |
| - Ubicazione e limiti delle Riserve naturalistiche e orientate | Regione Abruzzo |
| - Ubicazione e limiti delle Riserve naturali | Regione Abruzzo |
| - Ubicazione e limiti dei Siti interessi comunitario | Regione Abruzzo |
| - Censimento popolazione 2001 | ISTAT |
| - Censimento agricoltura 2000 | ISTAT |

La strutturazione di un Sistema Informativo Territoriale e l'elaborazione dei dati acquisiti relativamente agli aspetti geologici, geomorfologici, edafici, climatici, vegetazionali e di uso del suolo, ha portato all'elaborazione della *Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione della regione Abruzzo* (scala 1:250.000) secondo la metodologia ESA (Progetto Medalus, Kosmas et alii, 1999). Sulla base di questa analisi preliminare, nell'area di campione selezionata per il *Piano di Azione Locale* (bacino idrografico del F. Foro) sono state effettuate analisi di maggior dettaglio degli aspetti geologici, geomorfologici e della vegetazione; sono quindi stati eseguiti rilevamenti di campo per verificare e tarare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e della vegetazione, e per verificare la sensibilità alla desertificazione del territorio. Le analisi hanno portato alla verifica e alla rielaborazione della *Carta delle aree sensibili alla desertificazione del bacino idrografico del F. Foro* (scala 1:250.000), sempre tenendo conto della metodologia ESA (Progetto Medalus, Kosmas et alii, 1999), integrata con le analisi di dettaglio effettuate.

1.4. Fase propositiva

Lo studio effettuato nell'area campione del bacino del F. Foro ha evidenziato le principali problematiche, relative alla degradazione dei suoli, alla variazione e riduzione della copertura vegetale e alla gestione delle risorse idriche, e ha permesso di delineare la fase propositiva del progetto.

Sono stati individuati una serie di possibili interventi e/o misure concreti e durevoli mirati alla protezione del suolo, alla gestione sostenibile della risorsa idrica, alla riduzione dell'impatto delle attività produttive, al riequilibrio del territorio. Tutti gli interventi e le misure sono, quindi, volti a mitigare la sensibilità del territorio alla desertificazione, con particolare riferimento al bacino idrografico del F. Foro. Questi sono stati concordati con i referenti regionali e si inquadrano e si correlano in maniera congruente con i piani strategici e di tutela della Regione Abruzzo, ed in particolare con Piano di Tutela delle Acque e Piano di Sviluppo Rurale.

1.5. Prospettive

I risultati dello studio mettono in luce la necessità di approfondire lo studio per arrivare a una più completa analisi della distribuzione delle aree sensibili su tutto il territorio della regione abruzzese. Ciò risulta fondamentale anche al fine di meglio calibrare le misure che si intendono adottare la loro applicabilità sul territorio e la loro distribuzione territoriale.

Sarà necessario tenere conto in maniera accurata di diversi aspetti, tra cui ad esempio della distribuzione dei depositi di frana, che determinano una degradazione dei suoli, o degli aspetti idrogeologici, particolarmente significativi in una regione come l'Abruzzo ricca di risorse idriche sotteranee con numerose sorgenti di grande portata (diversi m³/s) in tutta l'area montana e a ridosso del settore pedemontano.

Sarà, quindi, necessario procedere a un approfondito studio per una più completa taratura della *Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione* su tutto il territorio regionale. Solo una cartografia adeguatamente implementata con ulteriori rilievi e indagini specifiche potrà, infatti, essere la base per una definizione più completa delle possibili misure da adottare, al fine di mitigare la sensibilità del territorio alla desertificazione.

Si potrà, infine, procedere a una concertazione dei risultati e delle misure proposte con i portatori di interessi e a una integrazione in ambito regionale con i piani strategici e di tutela ed in particolare con il Piano di Tutela delle Acque e il Piano di Sviluppo Rurale.

**PARTE 1 – ANALISI DELLE AREE SENSIBILI ALLA
DESERTIFICAZIONE NELLA REGIONE ABRUZZO**

2. INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO DELLA REGIONE ABRUZZO

2.1. Inquadramento geografico

Il territorio della regione abruzzese è posto nella porzione centro orientale della penisola italiana (Fig. 2). Comprende la parte centrale della catena appenninica, la fascia pedemontana orientale e la fascia costiera adriatica (Fig. 3) (BARTOLINI *et alii*, 2003; D'ALESSANDRO *et alii*, 2003c).

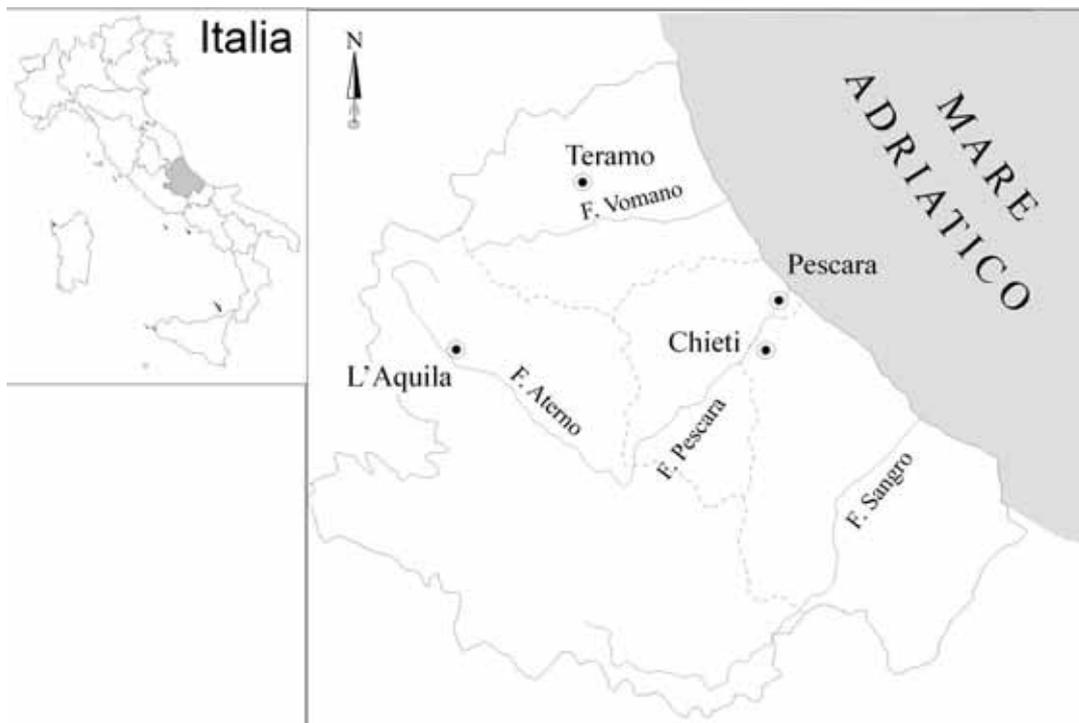


Fig. 2 – Ubicazione della Regione Abruzzo.

L'area di *catena*, che costituisce l'ossatura della porzione centrale di Appennino, è caratterizzata da una serie di dorsali montuose che si elevano bruscamente dal versante adriatico fino al di sopra dei 2500 m (Gran Sasso, 2912 m s.l.m.; Montagna della Maiella, 2873 m s.l.m.) e degradano verso sudovest attraverso rilievi via via più modesti (Fig. 3). Le dorsali sono allineate in direzione prevalentemente NW-SE, ma possono variare da N-S a E-W, e sono costituite da terreni essenzialmente calcarei, calcareo-marnosi e marnosi mesozoici. Tale aspro rilievo è interrotto da una serie di valli a decorso subparallelo alle dorsali principali con dislivelli molto elevati, generalmente nell'ordine di 1000-1500 m, entro cui affiorano sedimenti neogenici arenaceo-argillosi. Con questo paesaggio contrastano le conche intermontane, ampie depressioni subpianeggianti o debolmente ondulate a quote variabili tra 250 m e 1000 m (Fig. 4).

L'area pedemontana presenta caratteristiche fisiografiche piuttosto uniformi, già descritte, nei lineamenti principali, da CASTIGLIONI (1935). Essa è contraddistinta da rilievi collinari e da estese zone subpianeggianti che digradano dolcemente verso il mare (Fig. 3). Sono presenti al suo interno anche rilievi che raggiungono quote di 1.000 m, e che sono separati da incisioni vallive profonde e a forte acclività. All'interno della fascia pedemontana la distribuzione delle acclività dei versanti, seppure generalmente medio-bassa, è variabile con aree in cui si concentrano forti acclività ed altre in cui prevalgono versanti ampi e poco scoscesi. L'uniformità del paesaggio è interrotta dalle valli dei fiumi principali, con una direzione generalmente perpendicolare alla linea di costa, quindi da WSW-ENE a SW-NE, che isolano rilievi collinari allungati parallelamente alle valli (Fig. 4).



Fig. 3 – Schema fisiografico dell'area abruzzese (da D'ALESSANDRO et alii, 2003c).

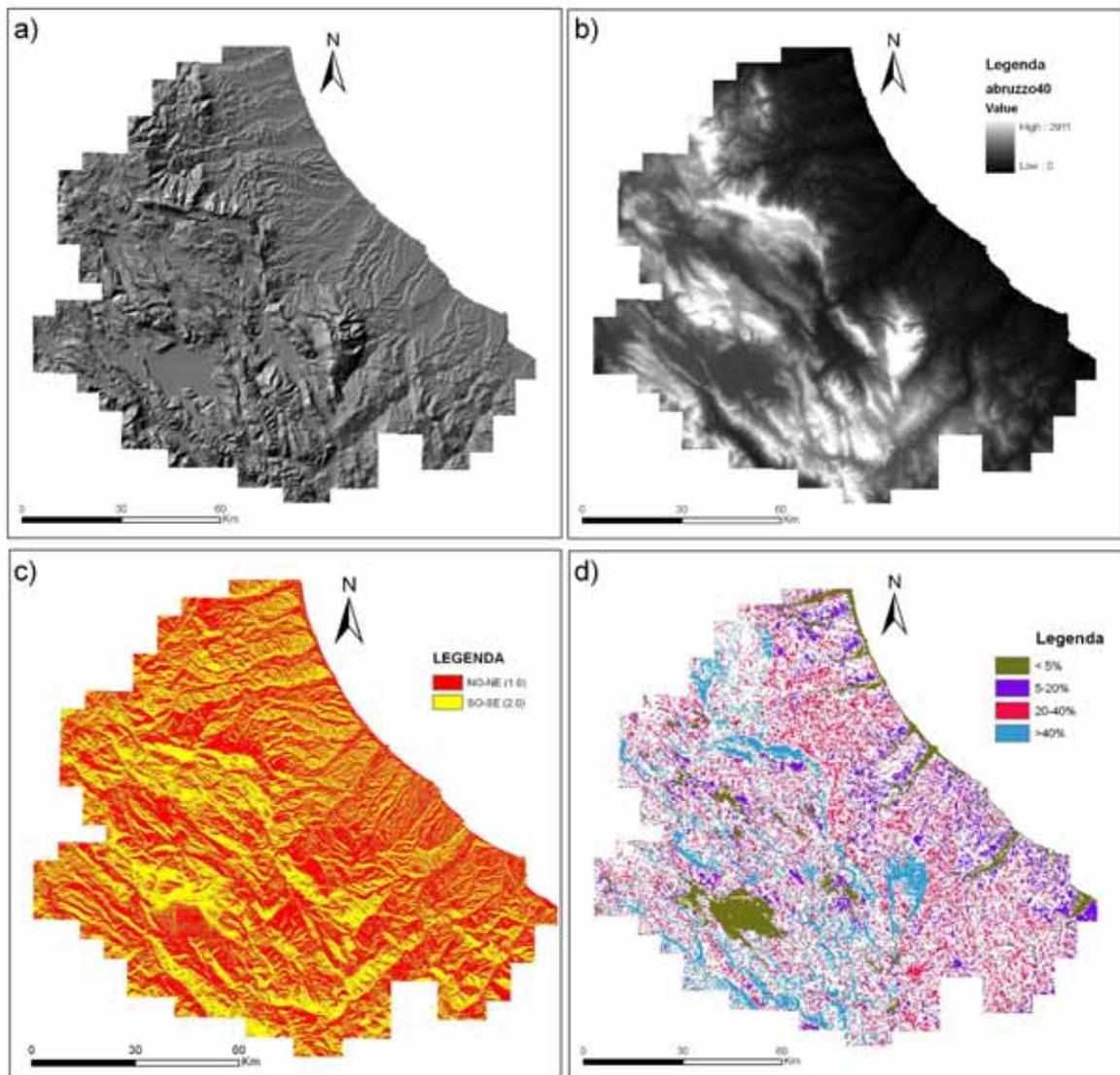


Figura 4 - Caratteristiche orografiche della Regione Abruzzo: a) Rilievo ombreggiato; b) carta delle fasce altimetriche; c) carta dell'esposizione dei versanti; d) carta della pendenza.

2.2. Idrografia

La area abruzzese presenta un drenaggio superficiale sia verso l'Adriatico che verso il Tirreno. Tra i fiumi abruzzesi che sfociano nell'Adriatico, si individuano diversi gruppi: alcuni con bacini interamente incisi nella fascia collinare (Piomba, Alento, Osento, Sinello), altri che hanno origine dal fianco esterno della catena appenninica e che la dissecano in direzione trasversale (Vibrata, Salinello, Fino, Tavo, Foro), altri ancora che nascono nella catena ed hanno inizialmente andamento parallelo alla direttrice appenninica e decorso trasversale nel tratto medio e terminale (Tronto, Vomano, Aterno-Pescara, Sangro, Trigno). Inoltre, dalla catena interna abruzzese hanno origine alcuni bacini idrografici con drenaggio

tirrenico, come quelli del Fiume Liri e del Fiume Imele. L'area del Fucino rappresenta un'ampia area endoreica attualmente drenata artificialmente verso il bacino del Fiume Liri.

Benché l'Abruzzo sia solcato da una rete idrografica molto fitta (Fig. 5), non si può dire che i suoi fiumi abbiano una particolare lunghezza o abbondanza di acque. Solo due, il F. Pescara e il F. Sangro, superano i 100 km, e soltanto quattro (Pescara, Vomano, Liri e Sangro) hanno una portata media annua superiore ai 10 m³/sec nella zona di foce. Si riportano qui di seguito alcuni dati caratteristici, tratti dagli *Annali Idrologici* (UFFICIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO DI PESCARA, 1997).

L'Aterno-Pescara è il maggiore fiume abruzzese avendo una lunghezza pari a 145 km, che lo pone al ventesimo posto in Italia; la sua portata massima è di 594,08 m³/sec, quella minima è di 18,40 m³/sec e la portata media è di 51,76 m³/sec; tali misure sono state effettuate alla stazione posta in località S. Teresa (PE).

Il Sangro, con i suoi 122 km di lunghezza, è il maggiore fiume dell'Abruzzo meridionale; ha una portata massima di 239,21 m³/sec, una portata minima di 3,44 m³/sec e una portata media di 27,31 m³/sec; tali misure si riferiscono alla stazione di Paglieta, posta a circa 5 km dalla foce.

Il Vomano è il più importante fiume dell'Abruzzo settentrionale, con una lunghezza di 68 km ed una portata è di 1,5x10⁶ m³/anno (DESIDERIO *et alii*, 2003).

Non si possono, infine, non citare fra i principali fiumi abruzzesi il Tronto ed il Liri, anche se gran parte del loro bacino appartiene ad altre regioni.

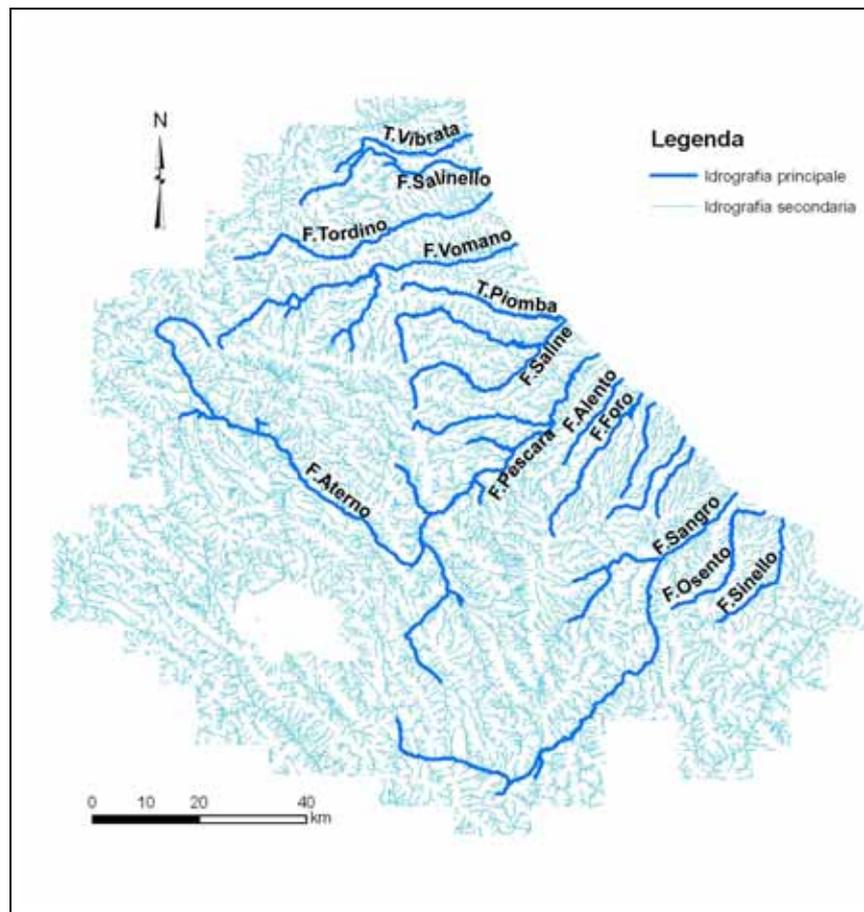


Fig. 5 – Idrografia della Regione Abruzzo derivante dall'elaborazione del DEM.

2.3. Caratteristiche climatiche

Il quadro delle caratteristiche climatiche del territorio regionale fa riferimento allo studio elaborato dalla Direzione Protezione della Natura del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, nell’ambito del progetto “Completamento delle Conoscenze Naturalistiche di base”.

La carta schematica di Fig. 6 indica la distribuzione dei principali tipi climatici nel territorio della regione abruzzese, da un clima mediterraneo oceanico, nei settori sud-orientali della regione, a un clima temperato oceanico nelle aree montuose; il tipo più diffuso è tuttavia il clima temperato oceanico-semicontinentale di transizione, che occupa quasi tutta l’area pedemontana e gran parte delle aree delle conche intermontane.

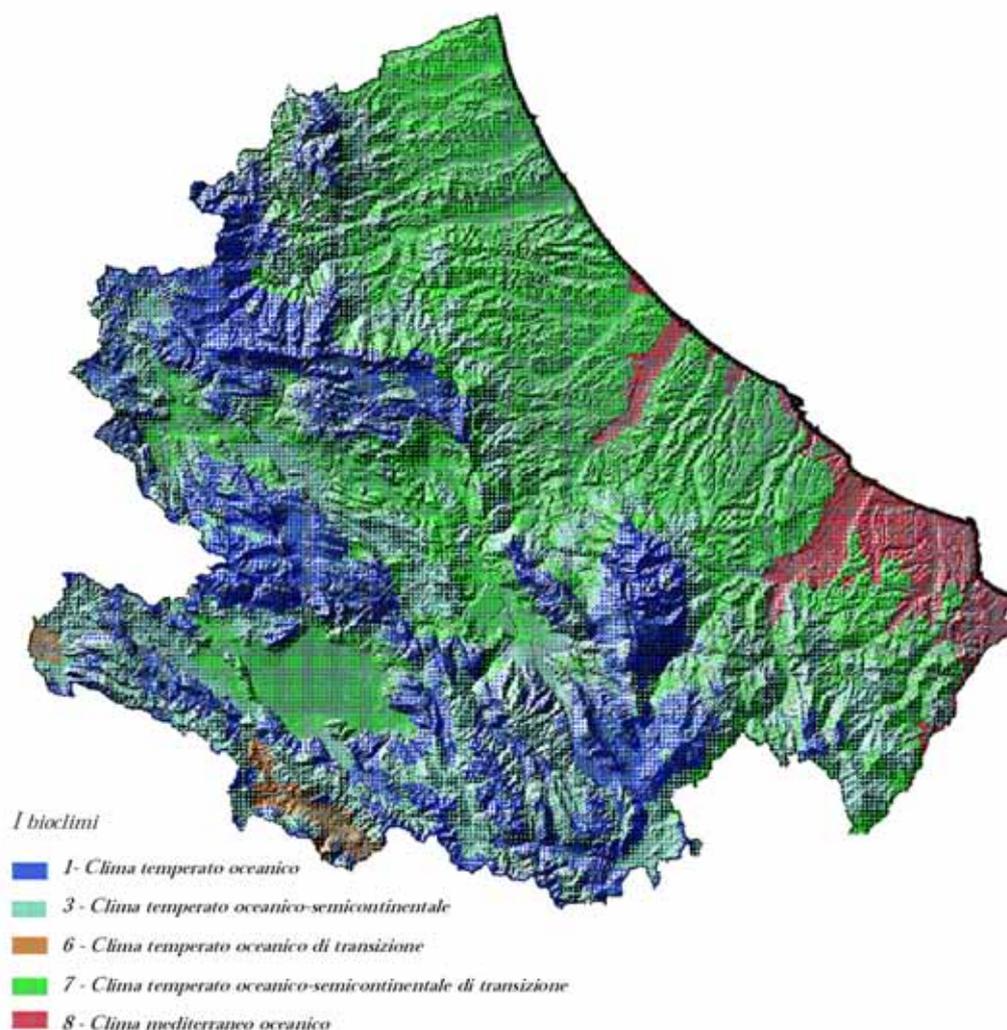


Figura 6 – Distribuzione dei principali tipi climatici nel territorio abruzzese (da MATTM progetto “Completamento delle Conoscenze Naturalistiche di base”).

2.4. Inquadramento geologico regionale

L'area abruzzese si può suddividere in tre settori omogenei al punto di vista orografico, l'area di catena, la fascia pedemonta e la fascia costiera. Questi settori presentano caratteristiche geologiche omogenee come evidenziato anche nello schema geologico semplificato di Fig. 7.

L'**area di catena** è caratterizzata da litotipi carbonatici riferibili a successioni mesozoiche di piattaforma carbonatica, scarpata e bacino, che costituiscono i rilievi monuosi, da litotipi argilloso-arenacei di successioni torbiditiche neogeniche, affioranti nelle valli principali, e da depositi continentali quaternari, essenzialmente conglomeratici, sabbiosi e limosi, che colmano le principali depressioni intermontane.

Dal punto di vista geologico-strutturale l'Appennino centrale è costituito da una struttura a falde embricate che ha determinato la sovrapposizione di potenti successioni di litotipi carbonatici riferibili a differenti domini paleogeografici: piattaforme carbonatiche, scarpate e bacini pelagici. Durante il Neogene una fase tettonica compressiva ha portato alla messa in posto dei principali sistemi di sovrascorrimenti nell'area di catena coinvolgendo progressivamente nell'accavallamento anche litotipi argilloso arenacei miocenici di avanfossa. L'assetto strutturale è costituito da sovrascorrimenti a vergenza E e NE che determinano la sovrapposizione di litotipi di natura calcarea che costituiscono i principali rilievi su litotipi arenaceo-argillosi affioranti lungo le valli (PAROTTO & PRATURLON, 1975; PAROTTO, 1980; PATACCA & SCANDONE, 1989; MICCADEI, 1993; CIPOLLARI & COSENTINO, 1996; CIPOLLARI *et alii*, 1997; VEZZANI & GHISETTI, 1997; SCISCIANI *et alii*, 2002; CALAMITA *et alii*, 2002; PATACCA & SCANDONE, 2007).

Successivamente a partire dal Pliocene superiore si è sviluppata una attività tettonica distensiva, accompagnata da un sollevamento generalizzato (DRAMIS, 1992; D'AGOSTINO *et alii*, 2001; MAYER *et alii*, 2003; PIZZI, 2003). Nel settore di catena si sono sviluppati importanti sistemi di faglie dirette a direzione NW-SE e N-S con rigetti molto elevati che bordano le principali dorsali e hanno portato alla formazione di ampie conche intermontane colmate parzialmente da successioni di depositi continentali quaternari conglomeratici, sabbiosi e limosi (DEMANGEOT, 1965; BOSI *et alii*, 1993; DRAMIS, 1993; CAVINATO *et alii*, 1994; ASCIONE & CINQUE, 1999; MICCADEI *et alii*, 1999; CALAMITA *et alii*, 2000; PIZZI & SCISCIANI, 2000; CAVINATO *et alii*, 2002; MICCADEI *et alii*, 2002; D'ALESSANDRO *et alii*, 2003c).

I rilievi della **fascia pedemontana** sono impostati su litotipi terrigeni essenzialmente arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei, con intercalazioni di orizzonti conglomeratici (CENTAMORE *et alii*, 1992; FARABOLLINI, 1995; D’ALESSANDRO *et alii*, 2003c). Questi hanno età riferibile all’intervallo che va dal Miocene superiore al Pleistocene inferiore e rappresentano il riempimento di bacini di avanfossa e di *piggy-back* e depositi emipelagici che chiudono la sedimentazione marina nel Pleistocene inferiore con una sequenza regressiva di litotipi argillosi, sabbiosi e conglomeratici (ORI *et alii*, 1991; BIGI *et alii*, 1995; CANTALAMESSA & DI CELMA, 2004).

L’area è caratterizzata dalla presenza di ampie coltri di depositi continentali quaternari che affiorano in prevalenza lungo le principali valli fluviali e in misura minore lungo i versanti dei rilievi principali. Essi sono costituiti prevalentemente da depositi fluviali e di conoide alluvionale disposti in diversi ordini di terrazzi ben noti in letteratura fin dalla prima metà del 1900 (BONARELLI, 1932; CASTIGLIONI, 1935; LIPPARINI, 1939; DEMANGEOT, 1965; DRAMIS *et alii*, 1992; NESCI *et alii*, 1992; NESCI & Savelli, 2003; FARABOLLINI, 1995; COLTORTI *et alii*, 1996; D’ALESSANDRO *et alii*, in stampa, DELLA SETA *et alii*, in stampa).

Le successioni arenaceo-pelitiche torbiditiche mio-plioceniche sono disposte in strutture a pieghe più o meno ampie e sono sovrescose verso ENE; le successioni argilloso-sabbioso-conglomeratiche plio-pleistoceniche sono disposte generalmente in assetto monoclinale con deboli inclinazioni verso nordest. Solo nei settori più occidentali a ridosso della catena appenninica si riscontrano successioni carbonatiche mesocenoiche in assetto tettonico complicato per la presenza di importanti sistemi di accavallamento.

Nel corso del Pleistocene tutta la fascia periadriatica è interessata da forti sollevamenti. Diversamente rispetto all’area di catena si sono sviluppate faglie dirette, anch’esse a direzione da appenninica a SW-NE, ma in genere con rigetti modesti (FARABOLLINI 1995; COLTORTI *et alii*, 1996; CENTAMORE & NISIO, 2003; FARABOLLINI *et alii*, 2004; D’ALESSANDRO *et alii*, in stampa, DELLA SETA *et alii*, in stampa).

La fascia costiera è caratterizzata da costa bassa (per circa 99 km) con una piana costiera di ampiezza variabile fino a circa 2 km impostata in depositi sabbiosi di spiaggia o in depositi alluvionali e localmente lacustri-palustri; nel settore centro-meridionale (tra Ortona e Vasto) si individuano tratti di costa alta (per circa 26 km) impostata su litotipi sabbioso-arenacei e conglomeratici plio-pleistocenici su cui poggiano lembi di depositi di spiaggia sabbioso-ghiaiosi attuali (D’ALESSANDRO *et alii*, 2003b)

sovrascorrimenti (a direzione N-S, NNW-SSE e NW-SE) di litotipi calcarei su litotipi arenaceo-pelitici. Tali strutture sono state scolpite dall'erosione differenziale sui litotipi più erodibili, determinata dai fenomeni di sollevamento e dalla conseguente evoluzione del reticolo idrografico; in alcuni casi i rilievi sono invece determinati direttamente dal movimento di sistemi di faglie dirette quaternarie e solo secondariamente dai processi di erosione selettiva (Figg. 8, 9) (D'ALESSANDRO *et alii*, 2003c). Le valli tettoniche e le conche tettoniche sono le depressioni formate del tutto o in prevalenza dal movimento lungo sistemi di faglie dirette, o a prevalente componente distensiva, che hanno ribassato alcuni blocchi rispetto ai settori circostanti e sono in genere delimitate da importanti versanti e scarpate di faglia (Figg. 8, 9).

Particolarmente significative sono le "valli trasversali", spesso caratterizzate da gole incise e profonde, che si sviluppano trasversalmente alle dorsali principali e sono state modellate dall'approfondimento del reticolo idrografico (MAZZANTI & TREVISAN, 1978; ALVAREZ, 1999) e determinano la connessione fisiografica e idrografica tra i settori di catena e la fascia pedemontana (Figg. 8, 9).

Nell'aspro contesto morfologico del settore di catena le oscillazioni climatiche quaternarie hanno esercitato una influenza notevole, lasciando tracce molto evidenti, date da forme glaciali e periglaciali a versanti regolarizzati e detriti stratificati di versante, quest'ultimi prodotti da gelifrazione su versanti denudati dalla copertura vegetale e messi in posto da ruscellamento e movimenti di massa superficiali.

Processi, forme e depositi dovuti alla gravità interessano, in particolare, i versanti principali delle diverse dorsali. Questi sono caratterizzati, al piede, da estese falde detritiche e da coni di detrito, alimentati dal materiale proveniente dalle zone più elevate. Anche le frane sono diffuse, con tipologie influenzate dalla litologia del substrato interessato; esse sono riferibili prevalentemente a crolli, ribaltamenti, colate di detrito e scorrimenti, in corrispondenza delle dorsali carbonatiche; a scorrimenti e colate in corrispondenza delle aree di affioramento delle successioni torbiditiche terrigene (D'ALESSANDRO *et alii*, 2003a; Progetto PAI Regione Abruzzo 2005; Progetto IFFI Regione Abruzzo, APAT 2005).

Anche i *processi e le forme dovute alle acque correnti superficiali*, erosive e deposizionali, sono ben rappresentati. Le più importanti sono le forme deposizionali riferibili a depositi fluviali e a conoidi alluvionali. I depositi fluviali sono distribuiti lungo le valli principali e in corrispondenza dei bacini intermontani, i conoidi alluvionali sono situati al raccordo tra i versanti delle dorsali carbonatiche e le valli o i bacini intramontani, o ancora lungo la fascia pedemontana a ridosso dei principali rilievi. Sia i depositi fluviali che i conoidi alluvionali sono terrazzati a diverse altezze sul fondovalle e i terrazzi più alti, e più

antichi, sono talvolta ridotti a piccoli lembi isolati, mentre i terrazzi più bassi e recenti sono caratterizzati da una notevole continuità fisica. Le forme erosive sono anche ben rappresentate, in particolare lungo i versanti delle dorsali carbonatiche che sono interessate da numerosi solchi di ruscellamento concentrato, che in occasione di forti piogge possono essere sede di colate di detrito.

I processi e le forme carsiche sono diffusi in corrispondenza delle dorsali carbonatiche, sia con forme epigee che con forme ipogee. In corrispondenza delle piane tettonocarsiche lo sviluppo delle forme carsiche epigee più ampie e complesse, è influenzato dalla presenza di faglie. Localmente sono diffusi i depositi di travertino, la cui genesi è legata alla presenza di sorgenti alimentate da un circuito idrico sotterraneo. Si tratta spesso di depositi non attivi, quali, ad esempio, molti degli affioramenti che caratterizzano i settori esterni della catena, al passaggio con la fascia periadriatica, dalla dorsale della Montagna dei Fiori alla dorsale della Maiella (FARABOLLINI *et alii*, 2004b).

Le forme glaciali e periglaciali sono diffuse nelle zone più elevate delle dorsali che caratterizzano la catena, in particolare lungo i versanti rivolti a settentrione. Esse sono rappresentate prevalentemente da circhi, da cordoni morenici e da *rock glaciers*. Ad eccezione dell'area Ghiacciaio del Calderone, le forme glaciali sono relitte e sono riferibili all'ultima fase glaciale (Wurmiano *auctorum*; CINQUE *et alii*, 1990; DAMIANI & PANNUZI, 1987; GIRAUDI, 1998).

L'evoluzione geomorfologica e il modellamento del territorio della **fascia pedemontana** abruzzese sono il frutto dell'interazione tra diversi fattori e processi fra cui possiamo annoverare: la natura litostrutturale delle diverse successioni marine e continentali affioranti, i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico ed, infine, l'intensa morfogenesi di versante.

La forma e la struttura del rilievo, insieme alle caratteristiche dell'idrografia e alla distribuzione dei processi geomorfologici, permettono di definire i principali elementi del rilievo in relazione ai fattori morfogenetici che ne hanno determinato la genesi (Fig. 8, 9).

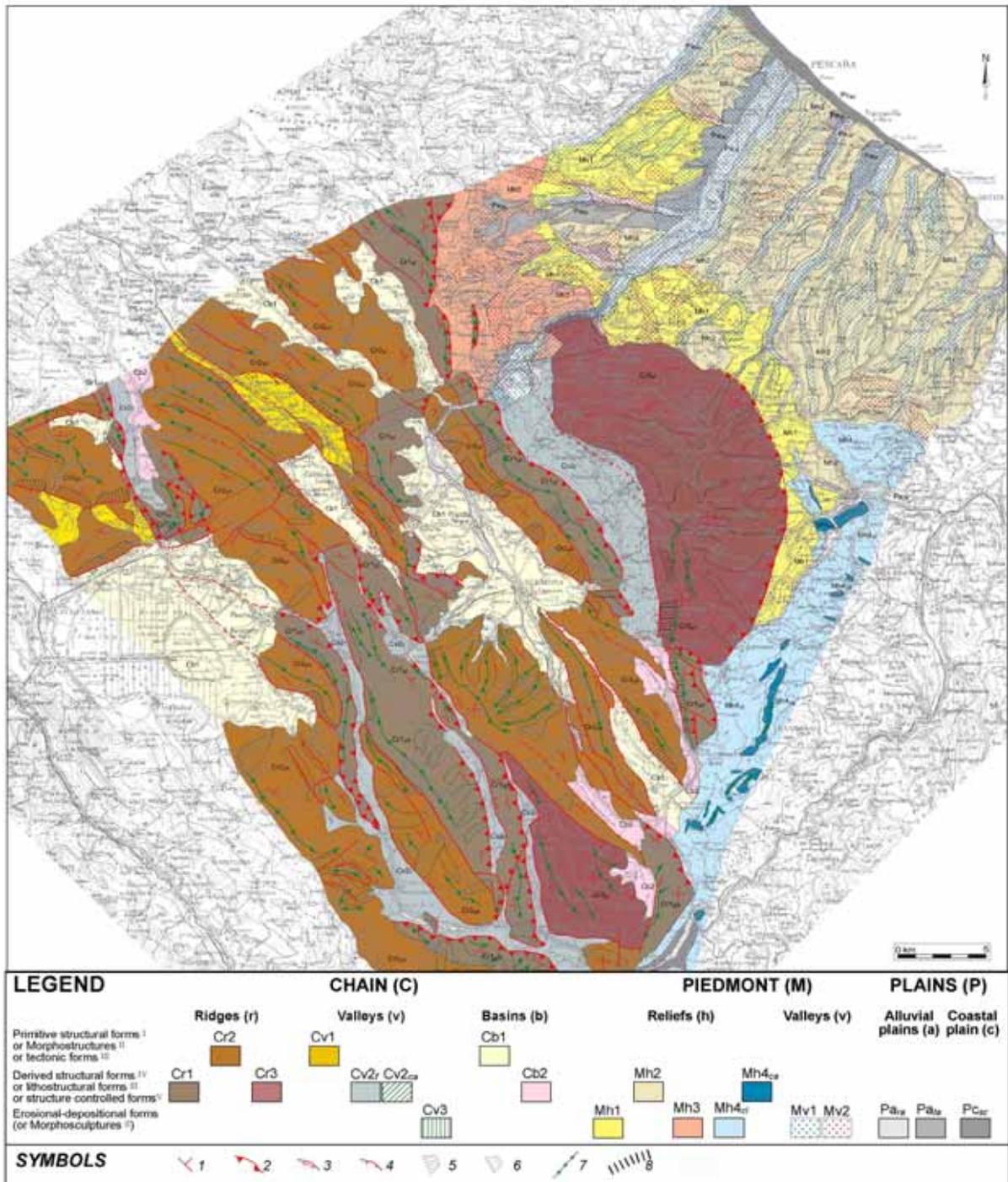


Figura 8 – Schema morfostrutturale dell’Abruzzo centro orientale. Legenda: 1) Forme del rilievo determinate sostanzialmente dai processi tettonici; 2) forme del rilievo determinate da processi geomorfologici soggetti a forte controllo litostrutturale; 3) forme del rilievo determinate dai processi geomorfologici.

CATENA (C). Dorsali: **Cr1)** Dorsali da thrust esumate; **Cr2)** Dorsali monoclinali fagliate; **Cr3)** Dorsali anticlinali esumate. **Valli:** **Cv1)** Valli tettoniche; **Cv2)** Valli di linea di faglia; **Cv3)** Valli trasversali e valli radiali. **Conche:** **Cb1)** Conche tettoniche; **Cb2)** Conche tettono-carsiche. – **FASCIA PEDEMONTANA (M). Rilievi:** **Mh1)** Rilievi monoclinali; **Mh2)** Rilievi a mesas; **Mh3)** Rilievi a thrust; **Mh4)** Rilievi isolati su coltri argillose e calcaree alloctone; **Mv1)** valli cataclinali; **Mv2)** Valli ortoclinali. – **PIANE (P). Pa) Piane alluvionali; Pc) Piana costiera** (da D’ALESSANDRO et alii, 2003c).

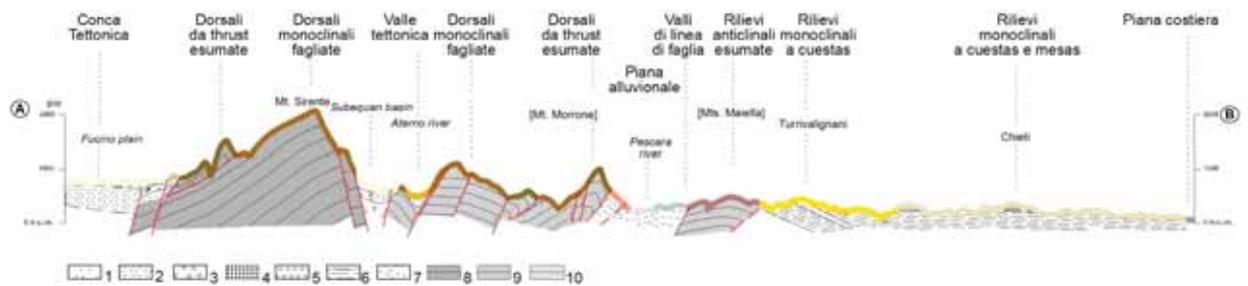


Figura 9 – Profilo morfostrutturale dell'Abruzzo centro orientale (da D'ALESSANDRO et alii, 2003c).

Si individuano in particolare forme tipo *cuesta*, in corrispondenza di intercalazioni arenacee più resistenti all'interno delle successioni torbiditiche mio-pioceniche o forme tipo *mesa*, con la sommità pianeggiante caratterizzata dalla presenza di litologie resistenti all'erosione. In particolare, a rilievi tipo *mesa* sono riferibili le alture alla cui sommità affiorano i depositi sabbioso-conglomeratici della parte alta della successione plio-pleistocenica (i *pianalti* di CASTIGLIONI, 1935a) diffusi a sud del F. Pescara e presenti, con lembi di estensione limitata, a nord del F. Pescara, nelle zone di Atri, Silvi, Tortoreto e Colonnella. Altri rilievi tipo *mesa* sono caratterizzati, alla sommità, da piastroni di travertino, quali quelli affioranti nell'area di Civitella del Tronto, tra il bacino del F. Salinello e quello del F. Tordino e a Montepiano, alla testata dei bacini dei Fiumi Alento e Foro. I rilievi tipo *cuesta* sono riferibili alle intercalazioni arenacee e conglomeratiche che caratterizzano le successioni torbiditiche mio-plioceniche, come avviene in numerosi settori da nord (ad est degli abitati di Villa Camera e Sant'Egidio alla Vibrata) al settore centrale della fascia pedemontana (Turrivalignani) (D'ALESSANDRO et alii, 2003c).

I processi e i tipi di forme che caratterizzano l'area sono essenzialmente costituiti da: forme strutturali, forme di versante dovute alla gravità, forme legate alle acque correnti superficiali.

Per quanto riguarda le *forme strutturali*, esse sono prevalentemente dovute alla presenza di disomogeneità litologiche, in particolare riferibili a scarpate influenzate dalla struttura, allineamenti di creste, superfici a influenza strutturale, oltre a forme tipo *cuestas* e *hog-back*. Queste tipologie di forme sono tipiche delle aree di affioramento delle litologie sabbioso - conglomeratiche del tetto della successione plio - pleistocenica e delle aree di affioramento delle successioni arenaceo pelitiche della Formazione della Laga. Meno evidenti sono le forme legate direttamente all'azione della tettonica, come espressione superficiale dei movimenti delle faglia, che si individuano essenzialmente nelle caratteristiche e nella geometria del reticolo idrografico (FARABOLLINI et alii, 2004a; D'ALESSANDRO et alii, in stampa; DELLA SETA et alii, in stampa).

Le *forme dovute alla gravità* sono riferibili soprattutto a frane, di diversa tipologia, a movimenti lenti di versante e a falde di detrito. Le frane interessano principalmente i versanti più acclivi delle valli fluviali, dove sono diffuse le frane di scorrimento e le colate, con tipologie che spesso coinvolgono aree differenti della stessa frana, dando luogo a forme complesse. Dove i fenomeni franosi arrivano a coinvolgere le litologie sabbioso-conglomeratiche al tetto della successione plio-pleistocenica o, in alcuni casi, i litotipi ghiaiosi riferibili ai terrazzi fluviali, si hanno frane complesse, costituite da ribaltamenti, crolli, scorrimenti e colamenti. I movimenti lenti di versante hanno una grande diffusione in tutta la fascia periadriatica, dove interessano in modo particolare le coltri eluvio-colluviali e i litotipi argillosi. Le falde di detrito sono meno rappresentate rispetto alle frane e ai movimenti lenti di versante, e caratterizzano la base dei versanti di alcuni rilievi impostati su litologie conglomeratico - sabbiose, sia quelle che caratterizzano la parte basale della successione plio - pleistocenica, sia quelle che caratterizzano il tetto di tale successione; sono presenti in alcuni casi alla base delle scarpate di alcuni terrazzi fluviali e alla base dei versanti di quei rilievi la cui sommità è caratterizzata da depositi di travertino (D'ALESSANDRO *et alii*, 2003a; Progetto PAI Regione Abruzzo 2005; Progetto IFFI Regione Abruzzo, APAT 2005).

Tra le *forme legate alle acque correnti superficiali*, gli elementi geomorfologici che più marcatamente caratterizzano la fascia pedemontana adriatica sono sicuramente i terrazzi alluvionali che come accennato nel paragrafo precedente si riconoscono in diversi ordini (generalmente quattro) nelle valli dei principali corsi d'acqua. Pure importanti sono le forme riferibili a conoidi alluvionali, a volte di grande estensione, presenti nelle aree di raccordo tra le valli fluviali e le dorsali più esterne della catena, come, ad esempio, lungo i versanti orientali della Maiella e della Montana dei Fiori (FARABOLLINI, 1995; D'ALESSANDRO *et alii*, in stampa, DELLA SETA *et alii*, in stampa).

Le principali forme dovute alle acque correnti superficiali, di natura erosiva, sono i calanchi, i solchi di ruscellamento concentrato e le aree a ruscellamento diffuso. I calanchi in particolare caratterizzano tutto il settore pedemontano e interessano le aree di affioramento dei litotipi argillosi e argilloso-sabbiosi. I calanchi prevalgono dove vi sono acclività e energie di rilievo maggiori e la loro distribuzione dipende dall'assetto litostrutturale del substrato, dall'esposizione dei versanti, dalla copertura vegetale e più in generale dall'evoluzione geomorfologica recente (area di Atri e Fiume Piomba, Fiume Alento, Abruzzo sudorientale). Dove le acclività sono meno accentuate e le condizioni litostutturali e di esposizione non favorevoli, prevalgono fenomeni di ruscellamento concentrato e

diffuso, capaci comunque di determinare importanti fenomeni di degradazione e perdita di suoli.

L'area costiera è caratterizzata da ampi tratti di costa bassa (circa 99 km) con una piana costiera e spiagge di ampiezza variabile, localmente caratterizzati dalla presenza di dune costiere di modesta entità. Le spiagge sono soggette a intensi fenomeni di erosione contrastati nel corso degli ultimi decenni dalla realizzazione di diversi tipi di opere di difesa (D'ALESSANDRO, 2006). Nel tratto tra Ortona e Vasto circa 26 km di costa alta sono costituiti da falesie di diversa tipologia e con diverso stato di attività, orlato alla base da spiagge di ampiezza più o meno ampia; localmente nelle falesie attive la spiaggia non è presente. Le falesie sono diffusamente interessate anche da fenomeni franosi che contribuiscono alla loro evoluzione e al loro arretramento progressivo (D'ALESSANDRO *et alii*, 2003b)

2.6. Uso del suolo

Le seguenti annotazioni sull'uso del suolo relative alla regione Abruzzo sono tratte dal Progetto *Corine Land Cover*, al fine di avere indicazioni comparabili con le altre regioni partecipanti al progetto.

Nel territorio regionale (Fig. 10, 11) l'uso del suolo si differenzia nettamente, conformemente agli aspetti orografici idrografici geologici e geomorfologici, tra l'area di catena e la fascia pedemontana.

Nell'**area di catena** il territorio è occupato prevalentemente da “zone boscate” e da terreni adibiti a pascolo, come quelli caratterizzati da “vegetazione arbustiva e/o erbacea”. Fanno eccezione le conche intramontane di L'Aquila, del Fucino e di Sulmona, dove è fiorente l'agricoltura con la presenza di “colture permanenti” quali l'olivo, la vite e vari tipi di alberi da frutto e di “seminativi” con la coltivazione prevalente di patate e barbabietole.

Nell'**area pedemontana** predominano i “seminativi”, le “zone agricole eterogenee” e le “colture permanenti” associate a olivo, vite ed alberi da frutto.

Complessivamente nella regione prevalgono le zone boscate, seguite da quelle con “vegetazione arbustiva e/o erbacea” e dalle zone agricole sia con il “seminativo” che con le “colture eterogenee”; di minore estensione sono le superfici occupate da “colture permanenti”, “zone aperte con vegetazione rada o assente” e da “prati stabili”.

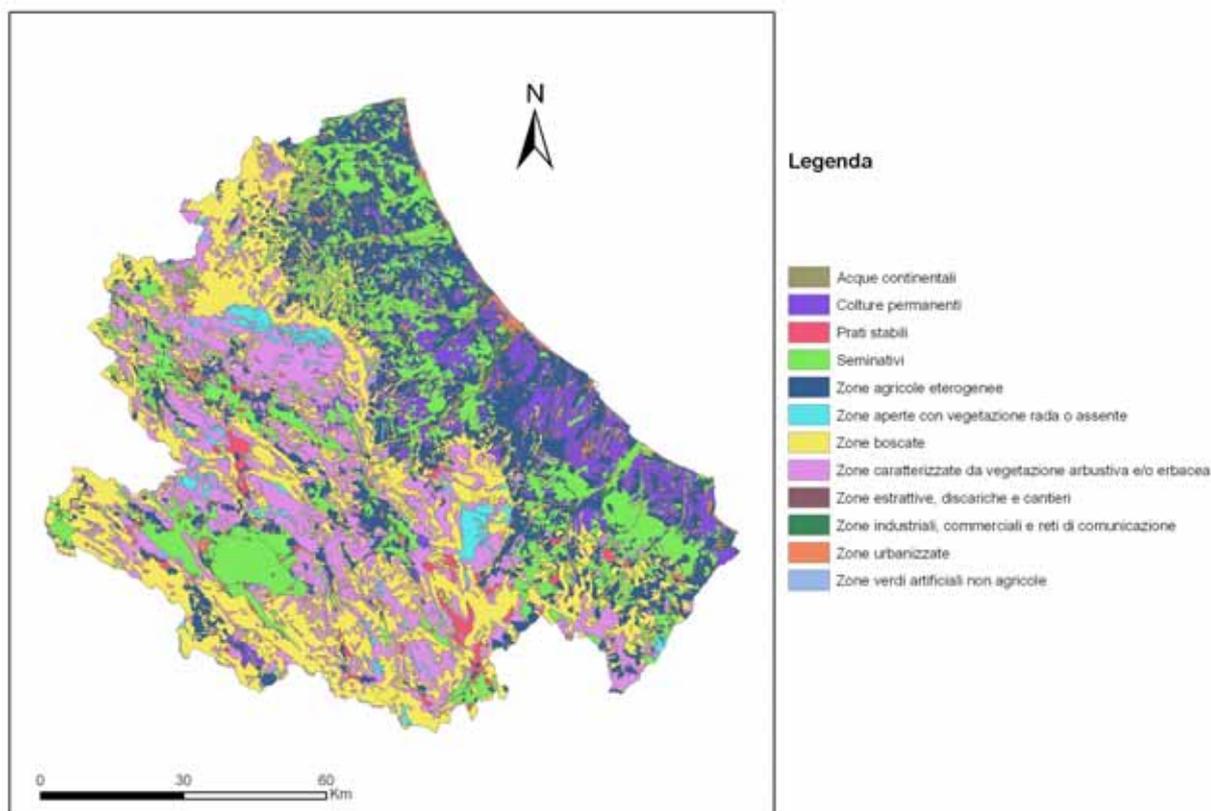


Figura 10 – Uso del suolo in Abruzzo, (Apat, 2005).

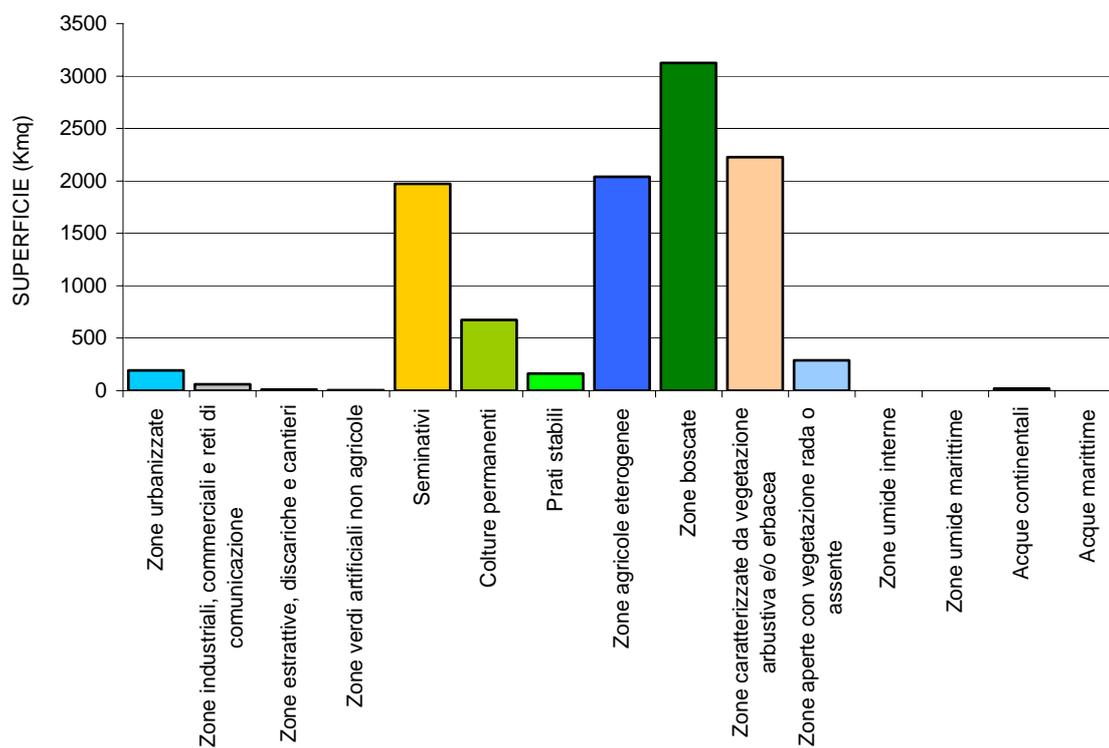


Figura 11 –Istogramma rappresentante l’uso del suolo in Abruzzo, tratto dai dati del progetto “Corine Land Cover” – secondo livello

3. INDIVIDUAZIONE PRELIMINARE DELLE AREE SENSIBILI ALLA DESERTIFICAZIONE NELLA REGIONE ABRUZZO (METODOLOGIA ESA)

3.1. Introduzione

La fase ricognitiva del progetto ha previsto la realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale (GIS) per l'individuazione e la cartografia delle aree sensibili alla desertificazione in Abruzzo. Il sistema informativo territoriale integra informazioni relative a orografia, idrografia, geologia, geomorfologia, suoli, clima, copertura vegetale e aspetti socio-economici.

Lo studio ha portato in prima analisi all'individuazione preliminare delle aree sensibili alla desertificazione in tutto il territorio della Regione Abruzzo, attraverso l'utilizzo di indicatori di vulnerabilità ambientale secondo la metodologia ESA sviluppata nel Progetto MEDALUS (Kosmas *et alii*, 1999).

La vulnerabilità ambientale di un'area (*Environmental Sensitive Area, ESA*) é un concetto molto ampio, sia in relazione agli ambienti cui viene comunemente riferito che per i parametri territoriali che vengono di volta in volta presi in considerazione. In questo studio la vulnerabilità ambientale è vista come *il risultato delle interazioni di fattori elementari relativi a suolo, clima, vegetazione e aspetti socio-economici che, singolarmente e nel loro insieme, sono collegati a fenomeni di degradazione ambientale (siccità e desertificazione) e gestionale* (Fig. 12) (BASSO *et alii*, 2000a, BASSO *et alii*, 2000b, FERRARA *et alii*, 1999, MOTRONI *et alii*, 2004; FERRARA *et alii*, 2005).

La realizzazione del Sistema Informativo Territoriale (GIS) è stata sviluppata con il software ArcGIS (prodotto dalla ESRI); il sistema gestisce informazioni relative ai parametri territoriali considerati come indicatori della qualità del territorio e della sensibilità alla desertificazione (dati riguardanti il suolo, il clima, la copertura vegetale e gli aspetti socio-economici), raccolte in modo uniforme e continuo sul territorio regionale e selezionate non solo in base al loro contenuto informativo, ma anche in funzione della loro reperibilità e possibilità di aggiornamento (Tab. 1). Il sistema consente, inoltre, di elaborare procedure e metodologie di analisi incrociata dei dati disponibili che prevedono l'utilizzo integrato di informazioni di natura *vector* e di tipo *raster* con gli archivi alfanumerici ad esse collegati.

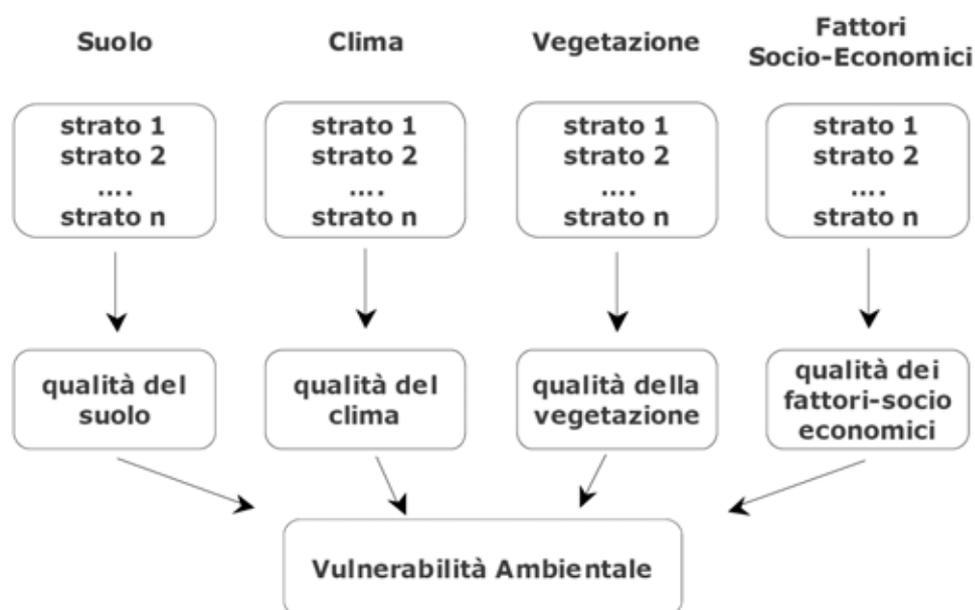


Figura 12 – Schema metodologico per la definizione delle aree sensibili alla siccità e alla desertificazione (FERRARA et alii, 2005)

| Categoria | Strato informativo | Fonte |
|------------------------|---|--|
| Suolo | Litologia | -Carta geolitologica della Regione Abruzzo, Scala 1: 100.000 (Regione Abruzzo, PTA) |
| | Tessitura | -Carta dei Suoli della Regione Abruzzo, Scala 1: 250.000 (Chiuchiarelli et alii, 2006) |
| | Pietrosità | -Carta dell'Uso del Suolo della Regione Abruzzo, 1:25.000 (Regione Abruzzo, 2000) |
| | Profondità | -DEM passo 40 m (Regione Abruzzo) |
| | Drenaggio | |
| | Pendenza | |
| Clima | Precipitazioni | -Annali idrologici (Servizio Idrografico Mareografico Nazionale di Pescara) |
| | Indice di aridità di Bagnouls e Gausсен | - CAR Centro Agrometeorologico Regionale |
| | Esposizione | -DEM passo 40 m (Regione Abruzzo) |
| Vegetazione | Grado di copertura vegetale | -Corine Land Cover 2000 (APAT, 2005) |
| | Protezione dall'erosione | -Carta della vegetazione, Scala 1:100.000 (Regione Abruzzo, 1986) |
| | Resistenza alla siccità | |
| | Rischio incendio | |
| Fattori socioeconomici | Implementazione delle politiche di protezione | -Carta delle aree protette (Regione Abruzzo) |
| | Intensità dell'uso del suolo | -ISTAT (V censimento generale dell'agricoltura, 2000) |

Tabella 1 – Indicatori e relativi strati informativi utilizzati nella cartografia delle aree sensibili alla desertificazione e relative fonti dei dati.

Ognuno dei parametri territoriali costituisce uno strato informativo nel sistema; ciascuno di essi è stato elaborato e trasformato in formato *raster* con aree elementari di 1600 m² (corrispondenti a *pixel* quadrati di 40 metri di lato). Ciò fornisce un quadro dettagliato delle caratteristiche del territorio anche in relazione alla sua ampiezza.

Nella fase di pre-elaborazione dei dati, quindi, per ogni strato informativo è stato realizzato, all'interno del GIS, un tematismo di tipo *raster* con maglia di 40 m di lato relativamente a tutto il territorio regionale.

Successivamente la metodologia utilizzata per la valutazione delle aree sensibili alla desertificazione si basa su uno schema a due fasi di elaborazione (Fig. 13):

- 1) valutazione, per ogni area elementare (40x40m), della qualità del territorio rispetto a Suolo, Clima, Vegetazione e Fattori socio-economici con l'individuazione di 4 indici di qualità;
- 2) valutazione, per ogni area elementare (40x40m), della vulnerabilità ambientale sulla base dell'elaborazione dei 4 indici.

In particolare i 4 indici definiti per la valutazione delle aree sensibili alla desertificazione sono i seguenti (KOSMAS *et alii*, 1999):

- Indice di Qualità del Suolo (SQI, Soil Quality Index)
- Indice di Qualità del Clima (CQI, Climate Quality Index)
- Indice di Qualità della Vegetazione (VQI, Vegetation Quality Index)
- Indice di Qualità di Gestione del Territorio (MQI, Management Quality Index)

Per l'individuazione degli indici è necessaria l'elaborazione dei singoli indicatori sulla base dei relativi strati informativi che costituiscono ciascuna categoria. Ciascun indicatore viene suddiviso in classi (da 3 a 5) che indicano la sensibilità alla desertificazione relativa a quel particolare aspetto del territorio. A ciascuna classe e per i diversi indicatori si associa un valore da 1 a 2 (o 4 per alcuni indicatori), dove 1 indica una buona qualità del territorio e uno scarso contributo alla sensibilità alla desertificazione, mentre i valori elevati (2-4) indicano una scarsa qualità del territorio e un elevato contributo alla sensibilità alla desertificazione. Ciascuno degli indici di qualità suddetti (SQI, CQI, VQI e MQI) viene stimato come la media geometrica dei valori per ciascun indicatore:

$$\text{Indice di Qualità } x_{ij} = (\text{strato}1_{ij} * \text{strato}2_{ij} * \dots * \text{strato}N_{ij})^{(1/n)}$$

con *i* e *j* a rappresentare le righe e le colonne del singolo dell'immagine *raster* ed *n* il numero degli strati utilizzati, con punteggi compresi tra 1 e 2 (o 4).

La definizione dei valori attribuiti ai singoli indicatori utilizzati è stata effettuata in relazione al grado di correlazione che le varie classi hanno con i differenti livelli di

vulnerabilità e alle caratteristiche del territorio dell'Abruzzo (BRIGGS *et alii*, 1992, KOSMAS *et alii*, 1999, FERRARA *et alii*, 1999, BASSO *et alii*, 2000b)

L'indice finale di sensibilità alla desertificazione **ESAI** (Environmentally Sensitive Area Index) si ottiene calcolando la media geometrica dei quattro indici di qualità, attraverso la seguente relazione:

$$ESAI = (SQI * CQI * VQI * MQI)^{1/4}$$

Anche le elaborazioni degli indici di qualità e dell'indice finale si riferiscono a aree elementari di 1600 m² (corrispondenti a *pixel* quadrati di 40 metri di lato).

Nei paragrafi che seguono sono illustrate le modalità di elaborazione degli indici di qualità relativamente al territorio della regione Abruzzo.

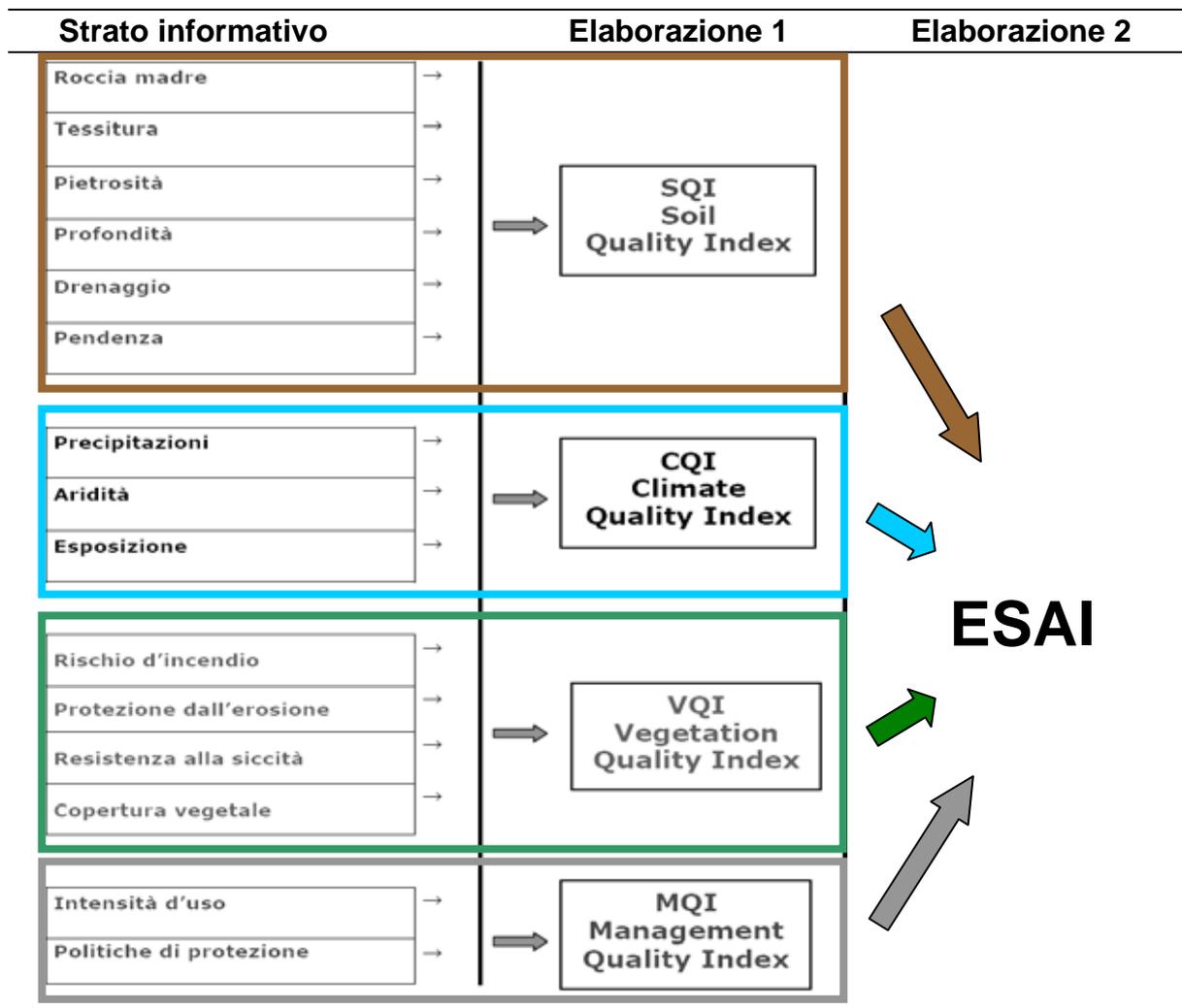


Figura 13 – Schema di elaborazione dell'indice finale di sensibilità alla siccità e alla desertificazione **ESAI** (KOSMAS *et alii*, 1999).

3.2. Indicatori di qualità del suolo

Il suolo è uno dei fattori prevalenti nel condizionare il processo di desertificazione degli ecosistemi delle aree semi-aride e sub-umide come quelle che caratterizzano il territorio italiano e alcuni settori della regione abruzzese. Ciò è particolarmente vero se si considera che, come abbiamo detto, nella definizione dell'UNCCD, la desertificazione è intesa come “il degrado delle terre aride, semi-aride e sub-umide secche attribuibile a varie cause, fra le quali variazioni climatiche e attività umane” (UNCCD, 1994).

Le caratteristiche geologiche del substrato, la tipologia del suolo, la sua profondità, le sue caratteristiche idrogeologiche e morfologiche sono, come è naturale, fondamentali per lo sviluppo e il mantenimento della vegetazione. Viceversa la perdita del suolo, o la degradazione delle sue caratteristiche, costituiscono processi fondamentali che portano a fenomeni di desertificazione e sono causati da erosione, frane, perdita della sostanza organica, compattazione, salinizzazione, cambio di uso del suolo (Morgan, 2005).

Gli indicatori principali presi in considerazione per le caratteristiche del suolo, secondo la metodologia ESA (KOSMAS *et alii*, 1999), sono: il substrato geologico, la tessitura, la pietrosità, lo spessore del suolo, il drenaggio e la pendenza. Per ciascuno di tali indicatori si è creato un tematismo *raster* con *pixel* di 40 m di lato e si sono attribuiti i valori di indice in base alle caratteristiche descritte di seguito,

Per quanto riguarda la litologia è stata rielaborata la *Carta geolitologica della Regione Abruzzo* (Scala 1:100.000) (da GHISSETTI E VEZZANI, 1998) integrata con cartografie a diverse scale e con dati inediti; per quanto riguarda tessitura dei suoli, pietrosità, profondità e drenaggio, è stata utilizzata la *Carta dei suoli della Regione Abruzzo* (scala 1:250.000) (CHIUCHIARELLI *et alii*, 2006), corredato dalla relativa nota illustrativa e dall'*Atlante dei suoli* della Regione Abruzzo (CHIUCHIARELLI *et alii*, in stampa a,b); l'indicatore della pendenza, infine, è stato elaborato da un DEM (Digital Elevation Model) con risoluzione spaziale di 40 m (Regione Abruzzo).

3.2.1. Roccia Madre

Le caratteristiche dei suoli dipendono in prima analisi dalle proprietà fisiche, chimiche e mineralogiche delle roccia madre da cui si sviluppano. Su questa base i suoli possono presentare una differente resistenza all'erosione e alla degradazione e quindi una maggiore o minore sensibilità ai processi di inaridimento e desertificazione (ALEXANDER, 1980; DRAMIS *et alii*, 1982; BATTAGLIA *et alii*, 2002; Morgan, 2005).

Sulla base di quanto proposto dalla metodologia ESA, in tabella 2 vengono riportati in maniera sintetica i principali tipi di roccia madre, presenti nella Regione Abruzzo, e i

corrispondenti indici di sensibilità alla desertificazioni. La tabella è elaborata sulla base della Carta Geolitologica della Regione Abruzzo, in scala 1:100.000 (da Piano Tutela delle Acque della Regione Abruzzo, modificata da GHISSETTI & VEZZANI, 1998).

| Classe | Descrizione | Roccia Madre | Indice |
|--------|-------------|--|--------|
| 1 | Buona | Conglomerati, litotipi sabbiosi e ghiaiosi non consolidati | 1.0 |
| 2 | Moderata | Argille, arenarie, litotipi argilloso-arenacei, litotipi calcarei e dolomitici | 1.7 |
| 3 | Scarsa | Marne e litotipi calcareo-silico marnosi | 2.0 |

Tabella 2 - *Indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla roccia madre del suolo.*

In figura 14 è riportata la carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla roccia madre del suolo.

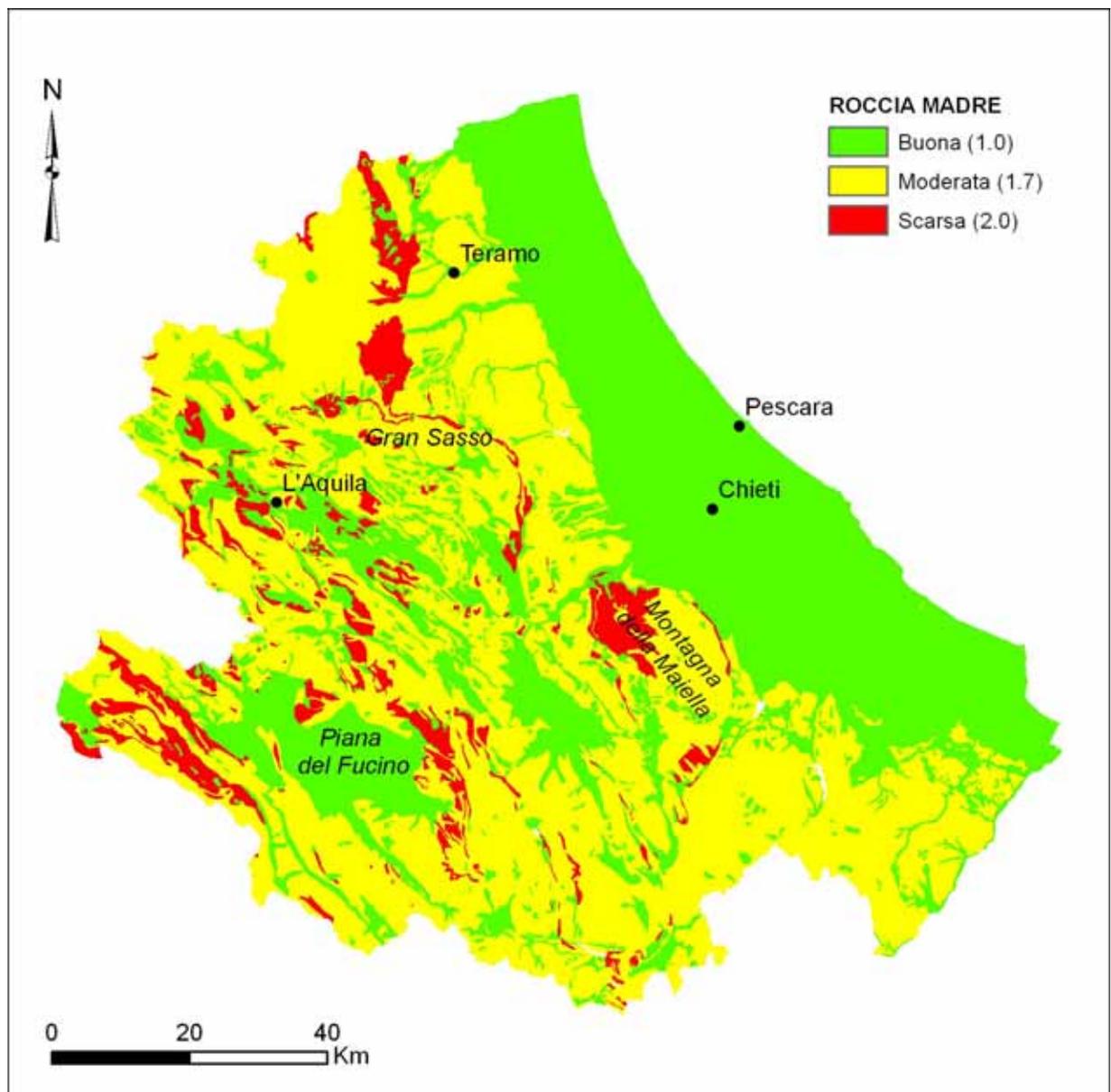


Figura 14 - *Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla roccia madre del suolo.*

Si evidenzia come le caratteristiche della roccia madre siano da moderate a scarse nell'area montana essenzialmente a causa della prevalenza di litologie calcareo-dolomitiche e calcareo-silico-marnose che costituiscono i principali rilievi appenninici. Le caratteristiche sono invece buone per le litologie di natura clastica (conglomerati, arenarie, sabbie, peliti).

3.2.2. Tessitura

La conoscenza degli aspetti tessiturali e della struttura dei suoli è di fondamentale importanza nei processi di desertificazione; questi possono, infatti, determinare una maggiore o minore resistenza all'erosione ed ai processi di degradazione del suolo.

La classificazione impiegata è quella consigliata dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) (Tab. 3) che distingue i diversi tipi di suolo in base alla quantità relativa delle varie frazioni granulometriche.

| | |
|-----|---------------------------|
| A | Argilloso |
| SA | Sabbioso-Argilloso |
| LA | Limoso-Argilloso |
| FA | Franco-Argilloso |
| FAL | Franco-Argilloso-Limoso |
| FAS | Franco-Argilloso-Sabbioso |
| S | Sabbioso |
| SF | Sabbioso-Franco |
| FS | Franco-Sabbioso |
| F | Franco |
| FL | Franco-Limoso |
| L | Limoso |

Tabella 3 – Classi tessiturali secondo la classificazione USDA.

La tabella sottostante mostra le classi tessiturali e gli indici corrispondenti secondo quanto proposto dalla metodologia ESA. La tabella è elaborata sulla base della *Carta dei Suoli della Regione Abruzzo*, in scala 1:250.000 (CHIUCHIARELLI *et alii*, 2006), ad ogni sottounità tipologica di suolo presente nella carta si è attribuito la tessitura corrispondente utilizzando la descrizione presente nell'*Atlante dei Suoli* (CHIUCHIARELLI *et alii*, in stampa a).

| Classe | Descrizione | Classi tessiturali | Indice |
|--------|--------------|--------------------|--------|
| 1 | Buona | F, FSA, FS, SF, FA | 1.0 |
| 2 | Moderata | AS, FL, FLA | 1.2 |
| 3 | Scarsa | L, A, AL | 1.6 |
| 4 | Molto scarsa | S | 2.0 |

Tabella 4 – Indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla tessitura del suolo.

La situazione in questo caso è pressoché invertita rispetto alle caratteristiche della roccia madre. Le caratteristiche di tessitura sono buone nell'area montana su suoli di natura essenzialmente carbonatica, mentre divengono moderate o scarse su litologie clastiche (Fig. 15).

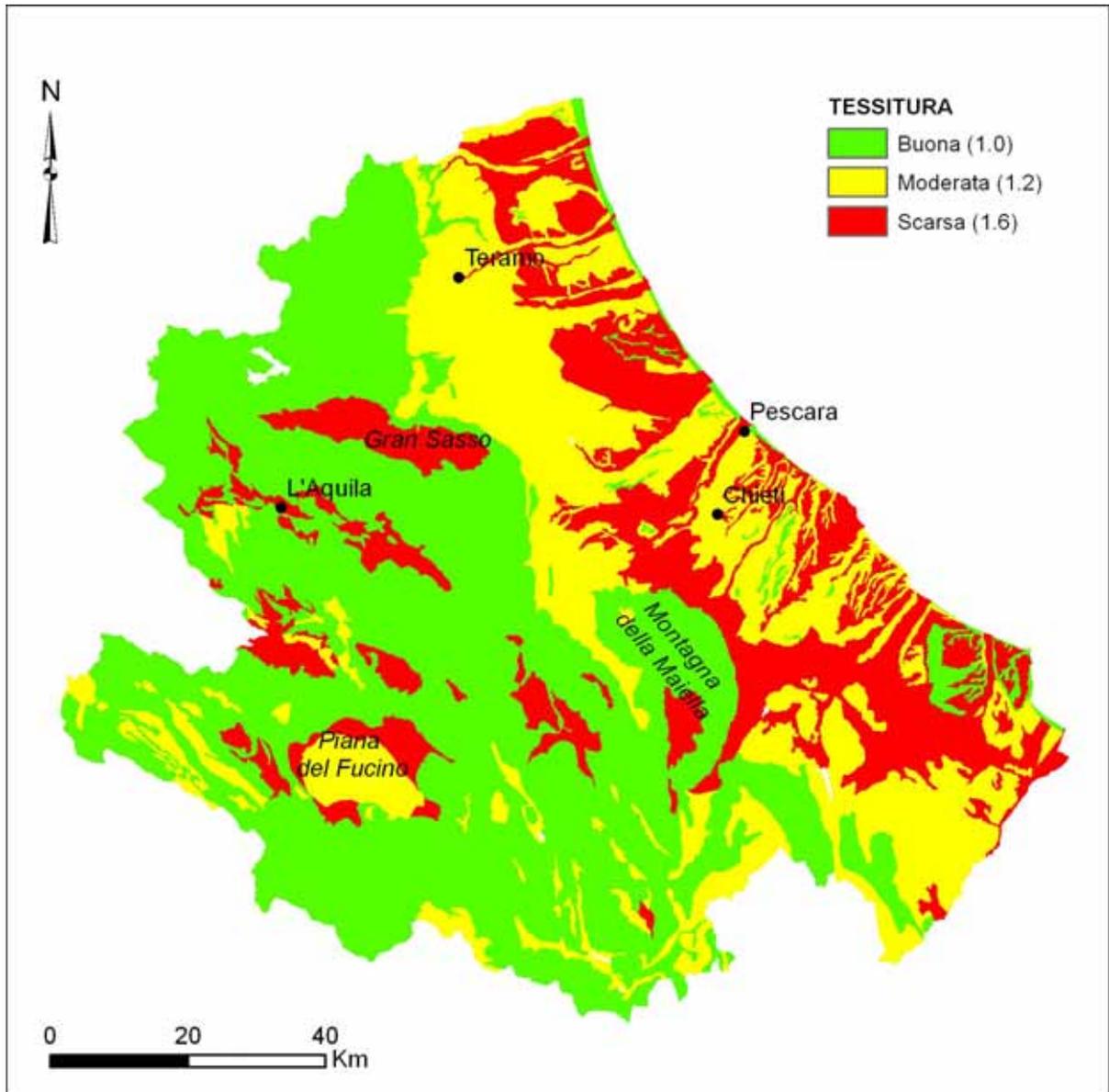


Figura 15 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla tessitura del suolo.

3.2.3. Pietrosità

La pietrosità ha un effetto importante, anche se variabile, sul ruscellamento delle acque, sull'erosione dei suoli e sulla capacità idrica dei suoli, in funzione delle variabili condizioni idrologiche, idrogeologiche e geomorfologiche. Ciò determina un condizionamento nello sviluppo delle coperture vegetali, tale da svolgere un importante ruolo nella protezione del

suolo in ambiente mediterraneo. In generale, il ruscellamento superficiale può essere maggiore in suoli molto pietrosi; tuttavia l'erosione laminare e incanalata e la conseguente degradazione del suolo tendono a diminuire all'aumentare della pietrosità superficiale, particolarmente prendendo in considerazione porzioni di territorio alla scala degli ettari. La pietrosità del suolo, quindi, può essere considerato un elemento di stabilizzazione del suolo (POESEN & LAVEE, 1994; POESEN *et alii*, 1994, e relativa bibliografia). La presenza di ciottoli consente, inoltre, una maggiore conservazione dell'umidità in condizione di moderato deficit idrico nel periodo primaverile e in quello estivo. La pietrosità può quindi favorire lo sviluppo della biomassa particolarmente in condizioni di limitata disponibilità idrica (KOSMAS *et alii*, 1998)

Nella metodologia ESA sono state proposte tre classi di pietrosità crescenti alle quali corrisponde un minor rischio di erosione (Tab. 5); a una pietrosità elevata corrisponde una bassa sensibilità alla desertificazione relativamente a questo singolo indicatore e, quindi, un basso indice, mentre a una pietrosità bassa corrisponde un maggiore contributo alla sensibilità alla desertificazione e, quindi, un indice elevato (Tab. 5).

| Classe | Descrizione | Pietrosità (%) | Indice |
|---------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | Elevata | > 60 | 1.0 |
| 2 | Moderata | 20-60 | 1.3 |
| 3 | Scarsa | < 20 | 2.0 |

Tabella 5 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla pietrosità del suolo.

La tabella è elaborata sulla base della Carta dei Suoli della Regione Abruzzo, in scala 1:250.000 (CHIUCHIARELLI *et alii*, 2006); come per la tessitura anche per la pietrosità ad ogni *sottounità tipologica di suolo* presente nella carta si è attribuito il suo valore corrispondente utilizzando la descrizione dell'Atlante dei Suoli (CHIUCHIARELLI *et alii*, in stampa a).

È stata quindi elaborata la carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla pietrosità del suolo (Fig. 16).

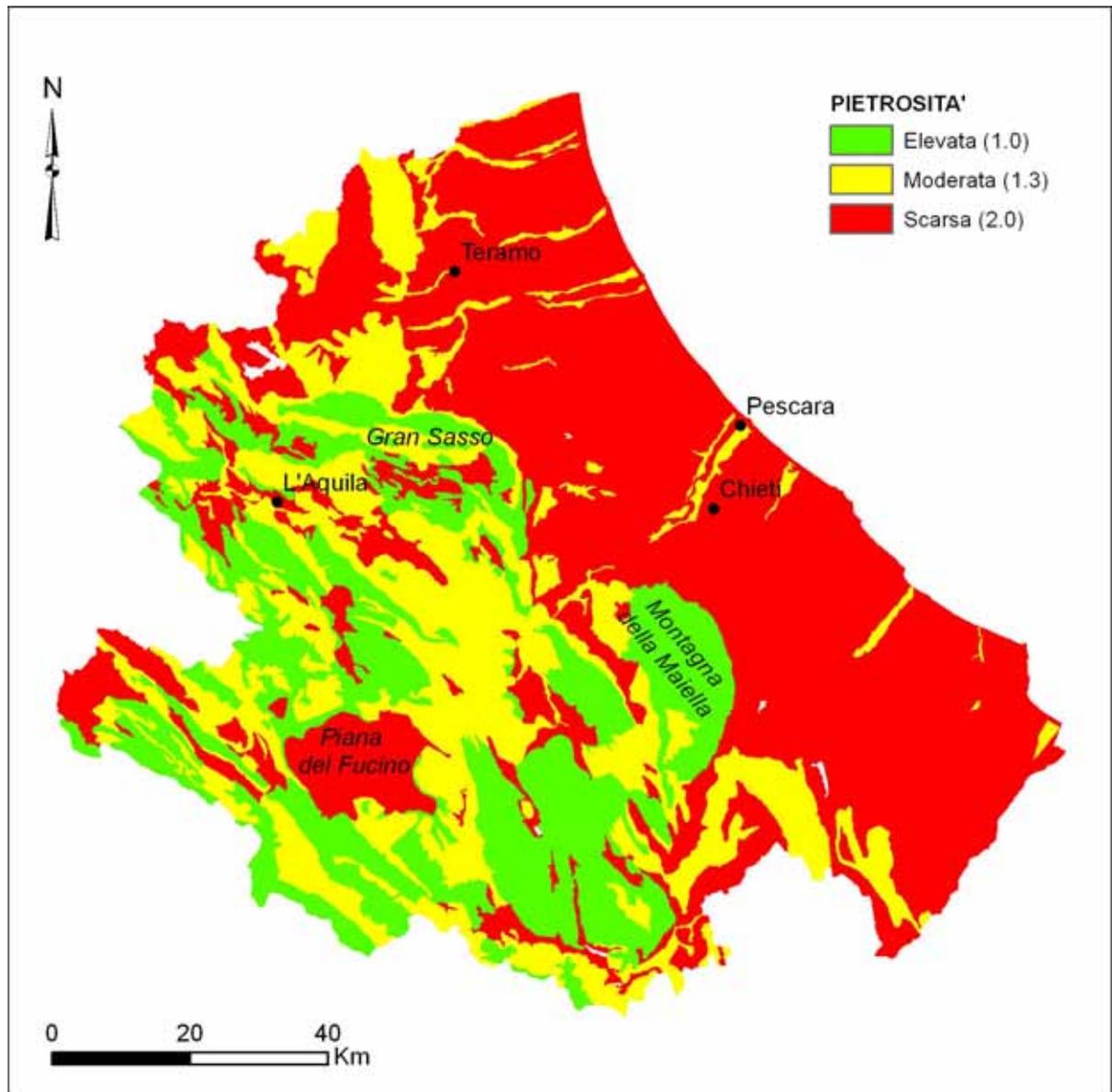


Figura 16 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla pietrosità del suolo.

La distribuzione di questo indice si presenta simile alla quella osservata per la tessitura anche se spostata verso valori più bassi. La pietrosità è maggiore nelle aree montane dove prevalgono litotipi carbonatici e calcareo-silico-marnosi e risulta da moderata a scarsa nel settore pedemontano dove prevalgono le litologie clastiche sabbioso-argillose e, meno diffusamente, conglomeratiche.

3.2.4. Profondità

La profondità del suolo è importante in quanto influenza lo sviluppo degli apparati radicali. Un suolo profondo può assicurare una copertura vegetale maggiore, in quanto le piante hanno la possibilità di trovare un maggior contenuto d'acqua, offrendo una maggiore resistenza all'erosione e alla desertificazione (KOSMAS *et alii*, 1998).

La tabella 6 mostra le diverse classi di profondità dei suoli e l'indice di sensibilità alla desertificazione corrispondente (KOSMAS *et alii*, 1999).

| Classe | Descrizione | Profondità (cm) | Indice |
|---------------|--------------------|------------------------|---------------|
| 1 | Elevata | > 75 | 1.0 |
| 2 | Moderata | 30-75 | 2.0 |
| 3 | Scarsa | 15-30 | 3.0 |
| 4 | Molto scarsa | < 15 | 4.0 |

Tabella 6 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla profondità del suolo.

La tabella è elaborata sulla base della Carta dei Suoli della Regione Abruzzo, in scala 1:250.000 (CHIUCHIARELLI *et alii*, 2006); ad ogni *unità tipologica di suolo* tramite l'Atlante del Suoli (CHIUCHIARELLI *et alii*, in stampa a) si è assegnato il valore corrispondente. È stata quindi elaborata la carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla profondità del suolo (Fig. 17).

I suoli formati su diversi tipi di litologie presentano sviluppo e spessore differenti a parità degli altri fattori morfoclimatici. Sui litotipi conglomeratici alluvionali che caratterizzano l'area pedemontana, ad esempio, si sviluppano in genere spessori elevati di suolo, favoriti anche dalla morfologia subpianeggiante, che caratterizza le aree di affioramento di tali depositi, e dalla permeabilità, che limitano l'erosione del suolo. Sui litotipi argillosi e argilloso-sabbiosi gli spessori di suolo sono in genere elevati; tuttavia tali litotipi, sui versanti acclivi e moderatamente acclivi della fascia pedemontana, possono essere diffusamente soggetti a fenomeni di erosione del suolo (ruscellamento diffuso, ruscellamento concentrato, frane) o alla perdita totale del suolo (calanchi). Viceversa sui litotipi carbonatici che caratterizzano l'area di catena gli spessori di suolo sono in genere modesti, anche se localmente, a causa dei processi carsici, si possono sviluppare spessori elevati di suoli quali le "terre rosse".

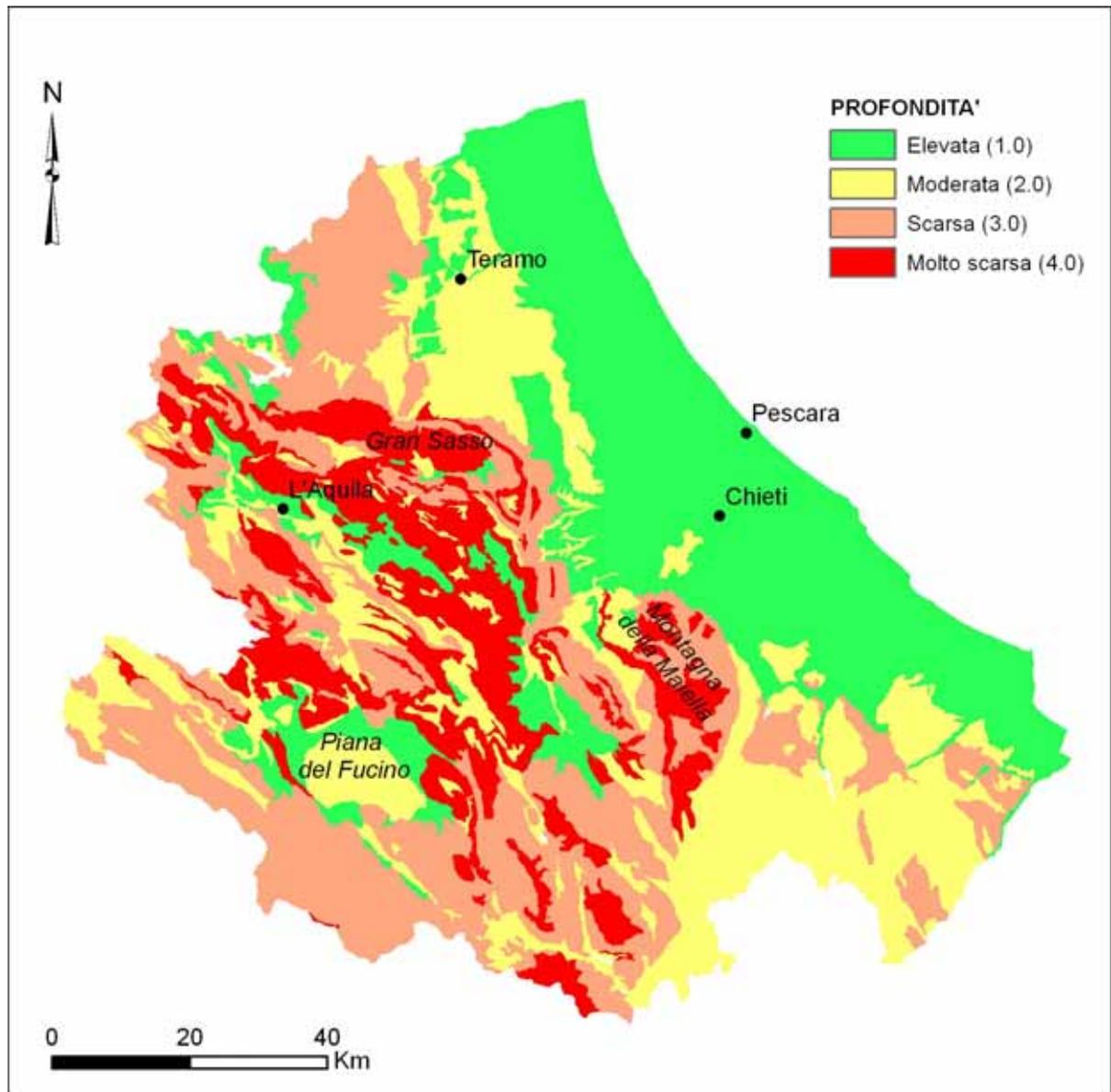


Figura 17 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla profondità del suolo.

3.2.5. Drenaggio

Il drenaggio ha importanza in relazione a diversi aspetti; in particolare alla capacità di un suolo a trattenere la risorsa idrica e all'influenza sulla distribuzione dei sali nel terreno e quindi alle caratteristiche del profilo del suolo (KOSMAS *et alii*, 1999). Anche in questo caso le condizioni di drenaggio del suolo sono marcatamente controllate dalle litologie su cui esso si è impostato, ed in particolare dalla presenza e dalla percentuale di argilla, limo e sabbia, rispetto alle frazioni litoidi. Si possono definire le classi riportate in tabella 7.

| Classe | Descrizione | Indice |
|--------|-------------|--------|
| 1 | Buono | 1.0 |
| 2 | Imperfetto | 1.2 |
| 3 | Scarso | 2.0 |

Tabella 7 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativa al drenaggio del suolo.

La tabella è elaborata sulla base della Carta dei Suoli della Regione Abruzzo, in scala 1:250.000 (CHIUCHIARELLI *et alii*, 2006); come per gli indici precedenti il valore è ottenuto dall'Atlante dei Suoli (CHIUCHIARELLI *et alii*, in stampa a). È stata quindi realizzata la carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa al drenaggio del suolo (Fig. 18). Sulla base delle indicazioni della Carta dei Suoli della Regione Abruzzo, le caratteristiche del drenaggio dei suoli sono da moderate a buone in quasi tutto il territorio della regionale anche sui suoli impostatisi nel settore pedemontano su litologie di natura argillosa, dove viceversa il substrato geologico presenta caratteristiche impermeabili. Solo localmente le caratteristiche del drenaggio sono scarse (Abruzzo sud-orientale).

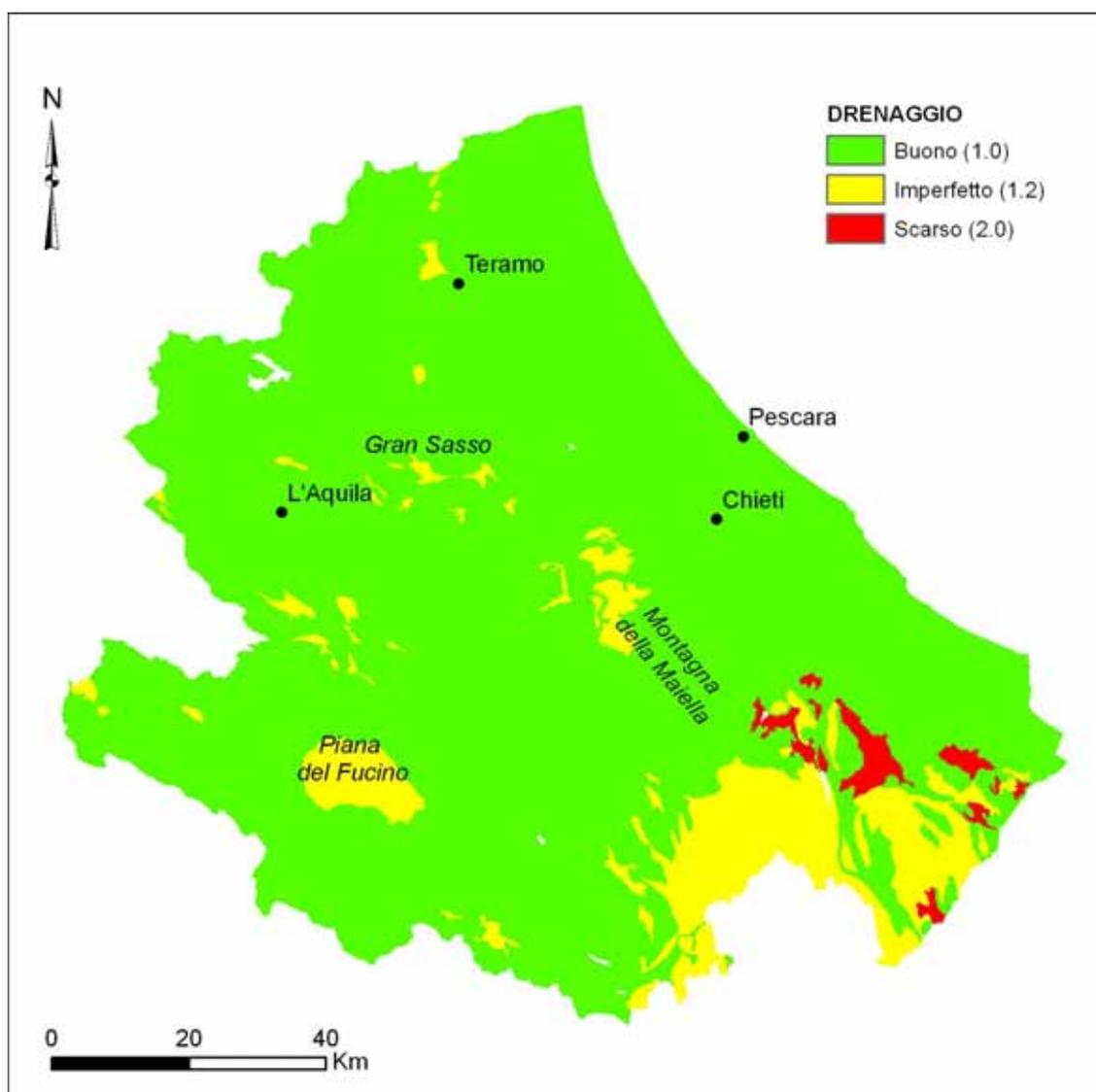


Figura 18 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa al drenaggio del suolo.

3.2.6. Pendenza

La pendenza e le altre caratteristiche topografiche del terreno sono importanti nel condizionare i processi di erosione del suolo. Lo sviluppo di tali processi, così come lo sviluppo dei fenomeni franosi che costituiscono un altro fondamentale processo di perdita dei suoli, può diventare via via più intenso all'aumentare della pendenza. Tali aspetti sono tuttavia condizionati da tutta una serie di fattori geologici, climatici e vegetazionali, che rendono articolata e complessa la relazione tra fenomeni erosivi e pendenza dei versanti.

La tabella 8 mostra le classi di pendenza e gli indici corrispondenti (KOSMAS *et alii*, 1999).

| Classe | Descrizione | Pendenza (%) | Indice |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------|
| 1 | Nulla- molto debole | < 5 | 1.0 |
| 2 | Debole | 5-20 | 1.2 |
| 3 | Elevata | 20-40 | 1.5 |
| 4 | Molto elevata | > 40 | 2.0 |

Tabella 8 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla pendenza.

È stata quindi elaborata la carta delle pendenze sulla base del DEM con passo 40 m della regione Abruzzo e da essa la carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo alla pendenza (Fig. 19).

Si osserva come nel territorio abruzzese la pendenza sia da molto elevata a moderatamente elevata in tutta l'area montana, ad eccezione delle aree delle conche intermontane; la pendenza diviene da moderata a debole nell'area pedemontana, e nulla o molto debole nell'area delle pianure alluvionali e nell'area costiera.

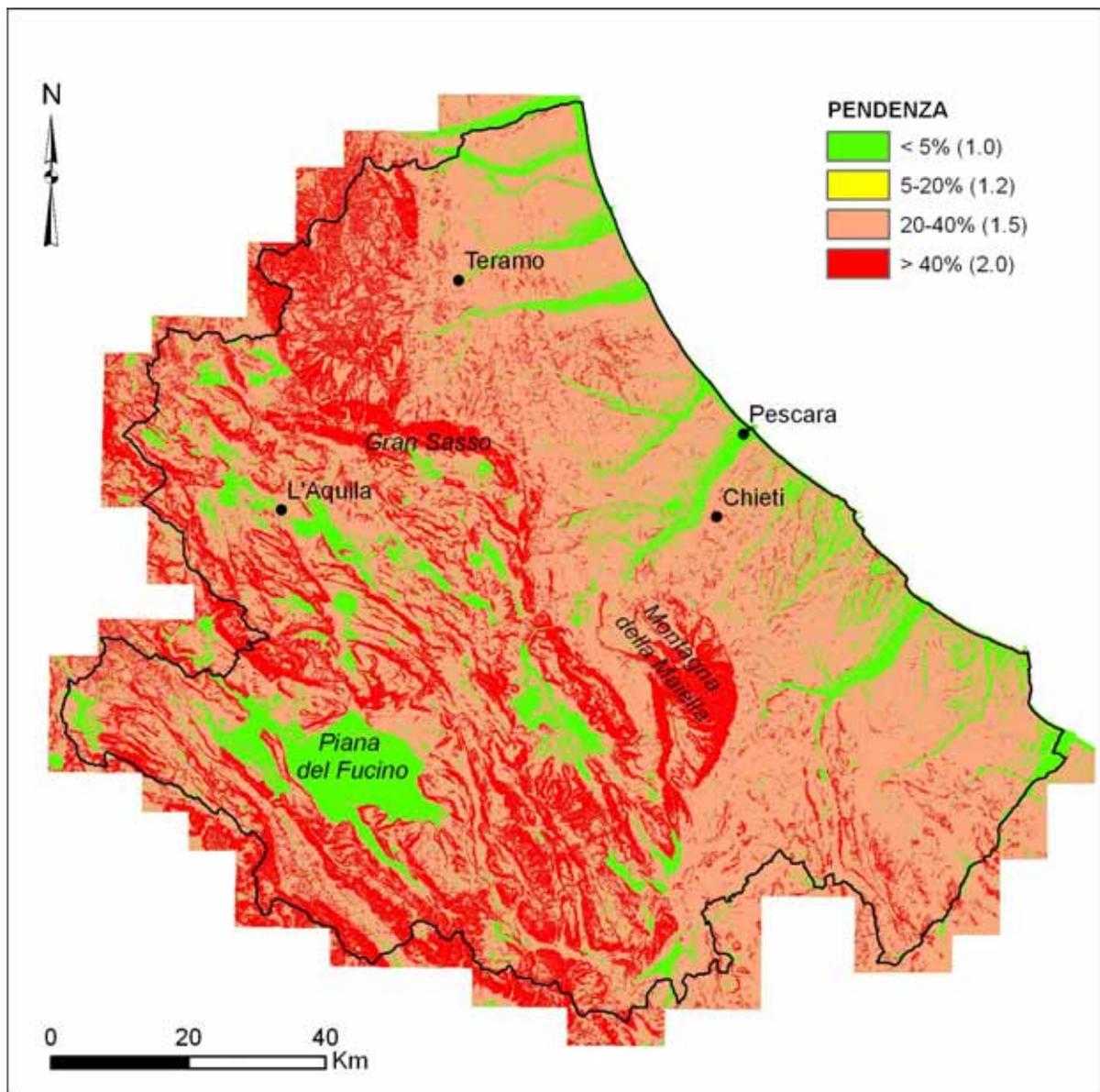


Figura 19 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione per la pendenza.

3.2.7. Calcolo dell'Indice di Qualità del Suolo (SQI)

L'Indice di Qualità del Suolo è stato elaborato nell'ambito del GIS ed è stato ottenuto, per ciascuna area elementare di 40x40 m, dalla media geometrica degli indicatori sopra descritti e dei relativi valori numerici (KOSMAS *et alii*, 1999):

$$SQI = (\text{roccia madre} \times \text{tessitura} \times \text{pietrosità} \times \text{profondità suolo} \times \text{drenaggio} \times \text{pendenza})^{1/6}$$

L'indice è stato suddiviso in tre classi secondo i valori riportati in tabella 9; un basso valore dell'indice definisce un'alta qualità del suolo e uno scarso contributo da parte del suolo stesso alla sensibilità alla desertificazione..

| Indice di Qualità del Suolo | Descrizione | Range |
|------------------------------------|--------------------|--------------|
| 1 | Alta qualità | < 1,13 |
| 2 | Moderata qualità | 1,13 - 1,45 |
| 3 | Bassa qualità | > 1,45 |

Tabella 9 – Classi e valori dell'Indice di Qualità del Suolo (SQI).

È stata quindi elaborata una carta tematica dell'Indice di Qualità del Suolo riportata in figura 20.

La distribuzione della Qualità del suolo, per quanto riguarda la sensibilità ambientale legata alla desertificazione, risulta sicuramente peculiare; è da alta a moderata nella fascia pedemontana-costiera, nelle piane alluvionali e nelle conche intermontane, mentre risulta prevalentemente bassa nei rilievi delle aree montane. Tale distribuzione è legata a fattori orografici per le pendenze elevate, a fattori litologici per la presenza di litotipi carbonatici che, in particolare, sono caratterizzati da suoli di scarso spessore; questi tuttavia localmente possono aumentare nelle aree boscate e nelle aree carsiche per la presenza di elevati spessori di terre rosse.

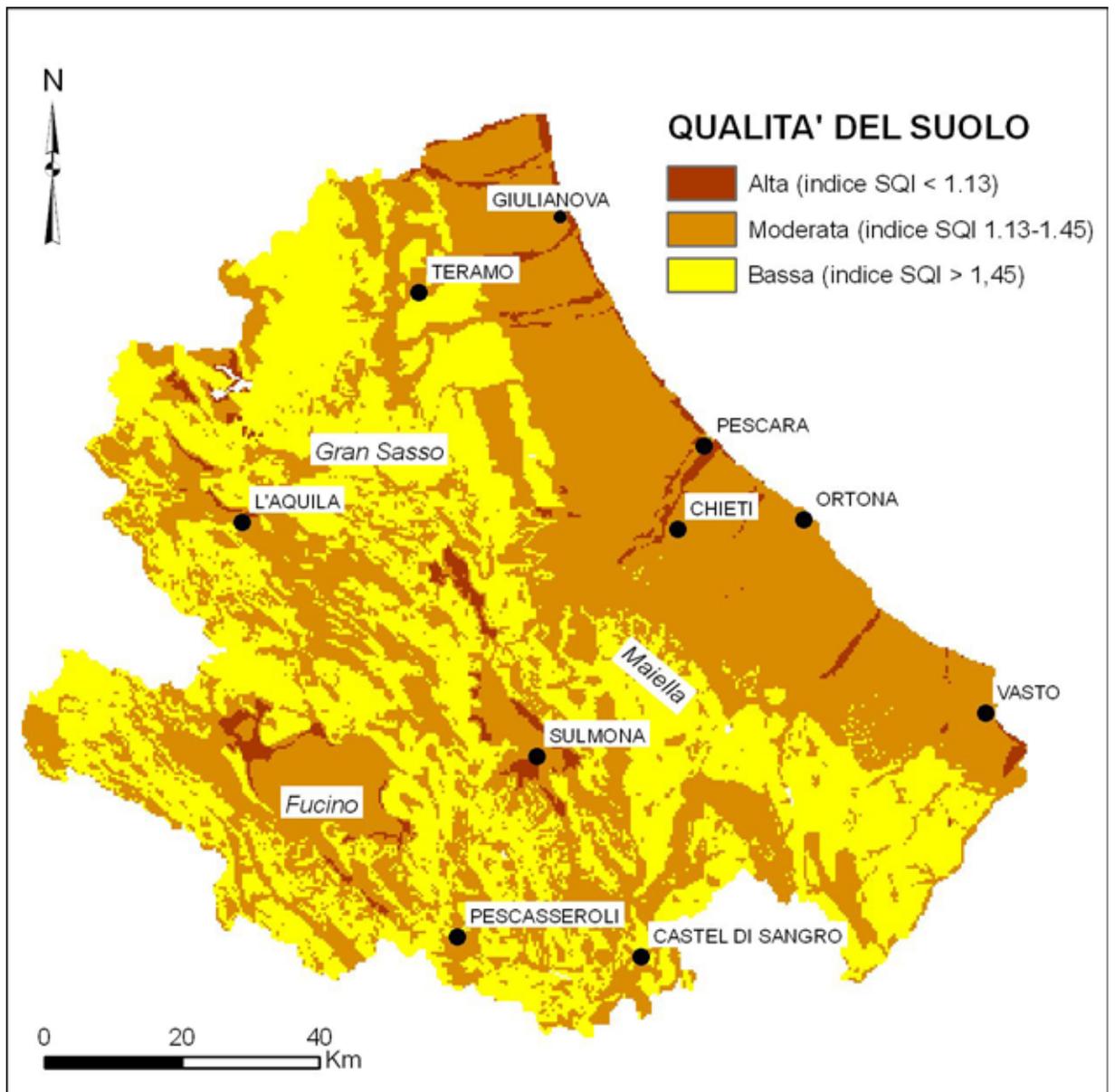


Figura 20 - Carta tematica dell'Indice di Qualità del Suolo.

3.3. Indicatori di qualità del clima

Le precipitazioni totali annue, il regime pluviometrico, l'intensità delle precipitazioni, il verificarsi di eventi estremi e la possibile sfasatura tra distribuzione delle precipitazioni e periodi vegetativi delle essenze vegetali e delle colture, sono i principali fattori climatici che determinano un fondamentale contributo ai processi di desertificazione e di degradazione dei suoli. Ciò risulta particolarmente evidente nelle aree mediterranee. La metodologia ESA considera a tal proposito tre parametri, legati alle variabili climatiche, che tendono a definire le aree sensibili alla desertificazione: il cumulato medio climatico di precipitazione, l'aridità e l'esposizione dei versanti.

L'elaborazione degli indici sono stati eseguiti tenendo conto delle stazioni termo-pluviometriche più significative distribuite in maniera omogenea nel territorio abruzzese nel periodo 1976-2005 (Tab. 10); i dati per ogni singola stazione e la relativa elaborazione sono stati forniti dal Servizio Idrografico Mareografico Nazionale, sede di Pescara.

| STAZIONI | QUOTA (m) |
|----------------------|-----------|
| Assergi | 1040 |
| Barsciano | 810 |
| Campotosto | 1430 |
| Castel di Sangro | 805 |
| Chieti | 320 |
| Goriano Sicoli | 785 |
| Isola del Gran Sasso | 553 |
| L'Aquila | 735 |
| Lanciano | 283 |
| Montazzoli | 800 |
| Monte reale | 938 |
| Penne | 438 |
| Pescara | 5 |
| Pescocostanzo | 1395 |
| S. Eufemia | 810 |
| Sulmona | 420 |
| Teramo | 300 |
| Vasto | 120 |

Tabella 10 – Stazioni termo-pluviometriche utilizzati per il calcolo degli indici.

3.3.1. Precipitazioni

La disponibilità delle risorse idriche viene considerata dall'analisi del valore annuale del cumulo medio delle precipitazioni. Il dato è importante sia in funzione della disponibilità idrica media del territorio, sia, in qualche misura, del rischio erosivo dovuto alle precipitazioni; quest'ultimo aspetto, tuttavia, dipende più propriamente dall'intensità delle precipitazioni e solo in parte dall'entità totale.

I dati sono stati forniti ed elaborati dal Servizio Idrografico e Mareografico d'Abruzzo che ha elaborato la carta delle isoiete della regione sulla base di 18 stazioni pluviometriche distribuite sul territorio relativamente al trentennio 1976-2005.

La tabella 11 mostra le classi di precipitazioni e gli indici corrispondenti.

| Classe | Precipitazioni (mm) | Indice |
|--------|---------------------|--------|
| 1 | > 650 | 1.0 |
| 2 | 280 – 650 | 2.0 |
| 3 | < 280 | 4.0 |

Tabella 11 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativa alle precipitazioni.

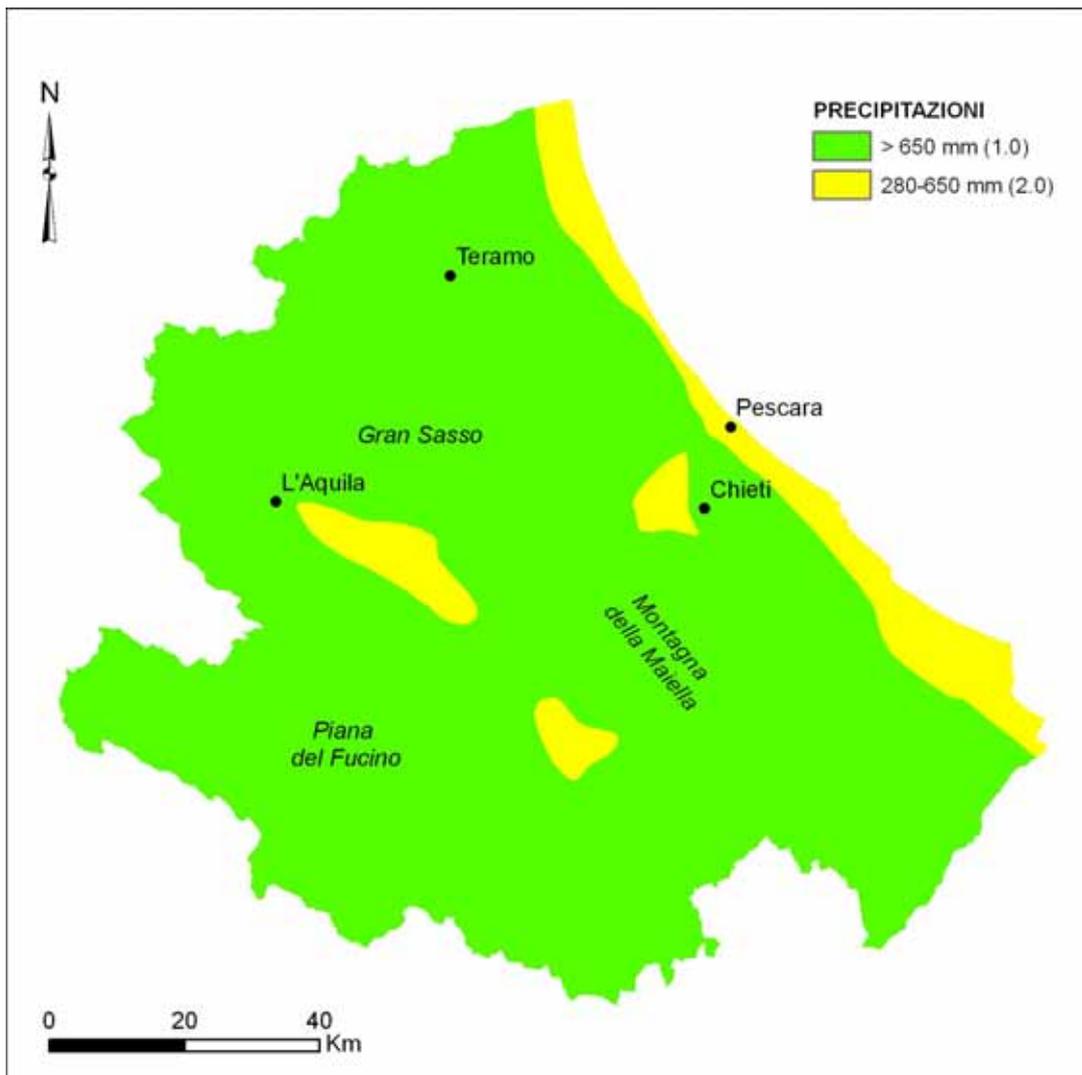


Figura 21 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo alle precipitazioni.

Si nota (Fig. 21) che quasi l'intero territorio abruzzese ha precipitazioni maggiori di 650 mm, precipitazioni comprese tra 280-650 mm sono riscontrabili lungo la fascia costiera, la conca di Sulmona e dell'Aquila e lungo il tratto della valle del Fiume Pescara nella zona di Cepagatti. Non si riscontrano precipitazioni minore di 280 mm corrispondente alla classe 3.

3.3.2. *Indice di aridità*

L'evoluzione della vegetazione naturale è collegata alla disponibilità idrica; particolarmente nelle aree a clima mediterraneo, dalla lunghezza e dalla frequenza di periodi siccitosi dipende la vita vegetativa e gli eventuali mutamenti della vegetazione naturale (KOSMAS *et alii*, 1999).

La metodologia ESA prevede l'utilizzo dell'indice di aridità proposto da Bagnouls-Gausson, applicando la seguente formula:

$$BGI = \sum (2T_i - P_i) * K$$

in cui:

BGI = Bagnouls-Gausson Index

T_i = Temperatura media per il mese i (°C)

P_i = Media delle precipitazioni totali mensili per il mese i (mm)

K = Frequenza con cui si verifica 2T_i-P_i>0 per il mese i-esimo

Come per i parametri precedenti l'indice di aridità così calcolato prevede una suddivisione in 6 classi con un relativo indice di sensibilità alla desertificazione (Tab.12).

| Classe | BGI | Index |
|---------------|------------|--------------|
| 1 | < 50 | 1 |
| 2 | 50 – 75 | 1.1 |
| 3 | 75 – 100 | 1.2 |
| 4 | 100 – 125 | 1.4 |
| 5 | 125 – 150 | 1.8 |
| 6 | > 150 | 2 |

Tabella 12 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativo all'aridità.

Nella prima fase del lavoro si è sviluppato l'indice di aridità attenendosi alla metodologia proposta, al fine di poter avere un risultato omogeneo e confrontabile con altre

aree di applicazione della metodologia stessa. Sulla base delle elaborazioni preliminari effettuate tutto il territorio abruzzese ricade nella prima classe (Fig. 22).

Al fine di verificare i risultati ottenuti, l'indice di aridità per ogni singola stazione è stato calcolato considerando anche altre classificazioni come Lang, De Martonne e Emberger (Tab. 13).

| | |
|---|-----------------|
| Classificazione di LANG | $R=P/T$ |
| Indice di Aridità di De Martonne | $Ia=P/(T+10)$ |
| Classificazione di Emberger | $P/(M2+m2)*100$ |
| P= Precipitazione annua (mm) | |
| T= Temperatura media annua (°C) | |
| M2= Temperatura media massima del mese più caldo (°C) | |
| M2= Temperatura media minima del mese più freddo (°C) | |

Tabella 13 – Indici climatici.

L'indice di aridità calcolato con la formula proposta da Bagnouls-Gausson ed applicata in questo studio, fa rientrare l'intero territorio di studio in classe 1, indicando un indice di aridità molto basso (Fig. 22). Il dato viene confermato anche dalle classificazioni di De Martonne e Emberger ottenendo un clima da umido a subumido; solo la classificazione di Lang indica un clima da semiarido a temperato umido (Tab 14).

| STAZIONI | Classificazione di LANG | | Indice di Aridità di De Martonne | | Classificazione di Emberger | |
|----------------------|-------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------|-----------------------------|-------|
| | Umido > 160 | | Iperumido > 60 | | Umido > 90 | |
| | Temperato umido 160-100 | | Umido 60-30 | | Subumido 90-50 | |
| | Temperato caldo 100-60 | | Subumido 30-20 | | Semiarido 50-30 | |
| | Semiarido 60-40 | | Semiarido(tipo mediterraneo) 20-15 | | Arido < 30 | |
| | Steppico <40 | | Arido (steppe) 15-5 | | | |
| | | | Arido (estremo) 0-5 | | | |
| Assergi | 96.4 | Temperato caldo | 48.9 | Umido | 252.8 | Umido |
| Barsciano | 57.6 | Semiarido | 30.6 | Umido | 157.3 | Umido |
| Campotosto | 135.7 | Temperato umido | 60.8 | Iperumido | 381.2 | Umido |
| Castel di Sangro | 86.8 | Temperato caldo | 44.1 | Umido | 258.9 | Umido |
| Chieti | 49.5 | Semiarido | 30.0 | Umido | 131.7 | Umido |
| Goriano Sicoli | 73.4 | Temperato caldo | 38.4 | Umido | 191.9 | Umido |
| Isola del Gran Sasso | 105.1 | Temperato umido | 58.5 | Umido | 282.0 | Umido |
| L'Aquila | 57.8 | Semiarido | 31.5 | Umido | 147.0 | Umido |
| Lanciano | 50.5 | Semiarido | 30.0 | Umido | 142.5 | Umido |

| | | | | | | |
|---------------|-------|-----------------|------|-----------|-------|-------|
| Montazzoli | 72.7 | Temperato caldo | 40.0 | Umido | 185.8 | Umido |
| Montereale | 90.5 | Temperato caldo | 45.5 | Umido | 246.9 | Umido |
| Penne | 56.7 | Semiarido | 33.9 | Umido | 155.3 | Umido |
| Pescara | 43.1 | Semiarido | 25.9 | Subumido | 125.5 | Umido |
| Pescocostanzo | 112.0 | Temperato umido | 49.4 | Umido | 317.1 | Umido |
| S. Eufemia | 129.2 | Temperato umido | 67.4 | Iperumido | 380.5 | Umido |
| Sulmona | 43.5 | Semiarido | 25.5 | Subumido | 111.2 | Umido |
| Teramo | 51.6 | Semiarido | 30.5 | Umido | 142.7 | Umido |
| Vasto | 42.0 | Semiarido | 25.5 | Subumido | 118.1 | Umido |

Tabella 14 – Indici di aridità elaborati per le 18 stazioni selezionate nella Regione Abruzzo.

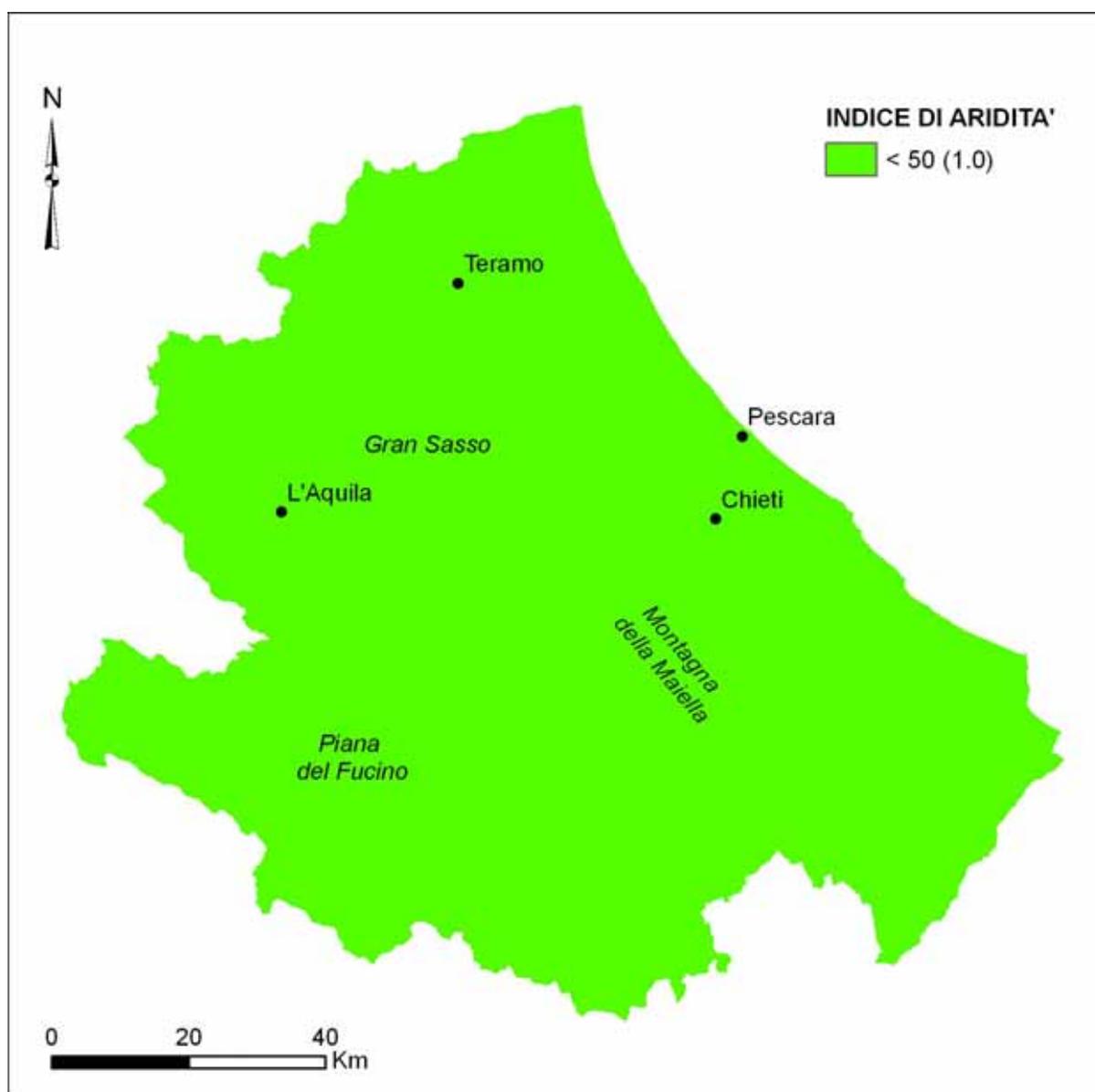


Figura 22 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo all'aridità.

3.3.3. Esposizione

Un ulteriore parametro considerato nella metodologia in uso (KOSMAS *et alii*, 1999) è l'esposizione dei versanti. L'esposizione dei versanti determina infatti le condizioni microclimatiche in funzione dell'entità di insolazione effettiva al suolo. Nei climi mediterranei si ha infatti una minore distribuzione della vegetazione sui versanti esposti verso sud; ne risulta un livello di erosione molto maggiore lungo i versanti esposti a sud rispetto ai versanti a nord anche per differenti tipi di copertura vegetale (ALEXANDER, 1980; DRAMIS *et alii*, 1982; POESEN *et alii*, 1998).

L'esposizione dei versanti è quindi stata elaborata tramite un DEM con passo a 40 m (Fig. 23) e tale parametro è stato suddiviso in 2 classi con i relativi indici di sensibilità alla desertificazione (Tab. 15).

| Classe | Esposizione | Indice |
|--------|-------------|--------|
| 1 | NO - NE | 1.0 |
| 2 | SO - SE | 2.0 |

Tabella 15 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativa all'esposizione.

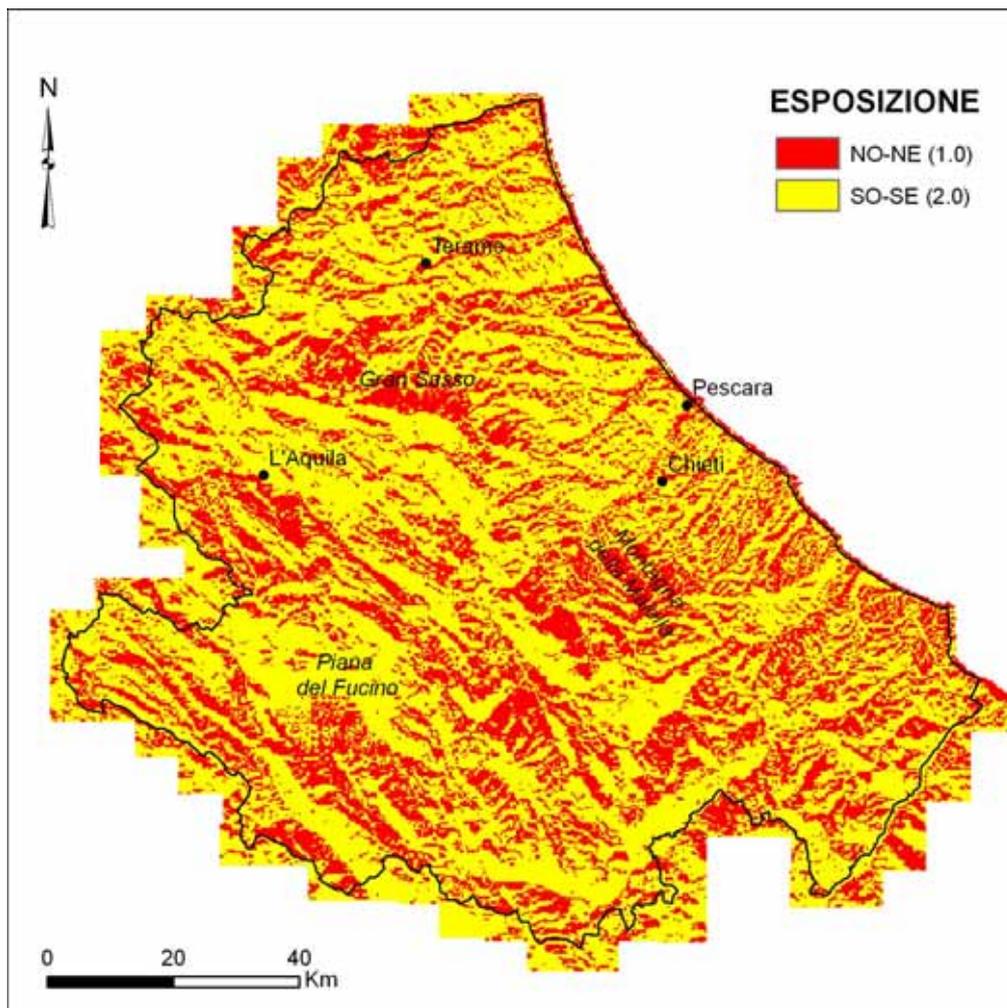


Figura 23 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo all'esposizione.

3.3.4. Calcolo dell'Indice di Qualità del Clima (CQI)

L'Indice di Qualità del Clima è stato elaborato nell'ambito del GIS ed è stato ottenuto, per ciascuna area elementare di 40x40 m, dalla media geometrica dei tre indicatori sopra descritti e dei relativi valori numerici:

$$CQI = (\text{precipitazioni} \times \text{indice di aridità} \times \text{esposizione})^{1/3}$$

In tabella 16 sono riportati i valori dell'indice e le relative classi (KOSMAS *et alii*, 1999).

| Indice di qualità del Clima | Descrizione | Range |
|------------------------------------|--------------------|--------------|
| 1 | Alta qualità | < 1,15 |
| 2 | Moderata qualità | 1.15-1.81 |
| 3 | Bassa qualità | > 1.81 |

Tabella 16 – Classi e valori dell'Indice di Qualità del Suolo (SQI).

È stata quindi elaborata una carta tematica dell'Indice di Qualità del Clima riportata in figura 24.

La distribuzione dell'Indice di qualità del clima, nel territorio abruzzese, è influenzata in prevalenza dalle precipitazioni e dall'esposizione; si osserva una moderata qualità lungo la fascia costiera, all'interno delle conche e nei versanti esposti a SO-SE, il resto della regione presenta una qualità alta. Si nota che non sono presenti aree con una bassa qualità del clima, secondo l'elaborazione del indice CQI.

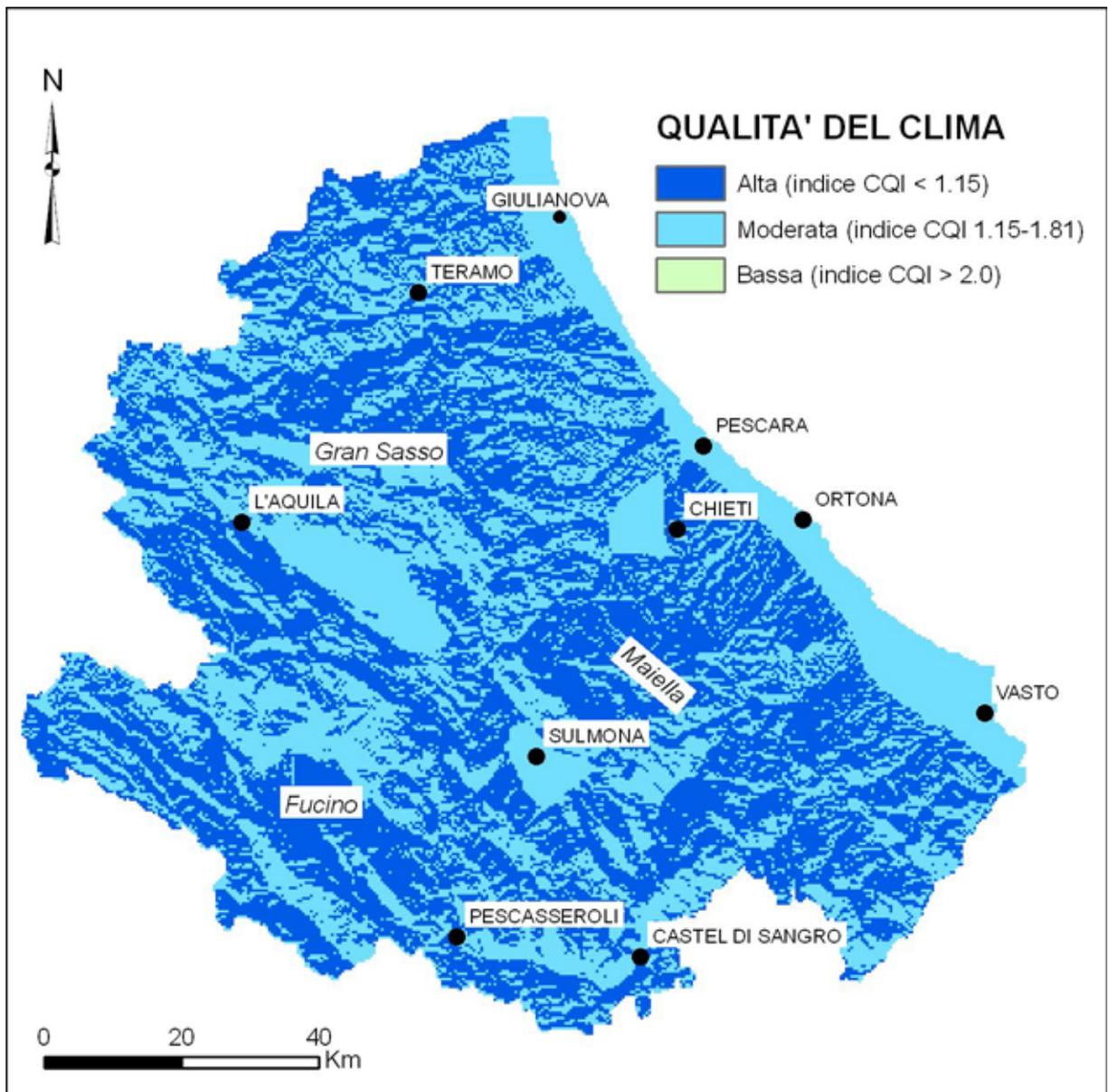


Figura 24 - Carta tematica dell'Indice di Qualità del Clima.

3.4. Indicatori di qualità della vegetazione

La copertura vegetale svolge un ruolo fondamentale nei processi di desertificazione, particolarmente nelle aree mediterranee, in quanto è in grado di stabilizzare e preservare il suolo, riducendo i fenomeni erosivi legati sia al vento che all'acqua; limita l'azione erosiva legata alle gocce di pioggia (*splash erosion*) e l'erosione laminare e può controllare l'erosione da ruscellamento superficiale. Tale aspetto è particolarmente significativo nel territorio abruzzese che risulta coperto per quasi il 50 % da boschi o vegetazione arbustiva ed erbacea (Fig. 9). La diminuzione o la perdita della copertura vegetale, data la difficoltà e i lunghi tempi di recupero, costituiscono quindi un elemento fondamentale nei processi di desertificazione. La metodologia ESA prende, quindi, in considerazione diversi parametri relativi alle caratteristiche della vegetazione e alla copertura vegetale del territorio: il rischio d'incendio, la protezione dall'erosione, la resistenza alla siccità e la copertura del terreno da parte della vegetazione.

I dati cartografici acquisiti riguardanti il territorio abruzzese e relativi all'uso del suolo sono costituiti dalla Carta dell'uso del suolo della Regione Abruzzo (scala 1:25.000), dalla Carta dell'uso del suolo CORINE Land Cover (scala 1:100.000) e dalla Carta della Vegetazione della Regione Abruzzo (scala 1:100.000). Nell'analisi preliminare a livello regionale è stata utilizzata la carta del CORINE Land Cover; questa consente il confronto con altre regioni italiane ed europee, essendo stata realizzata nell'ambito del programma comunitario CORINE (CooRdination de l'Information sur l'Environnement), varato dal Consiglio delle Comunità Europee nel 1985; inoltre, la legenda prevista nelle carte presenta un numero limitato di classi di uso del suolo e una buona corrispondenza con i tipi di uso del suolo proposti dalla metodologia di Kosmas (Tab. 17).

| Classe | Tipo di vegetazione |
|--------|---|
| 1 | Macchia mediterranea mista a foresta sempreverde |
| 2 | Macchia mediterranea |
| 3 | Pascoli permanenti |
| 4 | Pascoli annuali |
| 5 | Foreste decidue |
| 6 | Foreste di pini |
| 7 | Foreste sempreverdi (eccetto le foreste di pini) |
| 8 | Colture agricole perenni sempreverdi |
| 9 | Colture agricole perenni decidue |
| 10 | Colture annuali a ciclo autunno-vernino |
| 11 | Colture annuali a ciclo primaverile estivo |
| 12 | Suolo nudo |

Tabella 17 – Uso del suolo proposto dalla metodologia di Kosmas.

Le classi della legenda CORINE (Tab. 18) sono state quindi attribuite correlate alle unità vegetali riportate nella metodologia (Tab. 17); successivamente per ciascun indicatore sono stati valutati e attribuiti gli indici di sensibilità (KOSMAS *et alii*, 1999; MOTRONI *et alii*, 2005).

| | |
|--|--|
| 1. TERRITORI ARTIFICIALI | |
| 1.1 Aree urbane | |
| | 1.1.1 Tessuto urbano continuo |
| | 1.1.2 Tessuto urbano discontinuo |
| 1.2 Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione | |
| | 1.2.1 Aree industriali o commerciali |
| | 1.2.2 Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori |
| | 1.2.3 Aree portuali |
| | 1.2.4 Aeroporti |
| 1.3 Zone estrattive, discariche e cantieri | |
| | 1.3.1 Aree estrattive |
| | 1.3.3 Cantieri |
| 1.4 Zone verdi artificiali non agricole | |
| | 1.4.1 Aree verdi urbane |
| | 1.4.2 Aree sportive e ricreative |
| 2. TERRITORI AGRICOLI | |
| 2.1 Seminativi | |
| | 2.1.1 Seminatavi in aree non irrigue |
| 2.2 Colture permanenti | |
| | 2.2.1 Vigneti |
| | 2.2.2 Frutteti e frutti minori |
| | 2.2.3 Uliveti |
| 2.3 Prati stabili | |
| | 2.3.1 Prati |
| 2.4 Zone agricole eterogenee | |
| | 2.4.1 Colture annuali associate e colture permanenti |
| | 2.4.2 Sistemi culturali e particellari permanenti |
| | 2.4.3 Aree prevalentemente occupate da colture agrarie, con spazi naturali |
| 3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI NATURALI | |
| 3.1 Zone boscate | |
| | 3.1.1 Boschi di latifoglie |
| | 3.1.2 Boschi di conifere |
| | 3.1.3 Boschi misti |
| 3.2 Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea | |
| | 3.2.1 Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota |
| | 3.2.2 Brughiere e cespuglietti |
| | 3.2.3 Aree a vegetazione sclerofilia |
| | 3.2.4 Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione |
| 3.3 Zone aperte con vegetazione rada o assente | |
| | 3.3.1 Spiagge, dune, sabbie |
| | 3.3.2 Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti |
| | 3.3.3 Aree con vegetazione rada |
| 5. CORPI IDRICI | |
| 5.1 Acque continentali | |
| | 5.1.2 Bacini d'acqua |

Tabella 18 – Classi uso del suolo secondo il progetto CORINE.

Anche in questo caso i dati sono stati rielaborati su aree elementari di 40x40 m con la realizzazione di carte tematiche in formato *raster* dei relativi indicatori; successivamente sulla base degli indicatori è stata elaborata la carta tematica dell'Indice di Qualità della Vegetazione.

3.4.1. Rischio d'incendio

Il fuoco rappresenta una delle cause principali di degrado del suolo. Un'area boschiva, una volta bruciata, impiega diversi anni ad essere ricolonizzata dalla vegetazione; in questo intervallo di tempo, in funzione dei diversi fattori morfoclimatici, i processi di erosione possono degradare anche irreparabilmente il suolo fino, in alcuni casi, ad impedire il ripristino della vegetazione originaria. Le aree caratterizzate da macchia mediterranea viceversa presentano un'elevata capacità di recupero dopo un incendio e gli effetti sui fenomeni di degrado del suolo si risentono per un limitato numero di anni. Il fenomeno è particolarmente importante nel territorio abruzzese che, come detto, è coperto per quasi il 50% da aree boscate o aree con vegetazione arbustiva ed erbacea (Fig. 9). Le diverse specie che costituiscono le aree boscate e arbustive, inoltre, rispondono al fuoco in modo differente a seconda dell'intensità dell'incendio, della stagione di crescita e dello stato di maturazione delle piante (TRABAUD, 1981)

In base ai tipi di vegetazione presente (CLC2000), il rischio d'incendio e l'indice corrispondente possono essere così riassunti (KOSMAS *et alii*, 1999) (Tab 19).

| Classe | Descrizione | Tipo di vegetazione | Classe CORINE | Indice |
|--------|-------------|--|--|--------|
| 1 | Basso | Suolo nudo, colture agricole perenni, colture agricole annuali (mais, girasole) | 2.1.2, 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.3.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 | 1.0 |
| 2 | Moderato | Colture agricole annuali (cereali, pascoli), foreste decidue, macchia mediterranea mista a foresta sempre verde, foresta sempre verde. | 2.1.1, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 3.1.1, 3.2.2, 3.1.3, 3.2.1, 3.2.4, | 1.3 |
| 3 | Alto | Macchia mediterranea | 3.2.3 | 1.6 |
| 4 | Molto Alto | Conifere | 3.1.2 | 2.0 |

Tabella 19 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativo al rischio incendio.

È stata quindi elaborata una carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo al rischio incendio riportata in figura 25.

Il territorio abruzzese presenta un rischio d'incendio moderato per la maggior parte dell'area di studio; un rischio basso si riscontra lungo la fascia pedemontana e le conche interne, mentre il rischio d'incendio alto o molto alto si registra in limitate aree nel settore montano caratterizzati da boschi di conifere.

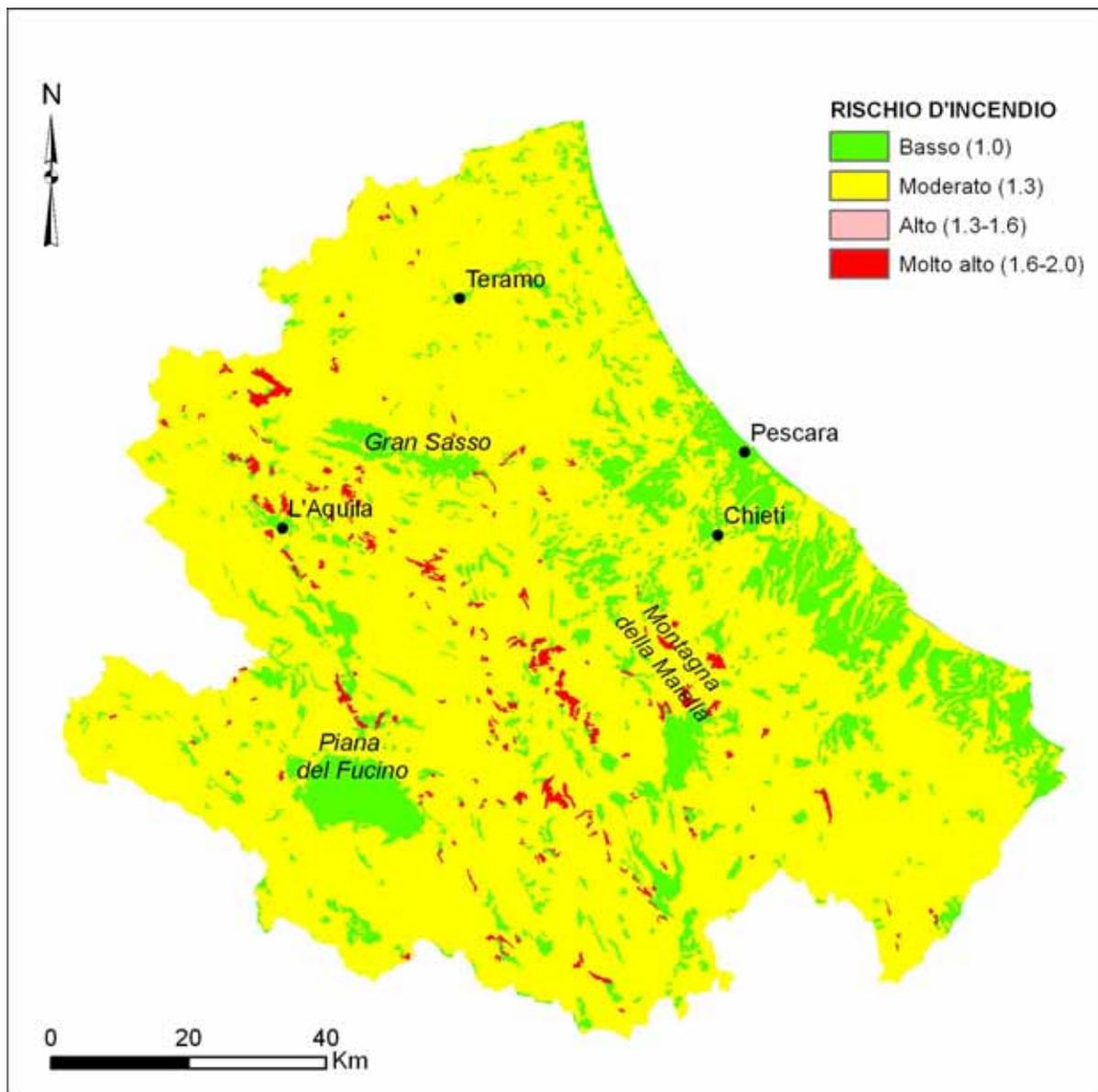


Figura 25 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo al rischio incendio.

3.4.2. Protezione dall'erosione

La copertura vegetale e l'uso del suolo costituiscono un fattore fondamentale nel condizionare processi di erosione e degradazione del suolo. La vegetazione protegge il terreno ostacolando il processo di erosione del suolo e il ruscellamento superficiale; ciò avviene in misura diversa a seconda del tipo di copertura vegetale che caratterizza il territorio. Ad esempio ampie coltivazioni a cereali, vite od olivo, come quelle diffuse nelle aree pedemontane collinari dell'Abruzzo, su terreni argillosi con modesti spessori di suolo, risultano aree particolarmente sensibili all'erosione, particolarmente laddove viene periodicamente eliminata la vegetazione erbacea mediante la fresatura o l'uso di pesticidi.

È stato osservato, nel confronto di diversi siti nell'area mediterranea settentrionale, che il tasso di erosione del suolo risulta maggiore nelle aree coltivate a vite rispetto a quelle coltivate a cereali o con vegetazione spontanea; minore ancora l'erosione sulle aree ad olivo (KOSMAS *et alii*, 1997).

La tabella sottostante mostra la valutazione della protezione dall'erosione relativamente ai diversi tipi di vegetazione e gli indici corrispondente secondo quanto proposto dalla metodologia ESA (Tab. 20).

| Classe | Descrizione | Tipo di vegetazione | Classe CORINE | Indice |
|---------------|--------------------|--|---|---------------|
| 1 | Molto alta | Macchia mediterranea mista a foresta sempre verde | 3.1.3, 3.2.4 | 1.0 |
| 2 | Alta | Macchia mediterranea, colture agricole sempreverdi permanenti (oliveti), pascoli | 2.2.3, 3.1.2, 3.2.1, 3.2.3 | 1.3 |
| 3 | Moderata | Foreste decidue | 3.1.1 | 1.6 |
| 4 | Bassa | Colture agricole perenni decidue (frutteti) | 2.2.2 | 1.8 |
| 5 | Molto bassa | Cereali, vigneti, erbai, aree con vegetazione rada | 2.1.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.3.1, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 3.2.2, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 | 2.0 |

Tabella 20 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativo alla protezione dall'erosione.

È stata quindi elaborata una carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativa alla protezione dall'erosione riportata in figura 26.

Dall'elaborazione ottenuta si nota che buona parte del territorio presenta un indice molto basso o basso relativamente alla protezione dall'erosione, in particolare lungo la fascia collinare pedemontana e nelle conche interne; valori molto alti o alti si riscontrano nelle zone montane ed in modo sporadico nella zona collinare.

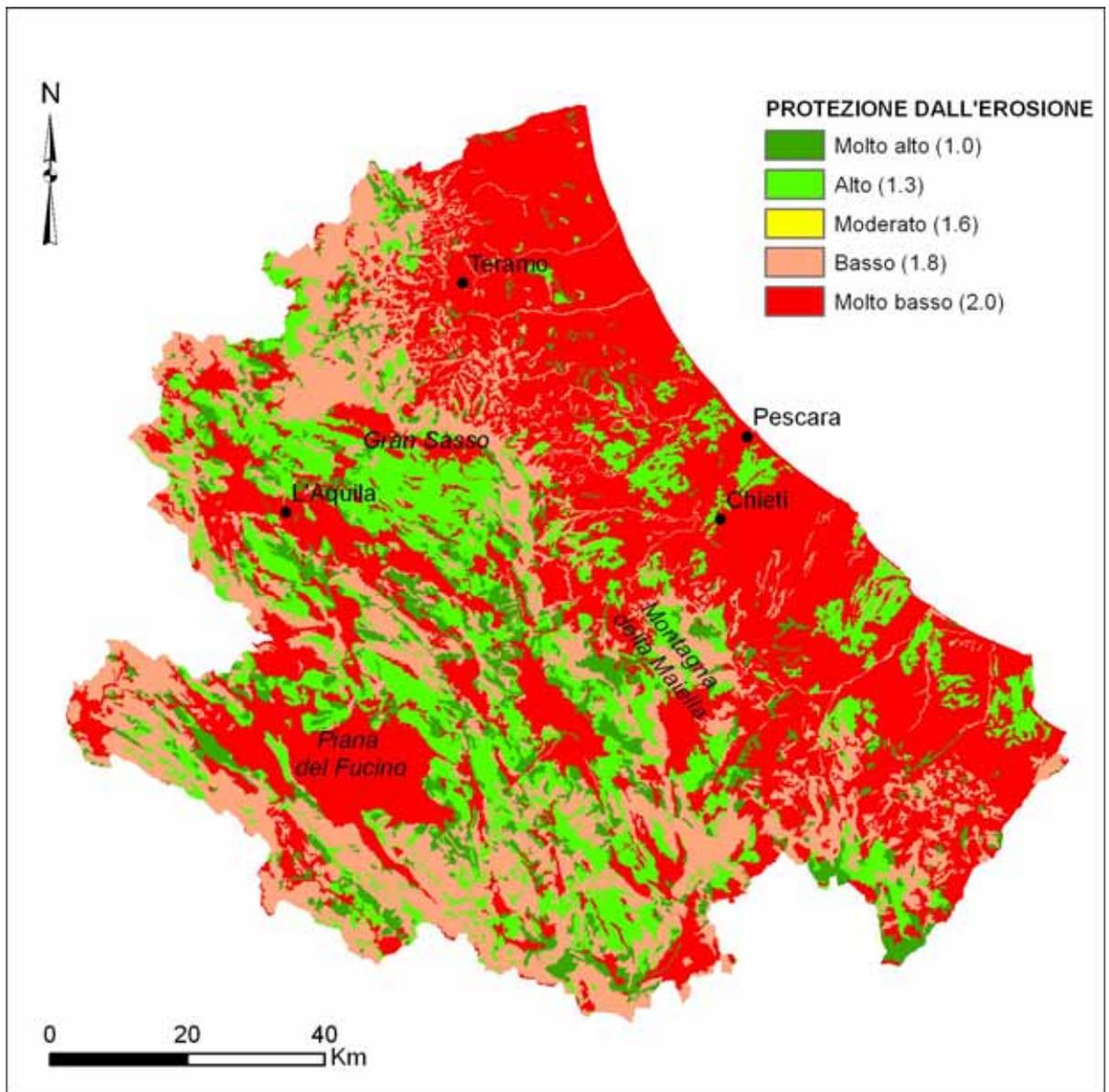


Figura 26 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo alla protezione dall'erosione.

3.4.3. Resistenza alla siccità

Gli ecosistemi mediterranei hanno sviluppato nel corso del tempo una elevata resistenza alla siccità grazie a numerosi adattamenti di natura anatomica ed ecofisiologica delle specie. Molte di esse sono in grado di resistere a condizioni di deficit idrico severe e prolungate nel tempo, per cui le risposte fisiologiche della vegetazione a una graduale riduzione delle precipitazioni possono essere messe in evidenza solo dopo un numero critico di anni siccitosi.

Tra le specie agrarie prevalenti in ambiente mediterraneo, l'olivo presenta una spiccata adattabilità e resistenza a periodi siccitosi anche piuttosto lunghi, mentre le specie decidue e le colture agricole annuali sono meno adatte.

La principale risposta da parte della pianta alla ridotta disponibilità idrica è data dalla riduzione dell'Indice di Area Fogliare (Leaf Area Index, LAI), con la conseguente riduzione dell'attività respiratoria; dal punto di vista del rischio di desertificazione, si riduce in questo modo l'azione protettiva della copertura vegetale e si intensificano i processi di erosione.

In base ai tipi di vegetazione presente, la resistenza alla siccità corrisponde ad un indice riassunto in tabella 21.

| Classe | Descrizione | Tipo di vegetazione | Classe CORINE | Indice |
|--------|-------------|--|------------------------------------|--------|
| 1 | Molto alta | Macchia mediterranea mista a foresta sempreverde, macchia mediterranea | 3.2.3, 3.2.4, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, | 1.0 |
| 2 | Alta | Conifere, oliveti, foreste decidue | 2.2.3, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 | 1.2 |
| 3 | Moderata | Colture agricole perenni decidue (frutteti, vigneti) | 2.2.1, 2.2.2 | 1.4 |
| 4 | Bassa | Pascoli permanenti | 2.3.1, 2.4.1, 3.2.1, 3.2.2 | 1.7 |
| 5 | Molto Bassa | Colture agricole annuali, pascoli annuali | 2.1.1, 2.1.2, 2.4.2, 2.4.3 | 2.0 |

Tabella 21 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativo alla resistenza all'erosione.

È stata quindi elaborata una carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo alla resistenza alla siccità riportata in figura 27.

La carta tematica ottenuta (Fig. 27) indica valori molto bassi per un'area molto ampia del territorio, sia nel settore montano che nell'area pedemontana e costiera; si riscontrano anche valori moderati ma con estensioni areali minori; resistenza alla siccità molto alta si osserva nella parte montana in corrispondenza dei principali rilievi e in poche aree nel settore collinare.

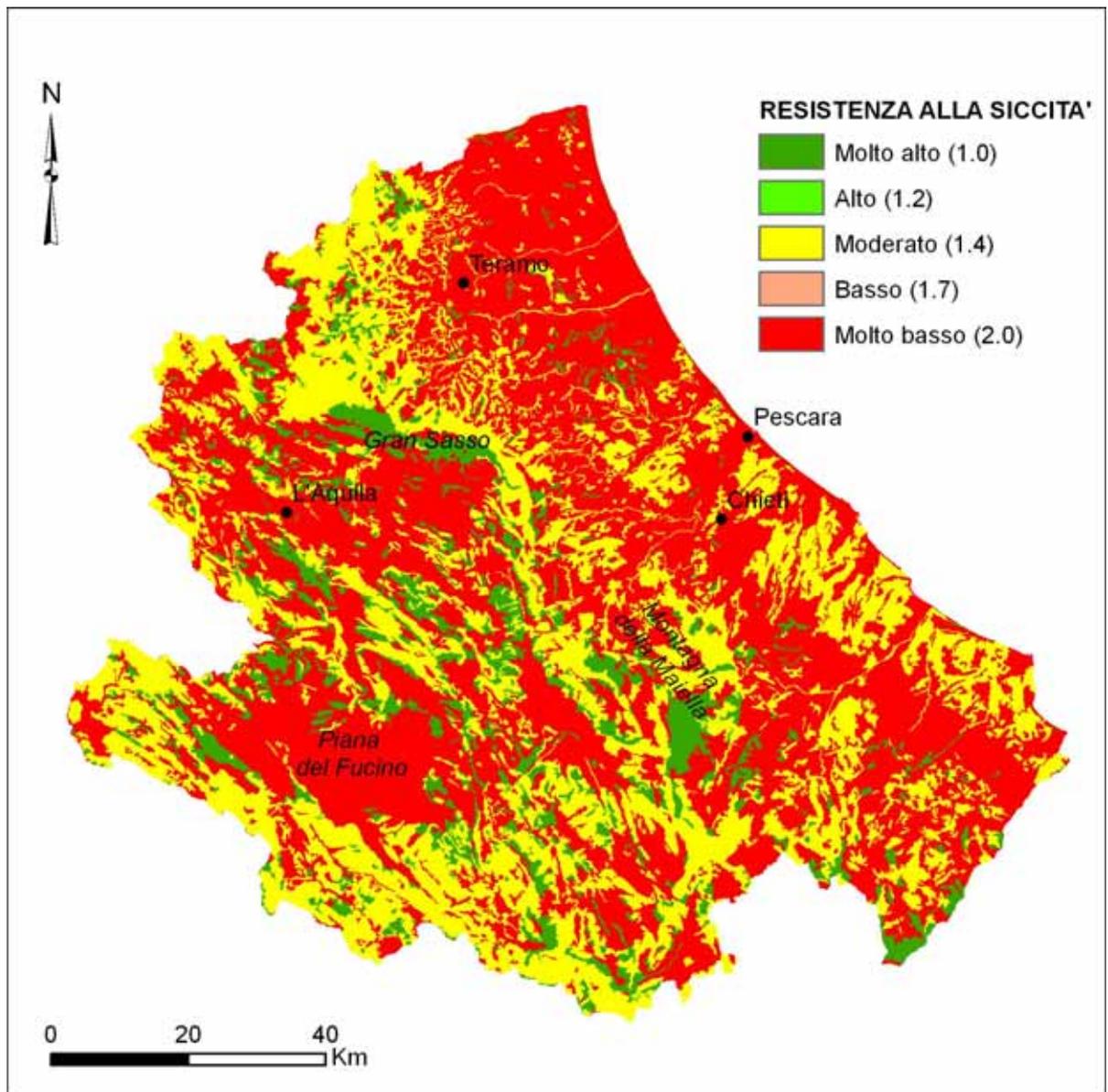


Figura 27 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo alla resistenza alla siccità.

3.4.4. Copertura vegetale

Molti studi (FRANCIS & THORNES, 1990 e relativa bibliografia) hanno dimostrato come il ruscellamento e la perdita di suolo diminuiscono notevolmente all'aumentare della percentuale di copertura del suolo da parte della vegetazione. Inoltre una porzione di territorio è considerata desertificata quando la produzione di biomassa per unità di superficie si trova al di sotto di una determinata soglia. In termini di percentuale di copertura vegetale, tale soglia è stata individuata nel 40% di copertura; oltre questo valore di riferimento, in zone acclivi, si verificano condizioni di accelerata erosione. Il valore di tale soglia può cambiare in funzione del tipo di vegetazione, dell'intensità della pioggia e delle caratteristiche del territorio, ma il degrado del terreno inizia solo quando una porzione sostanziale (circa il 40%, appunto) del terreno è spoglia. Nella tabella seguente sono presentati i valori della copertura del terreno, espressa in percentuale, e l'indice associato.

Nella tabella 22 sono presenti i valori della copertura del terreno e l'indice associato.

| Classe | Copertura (%) | Tipo di vegetazione | Classe CORINE | Indice |
|---------------|----------------------|--|---|---------------|
| 1 | > 40% | Colture agricole annuali a ciclo primaverile-estivo, foreste decidue e sempreverdi, macchia mista a foresta sempreverde, macchia mediterranea | 2.1.2, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.2.3, 3.2.4 | 1.0 |
| 2 | 10 – 40% | Colture agricole annuali a ciclo autunno-vernino, colture agricole perenni decidue (frutteti, vigneti), oliveti, pascoli permanenti, zone interinali | 2.1.1, 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.3.1, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 3.2.2 | 1.8 |
| 3 | < 10% | Aree a vegetazione rada, aree incendiate | 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 | 2.0 |

Tabella 22 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativo alla copertura vegetale.

Nella carta tematica della copertura vegetale elaborata con la metodologia ESA (Fig. 28), si nota che coperture maggiore del 40% sono presenti nella parte interna, coperture comprese tra il 10% e il 40% si riscontrano in parte nella zona interna e nella quasi totalità nella zona collinare, copertura minore del 10% è presente nella fascia costiera e nel settore montano.

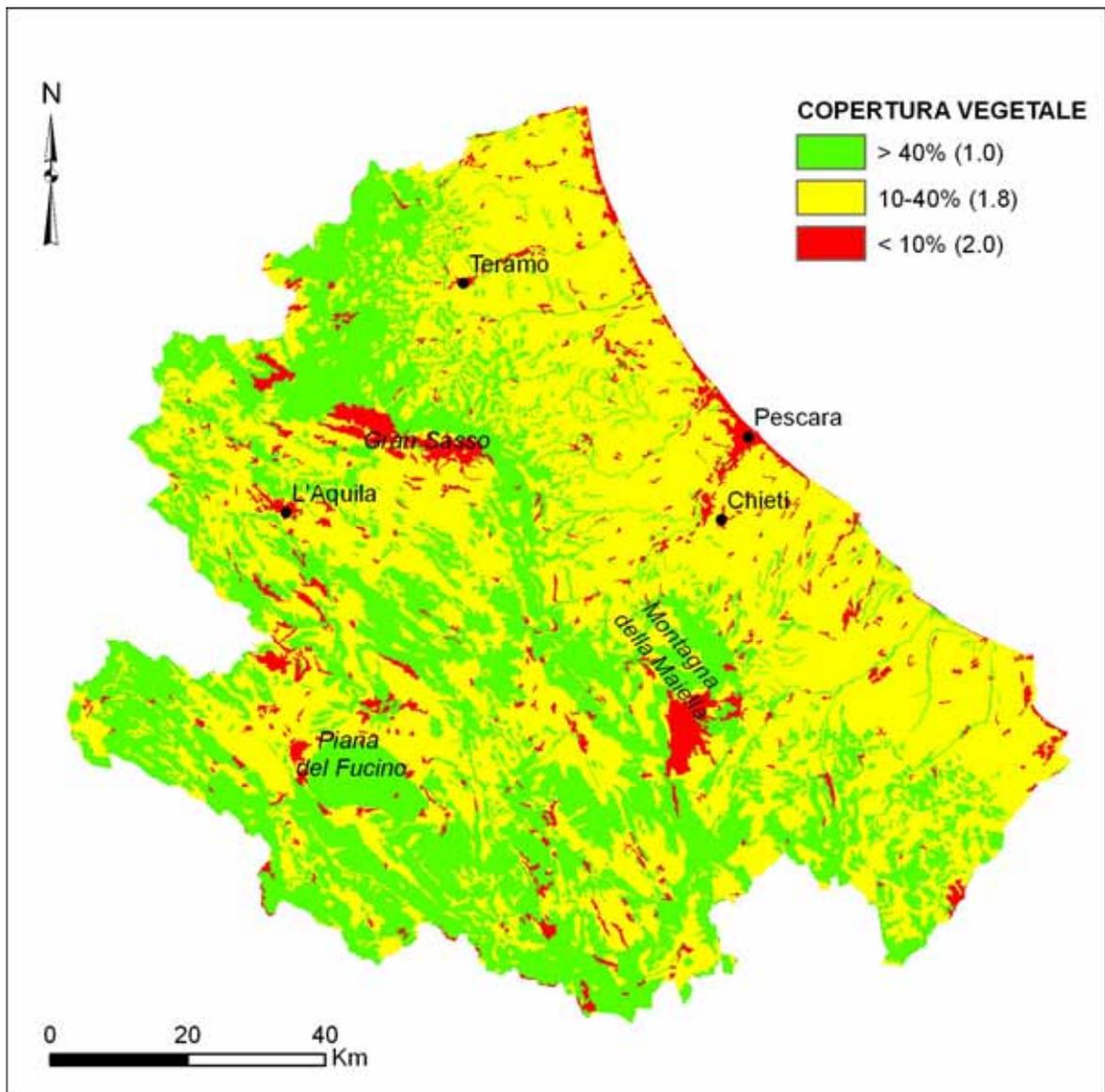


Figura 28 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo alla copertura vegetale.

3.4.5. Calcolo dell'Indice di Qualità della Vegetazione (VQI)

L'indice di qualità della vegetazione è ottenuto dalla media geometrica dei diversi indicatori che contribuiscono a definire le caratteristiche della vegetazione applicando la seguente relazione (Tab. 23):

$$VQI = (\text{rischio incendio} \times \text{protezione all'erosione} \times \text{resistenza alla siccità} \times \text{copertura vegetale})^{1/4}$$

| Indice di qualità della Vegetazione | Descrizione | Range |
|--|--------------------|--------------|
| 1 | Alta qualità | < 1.13 |
| 2 | Moderata qualità | 1.13 – 1.38 |
| 3 | Bassa qualità | > 1.38 |

Tabella 23 – Classi e valori dell'Indice di Qualità della Vegetazione (VQI).

È stata quindi elaborata una carta tematica dell'Indice di Qualità della Vegetazione riportata in figura 29.

L'indice di qualità della vegetazione nel territorio abruzzese si presenta per quasi la totalità basso o moderato; poche sono le aree con alta qualità della vegetazione. La bassa qualità si riscontra in particolare nelle aree pedemontane e nelle aree delle conche intermontane a causa degli usi del suolo (pratiche agricole e colture) con presenza di seminativi (particolarmente in aree non irrigue), aree colturali complesse e in parte a causa della presenza di aree a vigneti e uliveti e frutteti (particolarmente per gli aspetti legati alla protezione dall'erosione e alla copertura vegetale); una moderata qualità si individua nei versanti montani soggetti in passato a intensi disboscamenti.

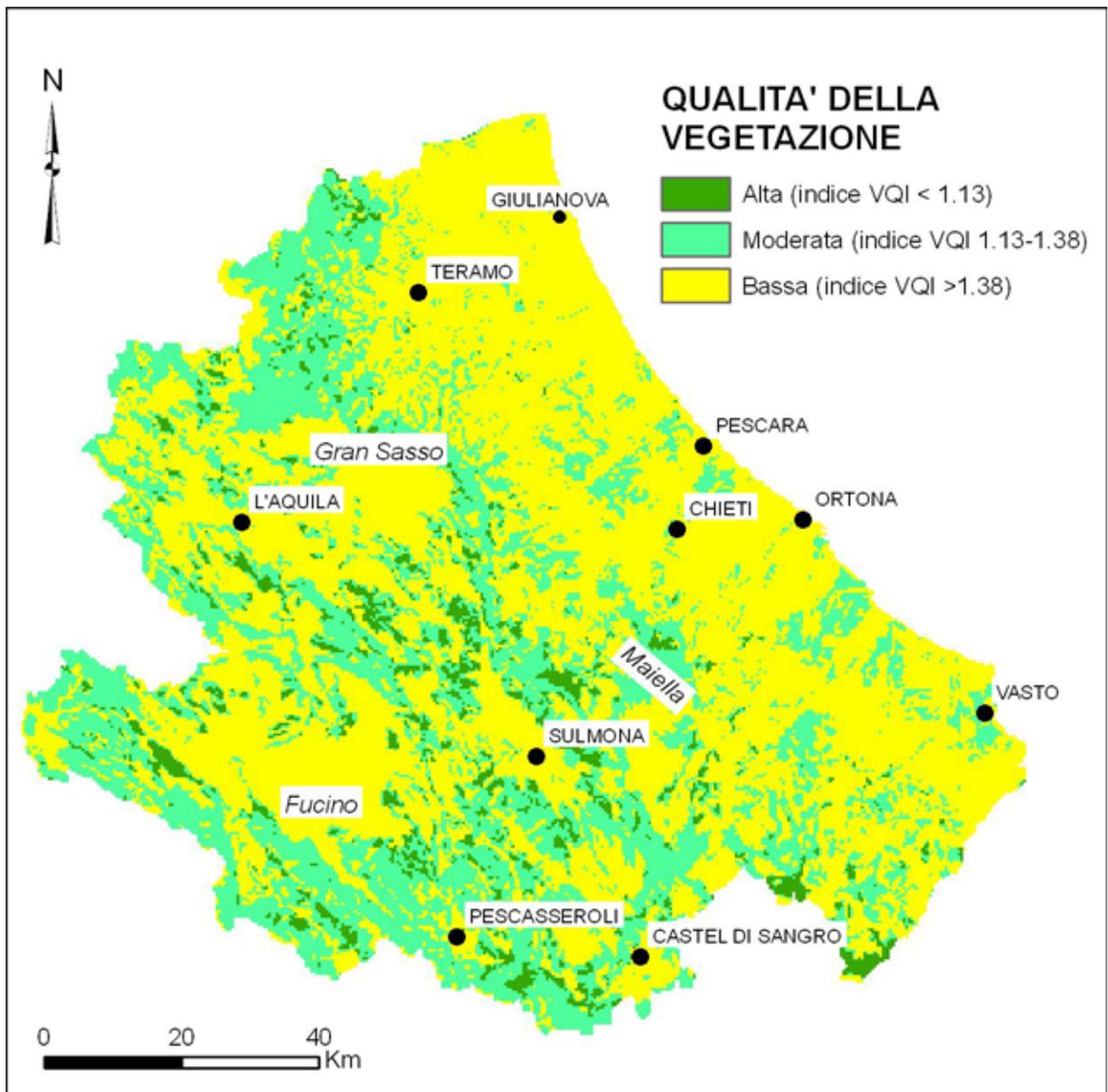


Figura 29 - Carta tematica dell'Indice di Qualità della Vegetazione.

3.5. Indicatori di qualità della gestione

La metodologia ESA prevede lo studio delle pressioni di origine antropica esercitate sull'ambiente. In funzione dell'uso del suolo e delle politiche di gestione, infatti, una porzione di territorio può essere soggetta a una differente pressione ambientale. Particolari politiche di protezione e tutela, inoltre, possono limitare l'impatto e gli effetti legati a un particolare uso del suolo, rispetto a quanto avviene in aree dove le politiche di protezione non sono presenti o efficaci. Sono state, quindi, prese in considerazione le politiche di protezione dell'ambiente adottate e l'intensità d'uso del suolo relativa all'ambito agropastorale. L'analisi dell'intensità dell'uso del suolo è stata elaborata sulla base dei dati ISTAT relativi al Censimento 2000 dell'agricoltura; le politiche di protezione, che rivestono un ruolo fondamentale se si considera che storicamente l'Abruzzo è una delle regioni più importanti per la presenza di Parchi nazionali e Riserve, sono state definite ed elaborate sulla base della Carta delle aree protette della Regione Abruzzo e sulla base della cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico; per gli altri aspetti ci si è basato sulla Carta dell'uso del suolo della Regione Abruzzo e sulla cartografia del Progetto CORINE Land Cover.

3.5.1. Intensità d'uso del suolo

Per il calcolo dell'indice dell'intensità d'uso del suolo si è suddiviso il territorio, oggetto di studio, in relazione al tipo di uso del suolo. Sono state analizzate separatamente le seguenti tipologie di aree:

- Aree agricole
- Aree a pascolo
- Aree naturali

Aree agricole

I parametri che si considerano sono il tipo di coltura, la presenza o meno di irrigazione, il livello di meccanizzazione, l'utilizzo di concimi, erbicidi e pesticidi, in questo modo si distinguono le aree ad agricoltura intensa e le aree ad agricoltura estensiva relativamente all'intensità d'uso del suolo per le aree agricole (Tab. 24).

| Classe | Intensità d'uso | Tipo di coltura | Classe CORINE | Indice |
|--------|-----------------|---|----------------------------|--------|
| 1 | Bassa | Oliveti | 2.2.3 | 1.0 |
| 2 | Moderata | Colture annuali associate a colture permanenti. | 2.4.1 | 1.5 |
| 3 | Alta | Colture irrigue, frutteti, vigneti, sistemi colturali e particellari complessi. | 2.1.2, 2.2.1, 2.2.2, 2.4.2 | 2.0 |

Tabella 24 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativa al tipo di coltura.

Aree a pascolo

Il pascolamento intenso costituisce uno dei maggiori problemi per le aree naturali dell'ambiente del mediterraneo per gli effetti che esso può avere nel processo di desertificazione.

L'intensità d'uso del suolo per le aree a pascolo è stato calcolato attraverso il confronto tra l'indice di pascolamento reale (ASR, Actual Stocking Rate) e l'indice di pascolamento sostenibile (SSR, Sustainable Stocking Rate). In base alle aree destinate a pascolo, se $ASR < SSR$, il carico di bestiame attuale può essere sostenuto dalla vegetazione presente; nel caso $ASR > SSR$, si ha uno sfruttamento eccessivo del pascolo con la possibilità inizio di processo di impoverimento e degrado del suolo, in quanto la sostanza secca è minore a quella necessaria per il mantenimento del bestiame.

Si è effettuato il calcolo dell'indice di pascolamento attuale (ASR) prendendo in considerazione i dati ISTAT relativi alla consistenza degli allevamenti, come riportato nel V Censimento dell'agricoltura (ISTAT, 2000). Il numero dei capi è relativo alla superficie comunale. Per rendere equivalenti le specie zootecniche (bovini, ovini, caprini) si è calcolato Unità Capo Grasso (UCG). Secondo la definizione di Unità Capo Grasso, un bovino corrisponde a 10 ovini, a 10 caprini e ad 1 equino, per ogni comune si è calcolato delle UCG secondo la seguente relazione:

$$n^{\circ} \text{ UCG} = n^{\circ} \text{ bovini} + n^{\circ} \text{ ovini}/10 + n^{\circ} \text{ caprini}/10 + n^{\circ} \text{ equini}$$

L'indice di pascolamento attuale (ASR) è stato calcolato in termini di UCG per unità di superficie teoricamente pascolata, ottenendo un rapporto UCG/ha. La superficie delle aree a pascolo è stata calcolata per ogni comune, in tabella 25 vi sono le classi considerate a pascolo ottenuta dalla carta Corine Land Cover.

| Classe CORINE | Descrizione | q/ha di sostanza secca |
|--------------------------|---|-------------------------------|
| 2.1.1 | Seminativi in aree non irrigue | 70 |
| 2.3.1 | Prati | 100 |
| 2.4.3 | Aree principalmente occupate dall'agricoltura, con presenza di vegetazione naturale | 30 |
| 2.4.4 | Aree agroforestali | 10 |
| 3.2.1 | Praterie e pascoli naturali | 40 |
| 3.2.2 | Brughiere e cespuglieti | 30 |

Tabella 25 – Classe Corine associata alla sostanza secca.

Il calcolo dell'indice di pascolamento sostenibile (SSR) è volto a valutare il carico di bestiame, espresso in Unità Capo Grosso, che le aree destinate a pascolo dei diversi territori comunali sono in grado di sostenere. Per ciascuna delle classi Corine considerate è stato associato un valore medio di sostanza secca prodotta per unità di superficie (S.S./ha)

Calcolata la produzione di sostanza secca per ciascuna area destinata a pascolo, si è calcolato la somma della sostanza secca prodotta (espressa in q/ha) per ciascun comune.

L'indice di pascolamento sostenibile è stato calcolato applicando la formula:

$$SSR = \frac{SS_{tot} \times C.U.}{\text{peso medio UCG} \times L.I. \times \text{anno}}$$

dove:

SSR = indice di pascolamento sostenibile

SS_{tot} = sostanza secca prodotta

C.U. = coefficiente di utilizzazione, dato dal rapporto tra la quantità di sostanza secca ingerita e quella disponibile (%)

Peso medio UCG = peso medio dell'Unità Capo Grosso (kg)

L.I. = livello di ingestione giornaliero (%)

Anno = durata del pascolamento (giorni)

Impiegando i dati stimanti riferiti alle Unità Capo Grosso, si ottiene:

$$SSR = \frac{SS_{tot} \times 0.7}{500\text{kg} \times 0.5 \times 360} = UCG / ha$$

dove:

SSR = indice di pascolamento sostenibile

SS_{tot} = sostanza secca prodotta

0,7 = coefficiente di utilizzazione medio per Unità Capo Grosso

500 kg = peso medio dell'Unità Capo Grosso

0,5 = livello medio di ingestione giornaliero per Unità Capo Grosso

360 = durata media annua del pascolamento in giorni

Dal confronto dell'Indice di Pascolamento Attuale (ASR) e l'Indice di Pascolamento Sostenibile (SSR) si è ottenuto un indice di sensibilità alla desertificazione (Tab. 26) corrispondente che si utilizzerà per il calcolo dell'intensità d'uso del suolo.

| Classe | Intensità d'uso | Indice di pascolamento | Indice |
|---------------|------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1 | Bassa | ASR<SSR | 1.0 |
| 2 | Moderata | ASR=SSR fino a 1.5*SSR | 1.5 |
| 3 | Alta | ASR>1.5*SSR | 2.0 |

Tabella 26 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativa alle aree a pascolo.

Are naturali

Per aree naturali si intendono le aree occupate dalla vegetazione spontanea tipica del bacino del Mediterraneo. Le formazioni vegetali maggiormente presenti sono: macchia mediterranea, macchia mista a foresta sempreverde, boschi di latifoglie, conifere e boschi misti. In tabella 27 sono riportate le classi e i corrispondenti indici di intensità d'uso.

| Classe | Intensità d'uso | Classe CORINE | Tipo di vegetazione | Indice |
|---------------|------------------------|---|--|---------------|
| 1 | Bassa | 3.3.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.2.3, 3.3.2, 3.3.3 | Macchia mediterranea, foresta sempre verde e decidua, conifere, rocce nude, falesie, rupi, aree con vegetazione rada | 1.0 |
| 2 | Moderata | 3.2.4, 3.3.4 | Aree incendiate, vegetazione boschiva e arbustiva in mutazione | 1.2 |
| 3 | Alta | 3.3.1 | Spiagge dune sabbie | 2.0 |

Tabella 27 - Indice di sensibilità alla desertificazione relativa a tipo di vegetazione.

Il risultato ottenuto per l'indice di qualità relativo all'intensità di uso del suolo (Fig. 30) fa notare che un valore alto si ha nell'area pedemontana, nelle aree costiere e nelle aree delle conche intermontane; la restante area del territorio presenta un indice moderato frammentario, mentre un valore alto si riscontra nel settore interno della regione.

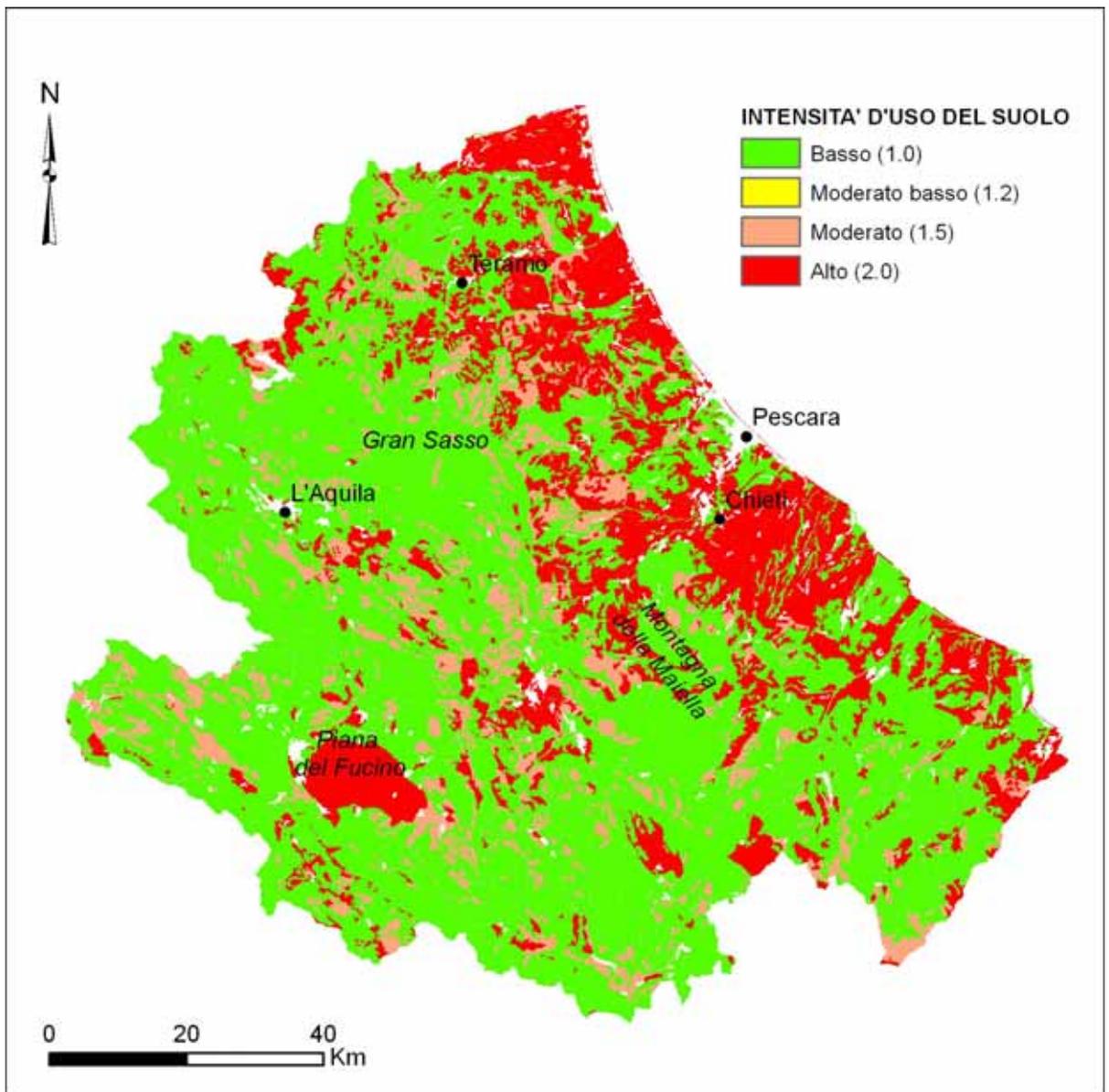


Figura 30 - Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo all'intensità d'uso del suolo.

3.5.2. Politiche di protezione

Nel territorio abruzzese sono presenti diversi tipi di aree protette e aree sottoposte a diverse tipologie di vincoli. Vi sono in particolare tre parchi nazionali e un parco regionale che coprono oltre 3200 km², oltre il 30% del territorio regionale, e sono rispettivamente: il Parco Nazionale d'Abruzzo Lazio e Molise, il Parco Nazionale Gran Sasso Monti della Laga, il Parco Nazionale della Maiella e il Parco Regionale del Sirente-Velino. Sono inoltre state prese in considerazione le numerose riserve presenti nella regione e le aree soggette a vincolo idrogeologico nell'ambito del Progetto PAI. Nell'elaborazione dell'indice di sensibilità relativo alle politiche di protezione dell'ambiente sono quindi stati elaborate le

aree sottoposte a varie forme di protezione: Parchi Nazionali e Regionali, Riserve, Vincolo idrogeologico.

L'indice classifica le aree in base al grado con cui tali politiche vengono applicate in ciascuna delle aree oggetto di studio (Tab. 28).

| Classe | Descrizione | Grado di attuazione | Indice |
|--------|-------------|---|--------|
| 1 | Alto | Completo: > 75% dell'area sotto protezione | 1.0 |
| 2 | Moderato | Parziale: 25 - 75% dell'area sotto protezione | 1.5 |
| 3 | Basso | Incompleto: < 25% dell'area sotto protezione | 2.0 |

Tabella 28 - *Indice di sensibilità alla desertificazione relativo alle politiche di protezione.*

La distribuzione di questo indice (Fig. 31) presenta un valore alto nelle aree interne e montane per la presenza di parchi nazionali, regionali e riserve; le zona collinare e costiera ha un indice basso e moderato nelle aree soggette a vincolo idrogeologico (PAI).

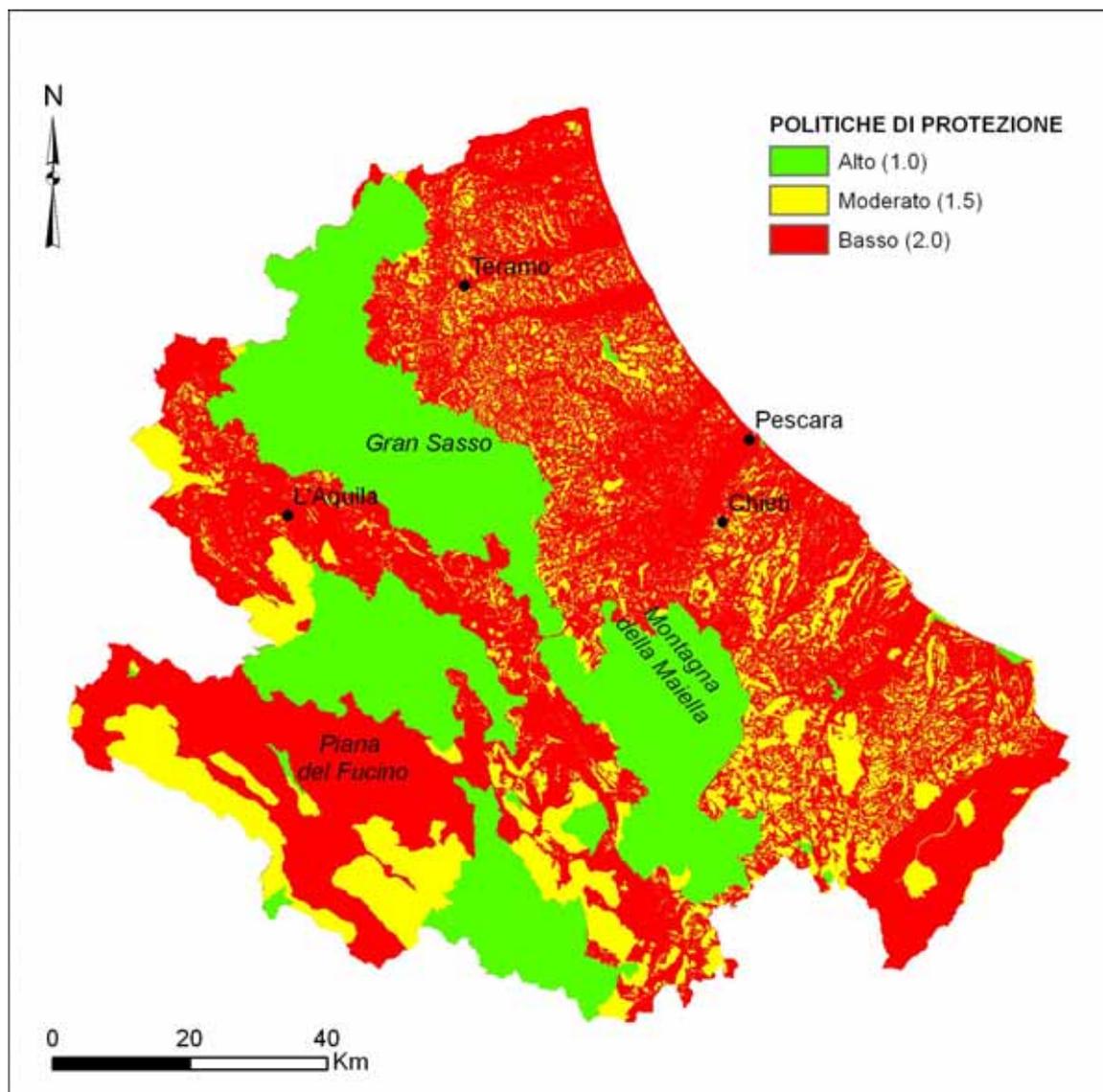


Figura 31 - *Carta tematica dell'indice di sensibilità alla desertificazione relativo alle politiche di protezione.*

3.5.2. Calcolo dell'Indice di Qualità della Gestione del Territorio (MQI)

La carta tematica dell'Indice di Qualità della Gestione del Territorio (Fig. 32) è stata in questa prima fase elaborata sulla base delle politiche di protezione e dell'indice di sensibilità relativo all'intensità d'uso agro-pastorale.

$$MQI = (\text{intensità d'uso} \times \text{politiche di protezione})^{1/2}$$

La qualità della gestione del territorio per quanto riguarda la sensibilità ambientale legata alla desertificazione risulta elevata nelle aree interne (Parchi e riserve) e montane, da moderata a bassa nelle aree pedemontane e costiere e nelle aree delle conche intermontane (intensità di uso del suolo e scarse politiche di protezione).

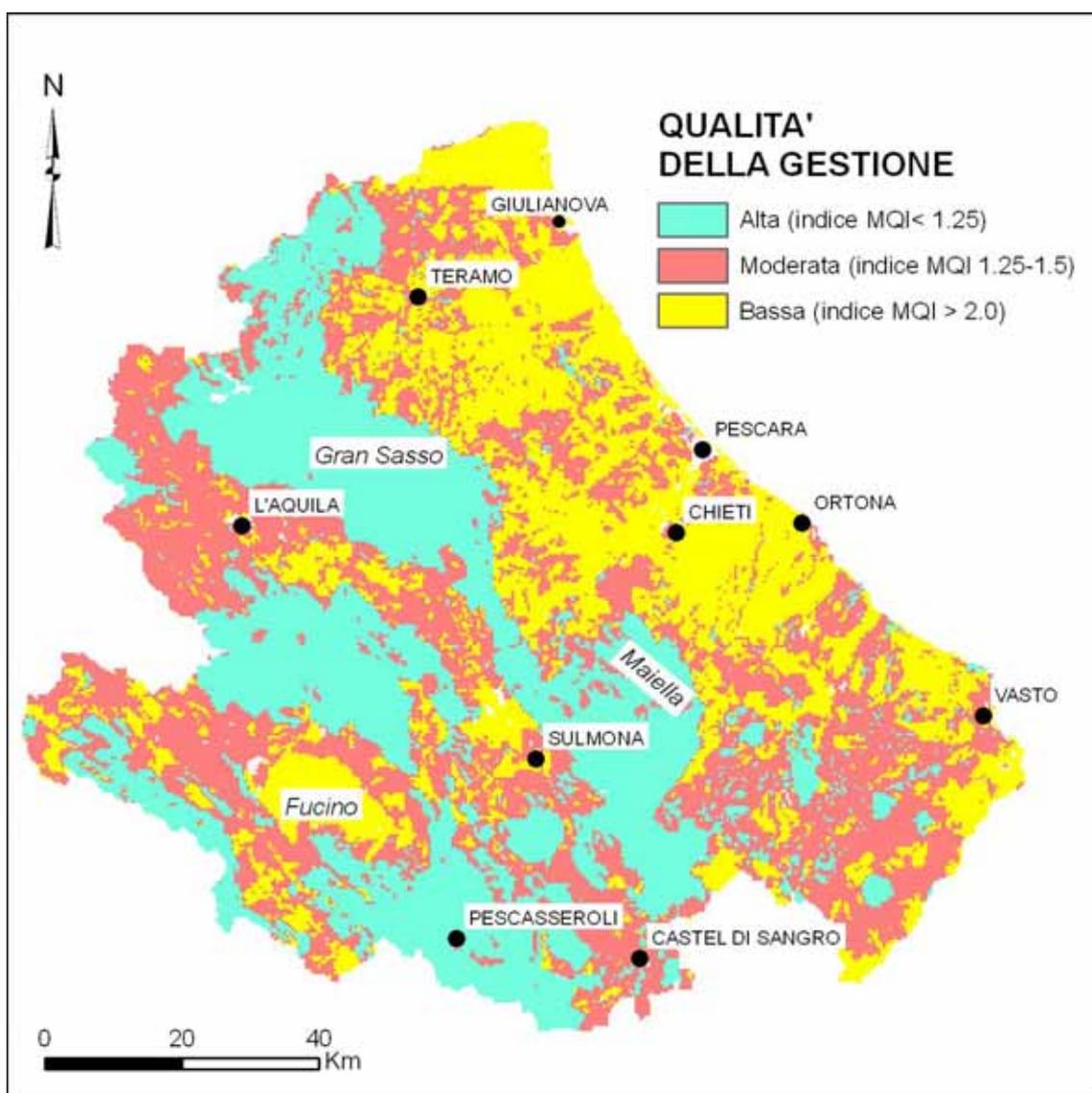


Figura 32 - Carta tematica dell'Indice di Qualità della Gestione del Territorio.

3.6. Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione (Indice ESA)

Il risultato preliminare dell'applicazione della metodologia ESA è l'elaborazione di un indice complessivo, che risulta dalla combinazione dei quattro indici definiti nei paragrafi precedenti: tre indici di qualità ambientale (suolo, clima, vegetazione) e l'indice di qualità della gestione. Il risultato è l'indice di sensibilità alla desertificazione ESAI e si ottiene ancora una volta dalla media geometrica dei quattro indici di qualità:

$$ESAI = (SQI * CQI * VQI * MQI)^{1/4}$$

L'elaborazione è stata condotta ancora una volta nell'ambito del GIS per ciascuna area elementare di 40x40 m e ha portato alla elaborazione di una Carta tematica delle aree sensibili alla siccità e alla desertificazione di tutto il territorio regionale (Fig. 33).

L'indice finale ESAI individua le aree con crescente sensibilità alla desertificazione e viene suddiviso in 4 Classi e 8 Sottoclassi (Tab 29).

| Valori dell'ESAI | Classe | Sottoclasse | Caratteristiche |
|------------------|---------------------|-------------|--|
| <1.17 | NON SOGGETTA | N | Aree non soggette e non sensibili |
| 1.17-1.22 | POTENZIALE | P | Aree a rischio di desertificazione qualora si verificassero condizioni climatiche estreme o drastici cambiamenti nell'uso del suolo. Si tratta di terre abbandonate gestite in modo non corretto nel passato |
| 1.23-1.26 | FRAGILE | F1 | Aree limite, in cui qualsiasi alterazione degli equilibri tra risorse ambientali e attività umane può portare alla progressiva desertificazione del territorio. Ad esempio, il prolungarsi delle condizioni di siccità può portare alla riduzione della copertura vegetale e a successivi fenomeni di erosione |
| 1.27-1.32 | | F2 | |
| 1.33-1.37 | | F3 | |
| 1.38-1.41 | CRITICA | C1 | Aree altamente degradate, caratterizzate da ingenti perdite di materiale sedimentario e in cui i fenomeni di erosione sono evidenti |
| 1.42-1.53 | | C2 | |
| >1.53 | | C3 | |

Tabella 29 – Valori dell'indice ESAI, suddivisione in Classi e Sottoclassi e descrizione delle relative caratteristiche (da Kosmas et alii, 1999, Motroni et alii, 2004).

La metodologia (KOSMAS *et alii*, 1999) definisce come:

- Aree (ESAs) potenziali: aree minacciate dalla desertificazione. Sono quelle aree soggette ad un significativo cambiamento climatico; se una particolare utilizzazione del suolo è praticata con criteri gestionali non corretti si potranno creare seri problemi, per esempio lo scorrimento dei pesticidi lungo le pendici e deposito a valle dei principi attivi nocivi alla vegetazione. Si tratta per lo più di aree marginali abbandonate non gestite in modo appropriato. Questo tipo è meno severo del successivo, ma ciò nonostante è necessario attuare una pianificazione territoriale corretta.
- Aree (ESAs) fragili: aree dove qualsiasi cambiamento del delicato equilibrio dei fattori naturali o delle attività umane molto probabilmente porterà alla desertificazione. Per esempio, l'impatto del previsto cambiamento climatico causato dall'effetto serra probabilmente determinerà una riduzione del potenziale biologico causata dalla siccità, provocando la perdita della copertura vegetale in molte aree, che saranno soggette ad una maggiore erosione, e diventeranno aree critiche.
- Aree (ESAs) critiche: aree già altamente degradate a causa del cattivo uso del terreno, che presenta una minaccia all'ambiente delle aree circostanti. Per esempio, aree molto erose soggette ad un alto deflusso e perdita di sedimenti.

La figura 33 illustra la distribuzione areale delle classi e delle sottoclassi dell'ESAI sul territorio regionale e figura 34 mostra un istogramma delle aree che ricadono nelle diverse classi indicando una netta predominanza delle aree fragili e soprattutto delle aree critiche, che caratterizzano particolarmente le aree pedemontane e nel settore montano le depressioni intermontane.

Gli aspetti che contribuiscono a questa distribuzione sono:

- le condizioni naturali da moderate a buone sia per quanto riguarda il suolo (particolarmente nelle aree pedemontane e costiere e nelle conche) e le condizioni climatiche cui si può aggiungere la ricchezza delle risorse idriche di sottosuolo del territorio abruzzese;
- gli aspetti antropici che determinano un doppio effetto (uno positivo e uno negativo); l'effetto positivo è legato alle politiche di protezione che vedono l'Abruzzo ai primi posti per la presenza di parchi e riserve (particolarmente nelle aree montane interne); l'effetto negativo è legato all'uso del suolo (particolarmente nelle aree pedemontane e costiere e nelle conche intermontane) all'alterazione delle coperture vegetali per agricoltura (tipi di colture sensibili a aspetti di siccità e protezione dall'erosione del suolo) e mediante disboscamenti.

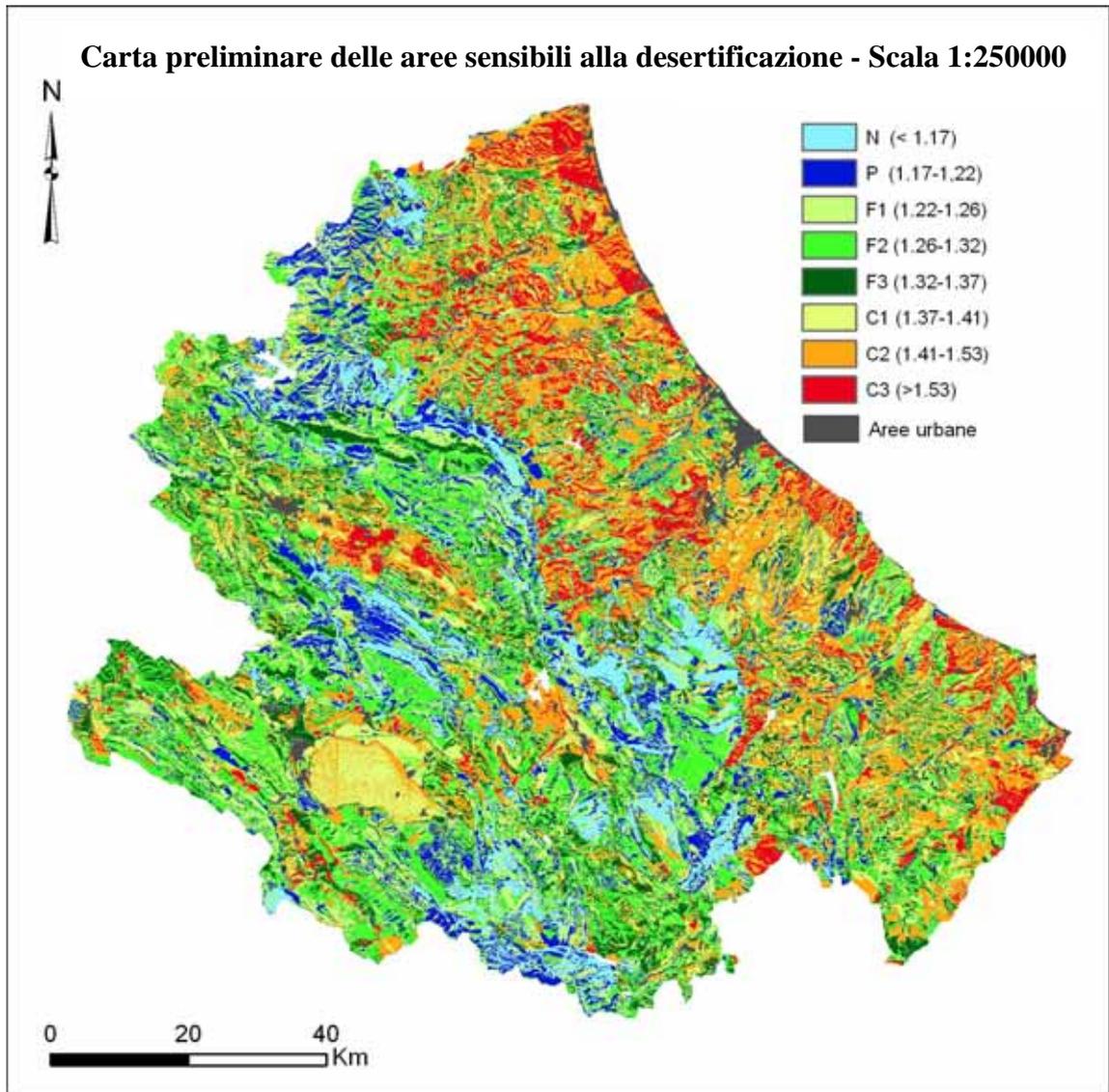


Figura 33 - Carta preliminare dell'Indice di Sensibilità alla desertificazione (ESAI).

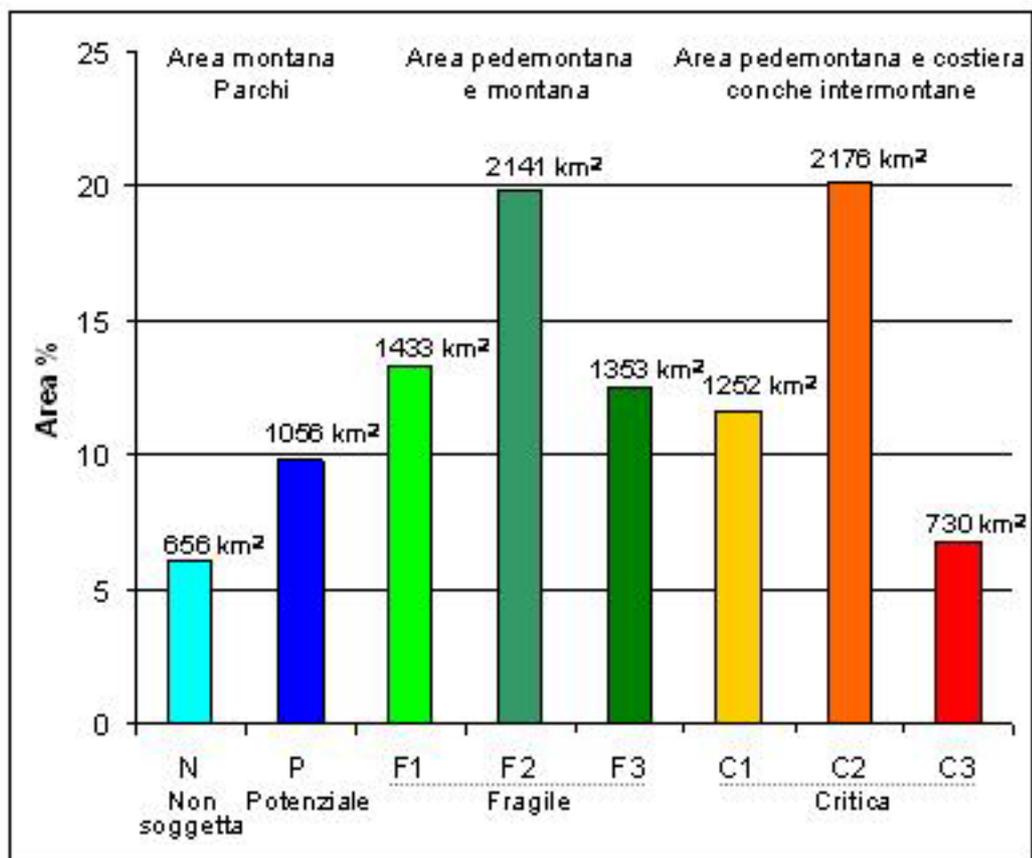


Figura 34 – Istogramma di distribuzione delle classi di Sensibilità alla desertificazione (ESAI).

**PARTE 2 – PIANO DI AZIONE LOCALE:
BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME FORO**

4. PIANO DI AZIONE LOCALE: BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME FORO

4.1. Introduzione

La fase ricognitiva preliminare di analisi del territorio abruzzese si è basata sulla letteratura scientifica (Capitolo 2), sulla analisi delle informazioni derivanti dagli strumenti di pianificazione vigenti (PTA, PAI, PSR, PDA, etc.) e da progetti di analisi del territorio nazionali e internazionali (Progetto IFFI, Progetto Corine Land Cover), e infine, sulla applicazione della Metodologia ESA all'analisi della sensibilità alla desertificazione (Capitolo 3). Il quadro conoscitivo acquisito ha permesso di definire i criteri di identificazione dell'area per l'implementazione del Piano di Azione Locale:

- 1) *area ricadente in un bacino idrografico unitario*; questo, infatti, costituisce l'unità fondamentale entro cui si sviluppano i processi di modellamento e di evoluzione del paesaggio; dal punto di vista amministrativo il bacino idrografico costituisce l'unità fondamentale di pianificazione e gestione del territorio, come nel caso dei principali strumenti di pianificazione (PTA, PAI, PDA);
- 2) *area eterogenea* dal punto di vista *fisiografico, geologico e geomorfologico*; l'area deve comprendere possibilmente sia settori relativi all'area montana che all'area pedemontana;
- 3) *area eterogenea* relativamente alla distribuzione delle classi di *Sensibilità alla desertificazione (ESAI)*.

In relazione a tali criteri, sulla base del quadro conoscitivo acquisito e delle elaborazioni dell'indice di sensibilità alla desertificazione nel territorio abruzzese, l'area identificata è rappresentata dal bacino idrografico del Fiume Foro. Nei paragrafi che seguono sono descritte le caratteristiche dell'ambiente fisico di tale area e dei principali aspetti demografici.

4.2. Inquadramento geografico

Il bacino del Fiume Foro è collocato nella porzione centro orientale della Regione Abruzzo, nel tratto compreso tra la Maiella e il Mare Adriatico. Si sviluppa nel territorio amministrativo della Provincia di Chieti ad eccezione di una piccola porzione del versante Nord de la Maielletta, che rientra nella Provincia di Pescara (Fig. 35).

L'area si sviluppa nei Fogli 351, 361 e 370 della nuova Carta Topografica d'Italia, scala 1:50.000 e nelle Tavole 351 Est, 361 Ovest, 361 Est, 370 Ovest e 370 Est, della nuova Carta topografica della Regione Abruzzo, scala 1:25.000.

La superficie del bacino si estende per circa 232 kmq, con un andamento SO-NE, con testata nella cima de la Maielletta (1.995 m), sul massiccio della Montagna della Maiella. Presenta una lunghezza massima di circa 31,5 km ed una larghezza nel settore mediano del bacino di circa 10 km. Si trova tra una latitudine compresa tra 14°7'50'' e 14°19'20'' ed una latitudine compresa tra 42°23'60'' e 42°9'30''.

I comuni che sono all'interno di tale bacino sono per la Provincia di Chieti: Ari, Arielli, Bucchianico, Canosa Sannita, Casacanditella, Fara Filiorum Petri, Filetto, Francavilla al Mare, Giuliano Teatino, Guardiagrele, Miglianico, Orsogna, Ortona, Pennapiedimonte, Pretoro, Rapino, Ripa Teatina, Roccamontepiano, San Martino sulla Marruccina, Tollo, Vacri e Villamagna; per la Provincia di Pescara: Roccamorice e Serramonacesca (Fig. 36).

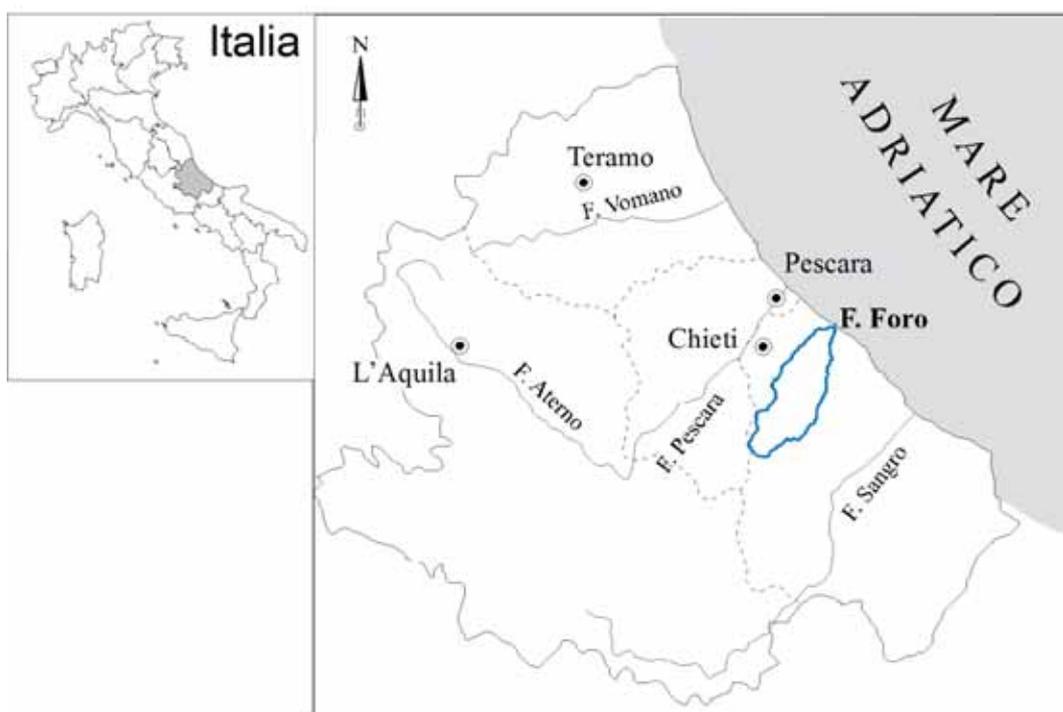


Figura 35 – Ubicazione del bacino idrografico del F. Foro, area di studio selezionata per l'implementazione del Piano di Azione Locale.

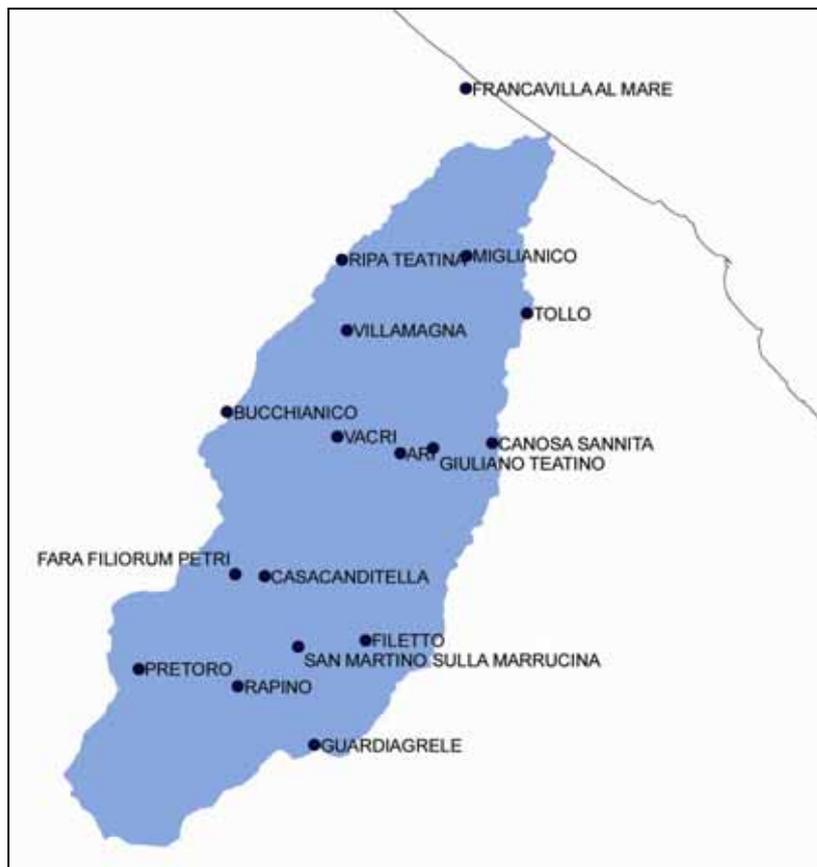


Figura 36 – Bacino idrografico del F. Foro; principali centri abitati che ricadono all'interno del bacino.



Fig. 37 – Panoramica dell'area pedemontana della valle del F. Foro.

4.3. Caratteristiche climatiche

Le caratteristiche climatiche del bacino idrografico del F. Foro sono state analizzate tenendo conto dei dati forniti dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (sede di Pescara) e dal Centro Agrometeorologico Regionale (CAR). In particolare le analisi condotte sulle stazioni di Chieti e di Guardiagrele permettono di delineare le caratteristiche dell'intero bacino; la prima stazione si trova infatti nell'area collinare poco a nord dell'area del bacino a

una quota di 320 m s.l.m. e la serie storica dei dati termo-pluviometrici va dal 1900 al 2006 (con lacune e interruzioni); la stazione di Guardiagrele si trova nel settore pedemontano a una quota di 577 m s.l.m. e la serie storica va dal 1928 al 2005 (con lacune e interruzioni).

La stazione di Chieti presenta una precipitazione media annua di 846 mm e una temperatura media annua di 15,1°C; la stazione di Guardiagrele rispettivamente 920 mm e 13,8°C. Se si analizzano le tendenze delle precipitazioni e delle temperature medie annue nel corso della serie, si osserva una evidente tendenza alla diminuzione delle precipitazioni e una debole tendenza all'aumento della temperatura (Fig. 38); entrambe le tendenze sono più accentuate per la stazione di Chieti che per la stazione di Guardiagrele.

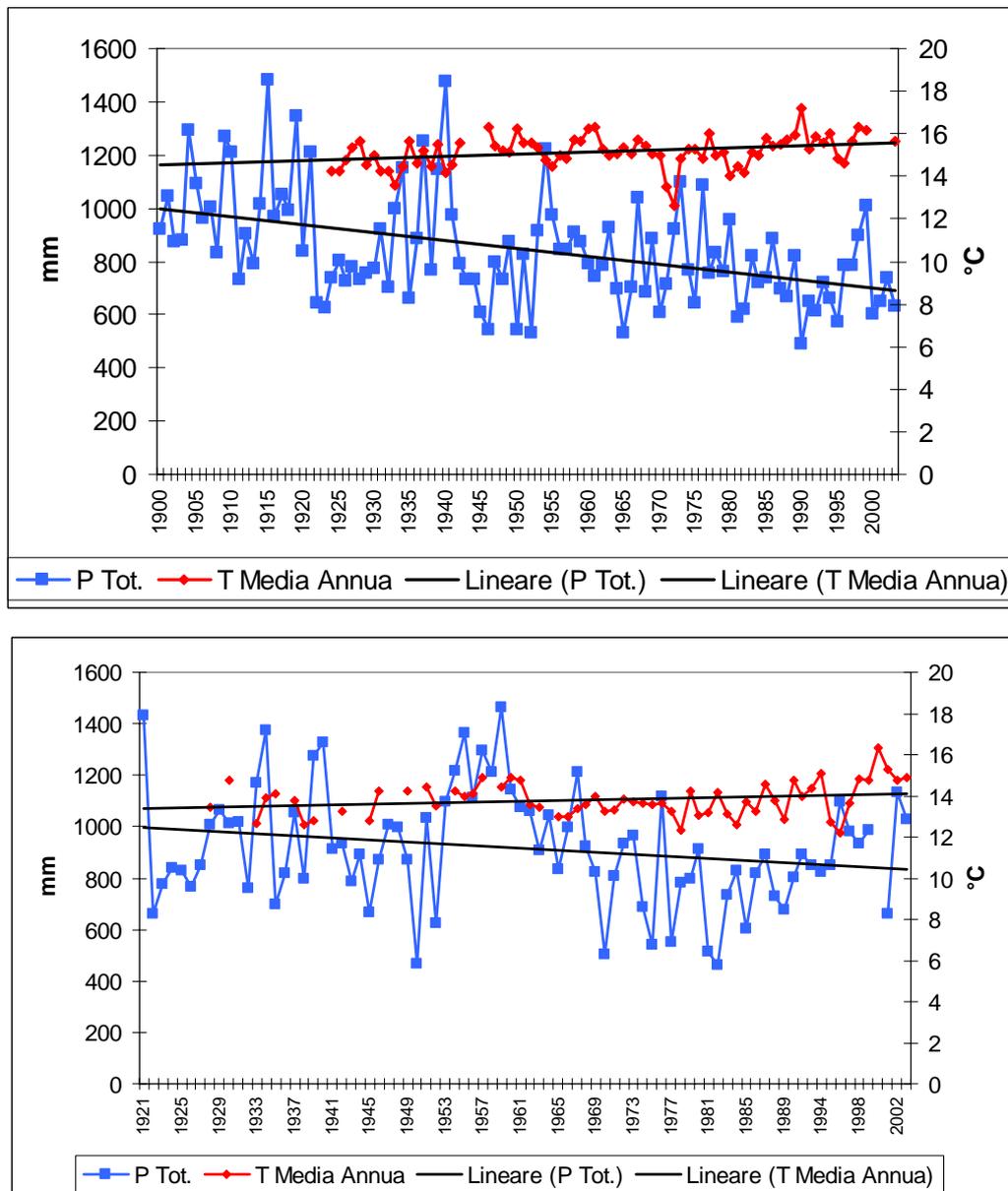


Figura 38 Tendenza delle precipitazioni annue e della temperatura media annua nelle stazioni di Chieti (in alto) e di Guardiagrele (in basso).

Il diagramma climatico, realizzato secondo Bagnouls-Gausсен (Fig. 39), indica un deficit idrico modestissimo per la stazione di Chieti e nullo per quella di Guardiagrele. Tale situazione non varia in maniera evidente nel corso della serie storica, in virtù del fatto che le variazioni di precipitazioni interessano in maniera più accentuata le stazioni autunnali e invernali.

Il regime pluviometrico è in generale piuttosto articolato con massimo in autunno inverno (Novembre o Dicembre) e un massimo relativo in primavera (Aprile); l'estate è meno piovosa ma non secca. L'escursione termica annua media è moderatamente elevata, intorno a 18,2-18,3 °C per entrambe le stazioni.

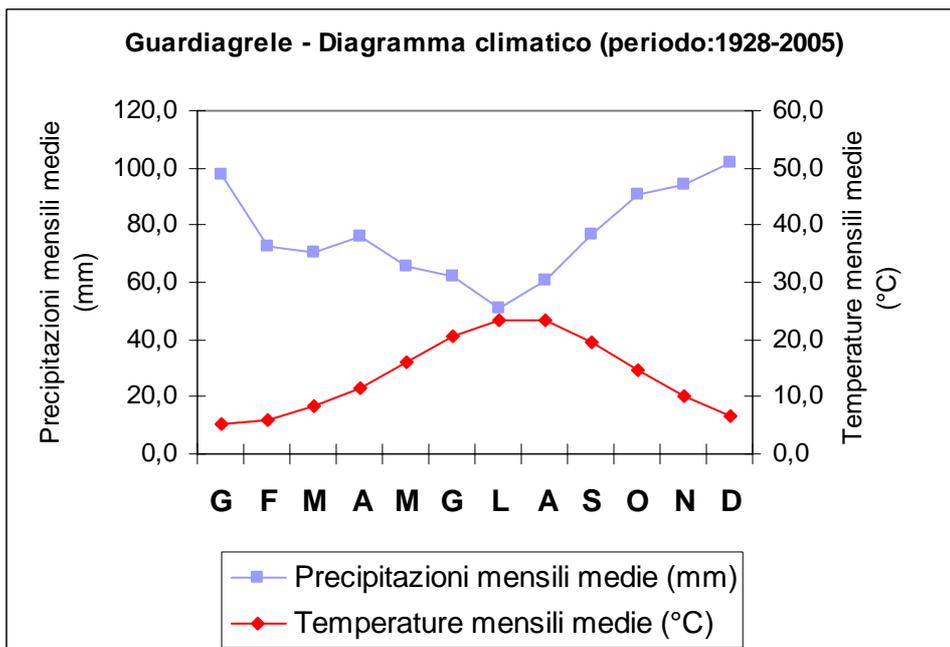
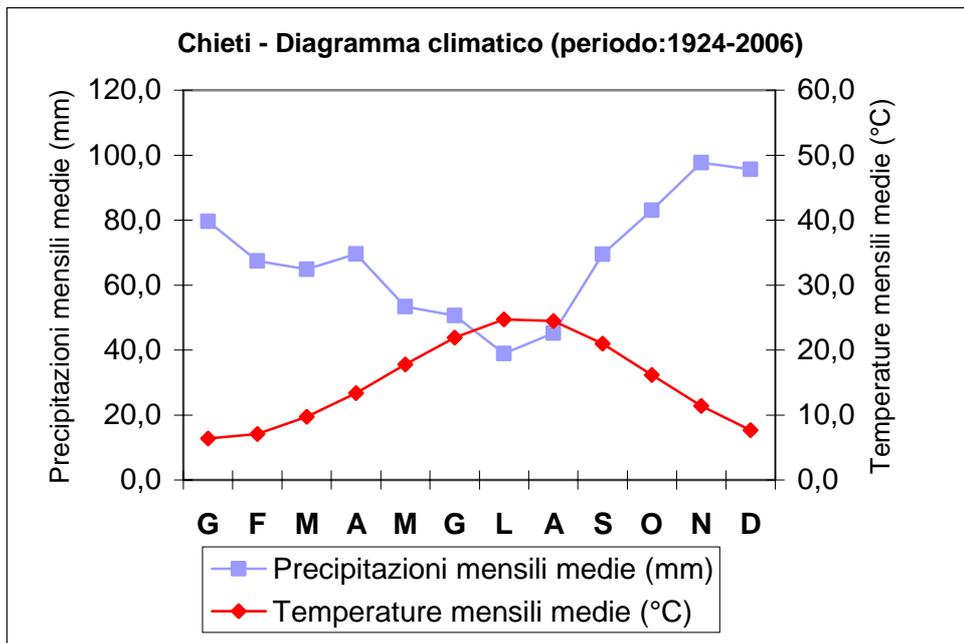


Figura 39 Diagramma climatico secondo Bagnouls-Gausсен, per la stazione di Chieti (in alto) e per quella di Guardiagrele (in basso).

4.4. Orografia

Dal punto di vista orografico le quote più alte si rinvengono nel settore a Sud-Ovest del bacino, con quota massima di 1.995 m s.l.m. in località “la Maielletta”, che costituisce il settore più orientale della massiccio della Montagna della Maiella (con quota massima di 2.793 m s.l.m.). Il bacino raggiunge poi la costa adriatica attraverso un’area pedemontana e collinare (Fig. 40). La distribuzione mostra come le quote prevalenti siano comprese nell’intervallo tra 100 m e 400 m, che corrispondono all’area pedemontana collinare. Meno frequenti sono le quote inferiori a 100 m, presenti nell’area costiera e lungo la piana alluvionale del fiume. Poco rappresentate sono anche le quote superiori a 400 m; si individuano nel settore montano della Montagna della Maiella e nelle parti sommitali dei rilievi collinari a ridosso dell’area montana (Fig. 41).

Il settore montano è costituito da un massiccio rilievo con quote che sfiorano i 2000 m solcato da valloni profondamente incisi con versanti ad elevata acclività, maggiore del 40% e localmente fino a oltre il 100% (fig. 40d). L’esposizione dei versanti, in questo tratto apicale, è verso NO, NE e SE (Fig. 40c).

Il settore pedemontano presenta rilievi collinari con quote che variano da oltre 500 m a circa 100 m s.l.m., allungata in direzione SO-NE, i versanti presentano una diminuzione dell’energia di rilievo avvicinandosi verso la costa. I rilievi collinari sono caratterizzati da ampi interfluvi subpianeggianti o debolmente ondulati (particolarmente nel settore orientale), solcati dalle profonde incisioni dei corsi d’acqua minori e dalle più ampie valli dei corsi d’acqua principali. Le pendenze sono comprese prevalentemente tra i 5 e il 40%; solo nel settore sudoccidentale del bacino si raggiungono acclività superiori al 40% (Figg. 40, 41, 42).

La valle incisa dal Fiume Foro, verso l’area costiera, è caratterizzata da quote che digradano da 100 m s.l.m. al livello del mare e dalla presenza di ampie aree subpianeggianti, costituite dalla piana alluvionale e dai principali terrazzi alluvionali; questi si estendono parallelamente al corso del fiume e si raccordano ai rilievi collinari, solcati dai piccoli fossi e dai corsi d’acqua dei suoi affluenti. Le pendenze in questa zona del bacino non superano in genere il 5% (Figg. 40, 41, 42).

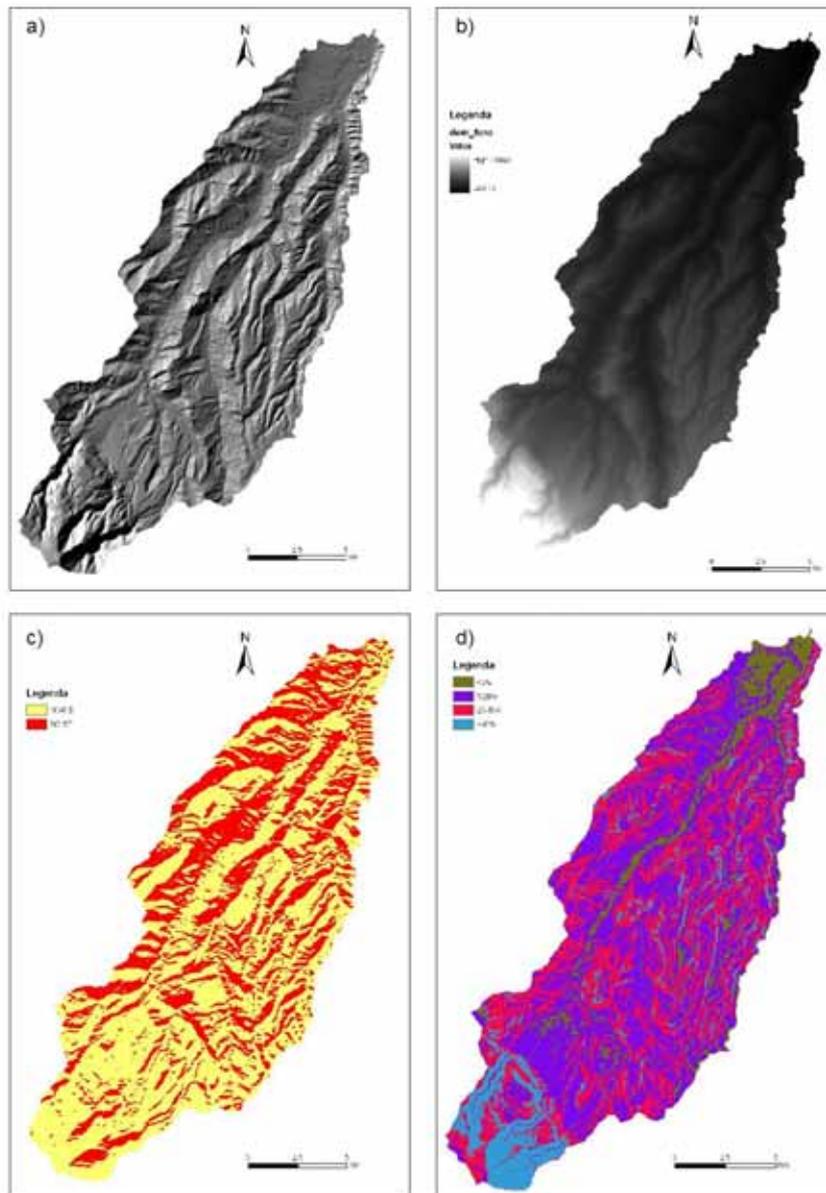


Figura 40 - Caratteristiche orografiche del bacino idrografico del F. Foro: a) Rilievo ombreggiato; b) carta delle fasce altimetriche; c) carta dell'esposizione dei versanti; d) carta delle pendenze.

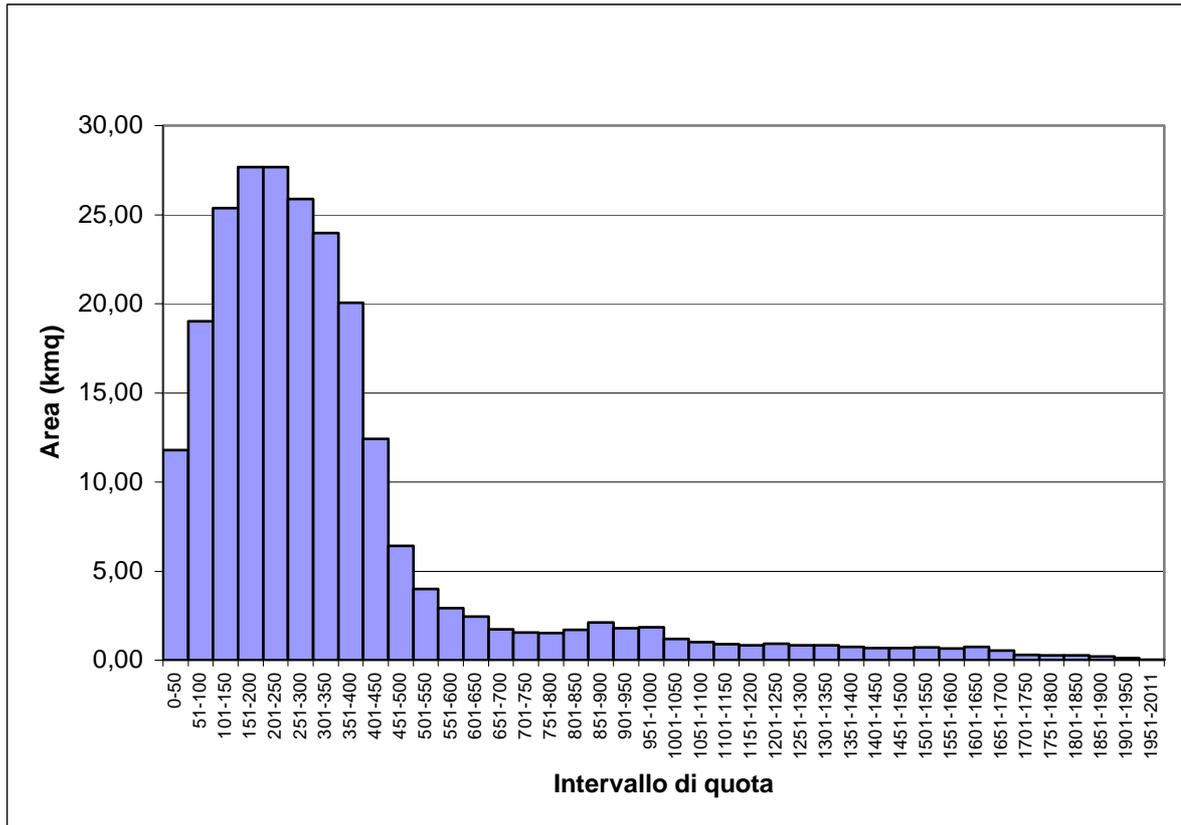


Figura 41 - Istogramma di frequenza delle quote del bacino del F. Foro

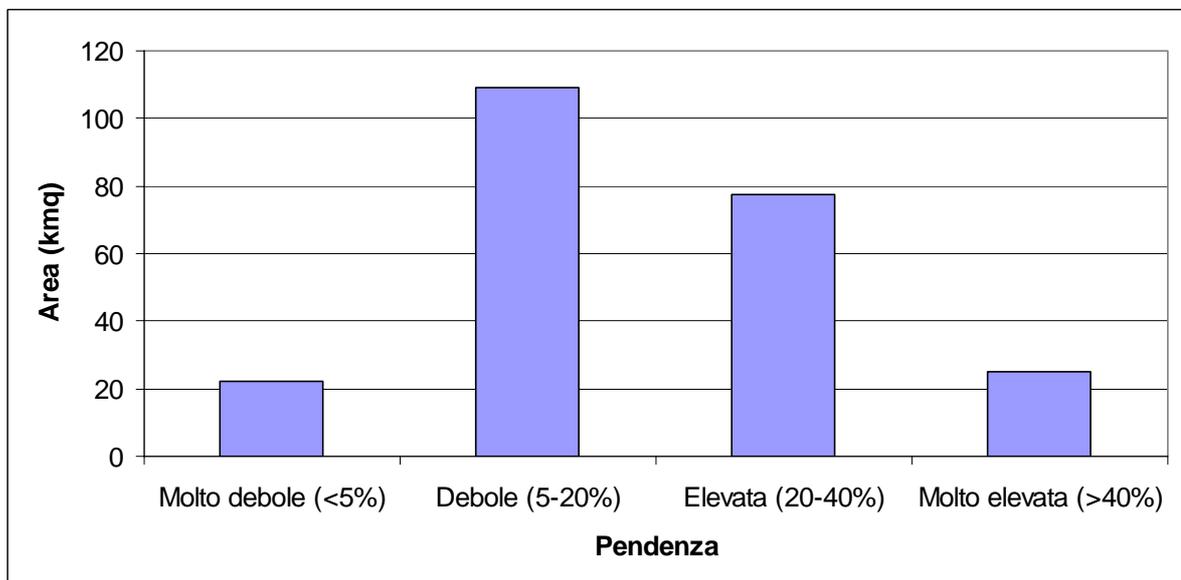


Figura 42 - Istogramma di distribuzione delle pendenze del bacino del F. Foro

4.5. Idrografia

Il Fiume Foro nasce nell'area Comune di Pretoro e dopo un percorso di circa 35 km sfocia nel Mare Adriatico a Sud di Pescara, più esattamente tra il territorio comunale di Francavilla al Mare e Ortona.

Il corso principale ha un andamento circa S-N nella prima parte, per poi passare ad una direzione SW-NE. L'affluente principale, Torrente Dentolo, si trova in destra idrografica e scorre con andamento parallelo al corso d'acqua principale, prima da S a N poi verso NE. Poco prima della confluenza tra i due corsi vi è il Torrente Venna, nella parte più orientale del bacino, che confluisce nel Torrente Dentolo, che presenta un andamento più irregolare con una serie di segmenti rettilinei a direzione S-N e SW-NE (Fig. 43).

Il Fiume Foro, nel settore intermedio del suo corso presso la stazione idrometrica di Ponte di Vacri ha una portata media di 4,29 mc/sec, con un massimo di 66,7 mc/sec (verificatosi il 14/12/1990) e un minimo che sfiora lo zero in casi di siccità particolarmente accentuata.

All'interno del bacino è presente un'unica sorgente importante, la sorgente del F. Foro nell'area di Pretoro, situata al passaggio tra l'area montana e l'area pedemontana; altre sorgenti importanti sono poste al limite del massiccio carbonatico della Maiella nei settori più settentrionali o più meridionali (NANNI & RUSI, 2003).

Le caratteristiche dell'idrografia presentano connotazioni diverse da monte verso valle e consentono di suddividere il bacino in tre settori: la parte alta, la parte media e la parte bassa, corrispondenti rispettivamente al settore montano, al settore pedemontano collinare e al settore costiero e della piana alluvionale.

Nel primo settore il reticolo presenta un *pattern* radiale divergente che tuttavia al passaggio tra l'area montana e pedemontana converge in una zona di confluenza principale nei pressi dell'abitato di Fara Filiorun Petri.

Il settore pedemontano i corsi d'acqua principali presentano una direzione prevalentemente SW-NE; i corsi d'acqua secondari sono in generale brevi e con confluenza perpendicolare sul corso principale; si individua quindi un *pattern* di tipo a traliccio. Solo localmente, nel settore orientale (T. Venna e parte del T. Dentolo) il *pattern* può assumere caratteristiche di tipo a parallelo.

Nel settore più prossimo alla linea di costa, il fiume continua con una direzione preferenziale SW-NE. Il *pattern* del reticolo è di nuovo di tipo a traliccio o localmente di tipo dendritico.

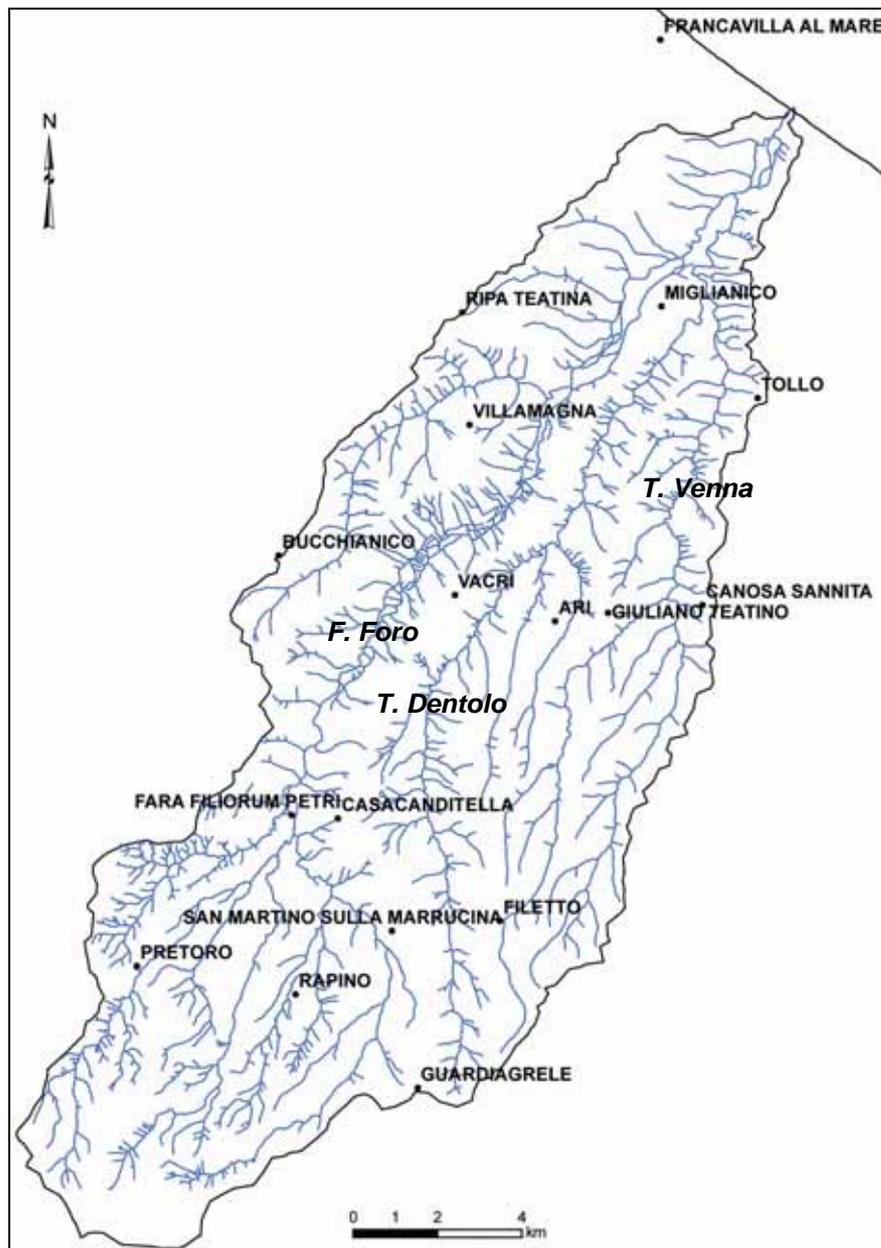


Figura 43 - Idrografia superficiale e reticolo idrografico del bacino del F. Foro.

4.6. Geologia

L'area del bacino del F. Foro è posta al passaggio tra il fronte della catena appenninica, in corrispondenza della Montagna della Maiella, e la fascia pedemontana periadriatica. Dal punto di vista geologico può essere distinto in tre settori che riflettono i settori orografici descritti in precedenza.

Il settore montano è caratterizzato da successioni calcaree meso-cenozoiche riferibili alla Montagna della Maiella, deformate e strutturate in un'ampia anticlinale durante il Pliocene nelle ultime fasi della formazione della catena appenninica.

Nel settore pedemontano affiorano i termini di una successione marina plio-pleistocenica argilloso sabbioso conglomeratica riferibile al bacino periadriatico (come già delineato nel paragrafo 2.3). I fenomeni di sollevamento regionale che hanno interessato l'area nel Pleistocene hanno determinato la completa emersione e il passaggio a un ambiente continentale con la deposizione di una coltre di depositi continentali riferibili a depositi fluviali e di conoide alluvionale.

Il settore di passaggio dall'area montana a quella pedemontana, in particolare, è caratterizzato da ampi conoidi alluvionali.

In tutta l'area pedemontana l'intensa evoluzione recente dovuta prevalentemente a processi legati alle acque correnti superficiali e processi gravitativi determina la formazione di estese coperture di depositi colluviali e di depositi di frana (SGI, 1970; SGI, in stampa).

4.6.1. Litologia

Di seguito vengono descritte le diverse successioni litologiche individuate all'interno nel bacino (Fig. 44) (SGI, 1970; SGI, in stampa).

Successione carbonatica marina meso-cenozoica: caratterizza la parte sud-occidentale del bacino, in corrispondenza della Montagna della Maiella. Questa è costituita da una successione calcareo-clastica in facies di scarpata-bacino prossimale e di rampa carbonatica ed è stata raggruppata in un'unica unità:

- *Litotipi calcarei (Fig.45):* sono costituiti da calcari micritici bianchi, biancastri e rosati sottilmente stratificati o in strati medi, a frattura subconcoide, con liste, noduli e livelli di selce grigia, violacea e nera e intercalazioni di calcari marnosi e di calcareniti bioclastiche a grana medio-fine. Questi passano verso l'alto a calcareniti bioclastiche a macroforaminiferi, con intercalazioni di calcari marnosi.

Successioni argilloso-sabbioso-conglomeratiche marine plioceniche e pleistoceniche: sono presenti nell'area compresa tra le pendici del massiccio della Maiella e il Mare Adriatico. Si possono suddividere nei seguenti litotipi:

- *Litotipi argilloso-sabbiosi:* sono costituiti da argille e argille marnose grigio-azzurre e argille siltose avana sottilmente stratificate con rari livelli e strati sabbiosi ocra che divengono via via più abbondanti nella parte alta; si intercalano livelli e lenti di sabbie e conglomerati da debolmente a ben cementate.

- *Litotipi arenaceo-conglomeratici (Fig. 46, 47):* sono costituiti da sabbie e arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, in strati da medi a spessi, alternate a lenti e strati di ghiaie e di conglomerati. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere organizzati in set tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo. Nella parte alta si può osservare un intervallo di conglomerati spesso fino ad alcune decine di metri, che chiude la successione dei depositi marini.

Successione continentale quaternaria, affiora prevalentemente lungo le valli del F. Foro e dei suoi affluenti; si rinviene inoltre ai piedi del versante orientale della Maiella. Sono presenti i seguenti litotipi.

- *Travertino:* è costituito da travertino in diverse litofacies, e in particolare da sabbie e limi calcarei e da più rare concrezioni fitoermali compatte.

- *Litotipi ghiaioso-sabbiosi alluvionali terrazzati (Fig. 48):* si tratta di conglomerati eterometrici contenenti ciottoli calcarei silicei e arenacei, di dimensione variabile da decimetrica a centimetrica, da sub-arrotondati a ben arrotondati, riferibili ad ambienti fluviali e di conoide alluvionale.

- *Litotipi ghiaioso-sabbiosi alluvionali:* sono costituiti da un'alternanza di sabbie, ghiaie e limi, con livelli e lenti di argille e torbe dell'alveo e della piana alluvionale attuale

- *Coltre eluvio-colluviale:* è formata da limi, limi sabbiosi e limi argillosi da grigiastri a bruno-rossastri, a luoghi con abbondanti concrezioni nodulari di carbonato di calcio, caratterizzati da una struttura interna caotica o con accenni di stratificazione mal definita e discontinua; costituiscono il prodotto dell'alterazione dei litotipi delle successioni marine e, in particolare, dei litotipi argilloso-sabbiosi.

- *Depositi di frana:* sono costituiti da depositi prevalentemente pelitici e pelitico-sabbiosi, in assetto caotico. Localmente possono contenere blocchi di diversa litologia e dimensione: sabbioso-conglomeratici o conglomeratici (Rosciano). Nella zona di Roccamontepiano sono costituiti da blocchi eterometrici di travertino.

- *Detrito di versante*: è costituito da detriti e ghiaie eterometrici, da sciolti a debolmente cementati, generalmente stratificati, provenienti dal disfacimento di litotipi calcarei sui versanti dei valloni della Maiella.

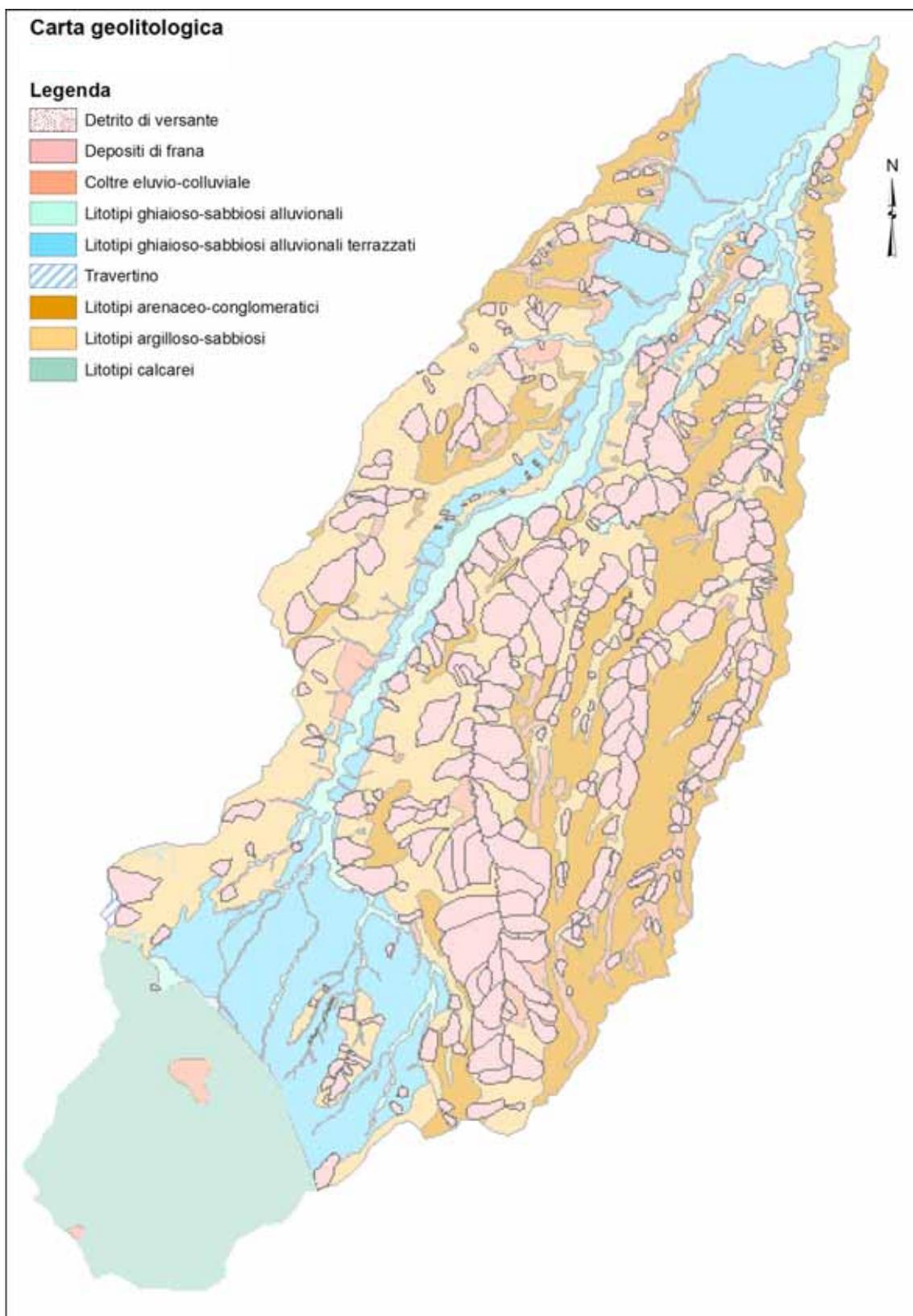


Figura 44 – Carta geolitologica del bacino del F. Foro.



Figura 45 – Pretoro; litotipi calcarei .



Figura 46 – Tollo; litotipi arenaceo-conglomeratici .



Figura 47 – Villamagna; litotipi conglomeratici .



Figura 48 – Còmino; litotipi ghiaioso-sabbiosi alluvionali terrazzati riferibili a depositi di conoide alluvionale.

4.6.2. Tettonica

La dorsale carbonica della Maiella è costituita da una struttura anticlinale orientata N-S/NNW-SSE, con culminazione assiale nel settore centrale. L'assetto dei litotipi affioranti è caratterizzato, quindi, da un'ampia zona di sommitale da una stratificazione sub-orizzontale o debolmente inclinata, mentre muovendosi sul versante nordorientale la stratificazione diviene immergente a NE via via più inclinata fino ad arrivare a oltre 45° (Fig. 49) solo in corrispondenza della zona pedemontana si assiste ad un improvviso aumento dell'inclinazione degli strati.

Il settore periadriatico è caratterizzato da una struttura monoclinale immergente verso NE con inclinazioni variabili da 20° nella zona pedemontana (Guardiagrele, Casacanditella) a suborizzontali nella zona collinare costiera (Miglianico, Tollo).



Figura 49 – Litotipi calcarei affioranti nell'area di Pretoro con giacitura circa N45W/45NE.

4.7. Pedologia

Le caratteristiche pedologiche del bacino del Fiume Foro sono state desunte dalla “Carta dei Suoli della Regione Abruzzo” in scala 1:250.000 (CHIUCHIARELLI *et alii*, 2006) e dalla relativa relazione illustrativa (CHIUCHIARELLI *et alii*, in stampa). Le regioni pedologiche distinte, nella regione Abruzzo, sono essenzialmente tre e corrispondono alle Soil Region elaborate dall’ISSDS: la soil region S.R. 61.3, S.R. 61.1 e S.R. 16.4, distinte principalmente in base alle caratteristiche litostratigrafiche e dalla morfologia (Fig. 50).

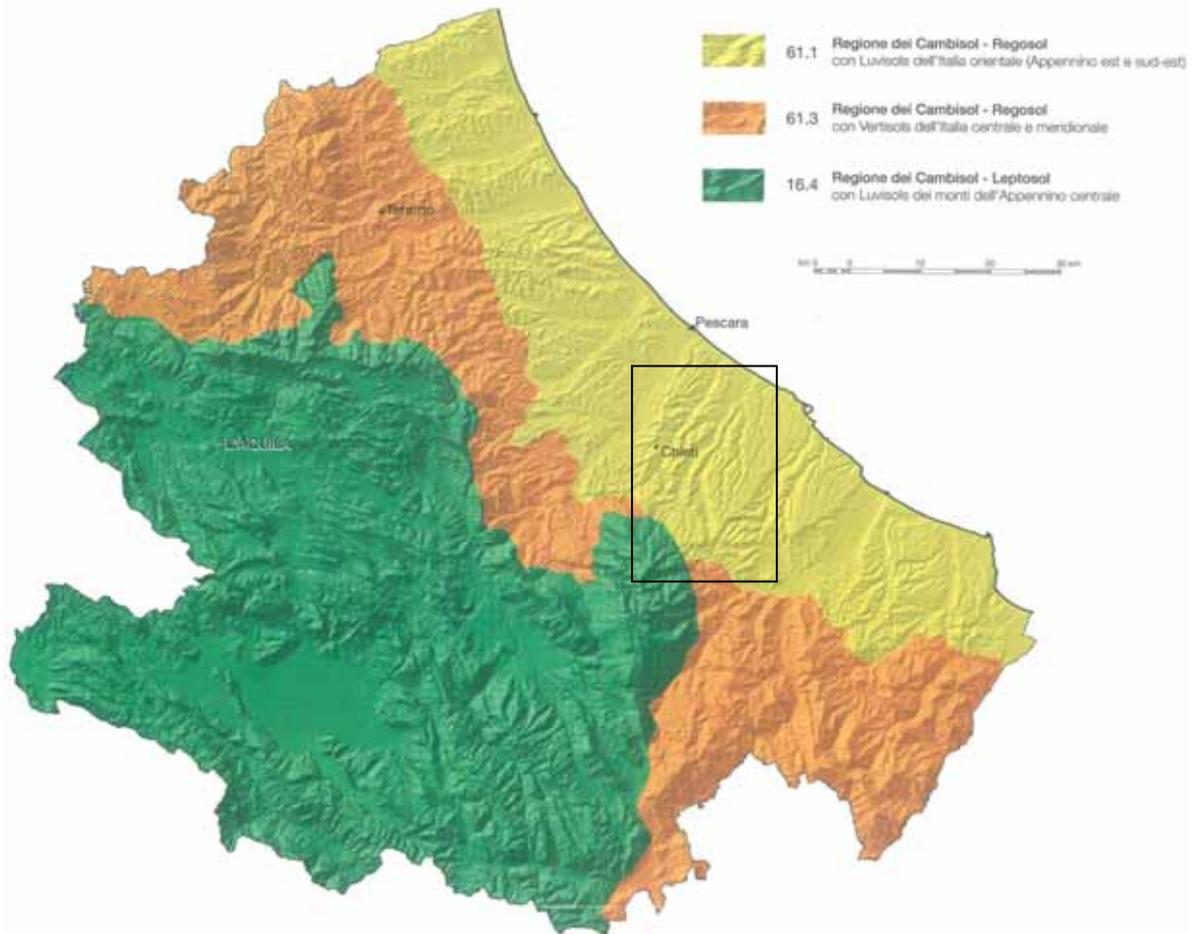


Fig. 50 – Soil Region della Regione Abruzzo (da Chiuchiarelli *et alii*, 2006); il riquadro indica l'area circostante il bacino del F. Foro.

Nel bacino di studio non è presente S.R. 61.1 che funge da separazione tra le aree collinari costiere a bassa energia di rilievo, basse quote e forme dolci, poste ad Est, ed i rilievi carbonatici della Maiella ad alta energia di rilievo, quote elevate e forme aspre.

La Soil Region 61.3, *delle colline dell'Italia centrale e meridionale su sedimenti pliocenici e pleistocenici*, interessa l'area costiera con l'esigua striscia di litorale, l'area collinare e pedemontana retrostante con substrato prevalentemente argilloso-sabbioso-conglomeratico plio-pleistocenico ed il fondovalle alluvionale del corso d'acqua del F. Foro.

La Soil Region 16.4 comprende il massiccio carbonatico della Maiella, con una forte energia di rilievo e con pendenze elevate.

Sulla base della “Carta dei Suoli della Regione Abruzzo” (Fig. 51) e delle relative note illustrative (CHIUCHIARELLI *et alii*, 2006, in stampa), integrata e modificata sulla base della carta geolitologica e dei rilievi geologici e geomorfologici di campo, è stata elaborata la una cartografia dei suoli del bacino del F. Foro. La correlazione è stata effettuata tenendo conto delle *sottounità tipologiche di suolo* descritte nell’”Atlante dei Suoli” (CHIUCHIARELLI *et alii*, in stampa). La cartografia è stata poi elaborata per definire gli indicatori relativi alla qualità del suolo.

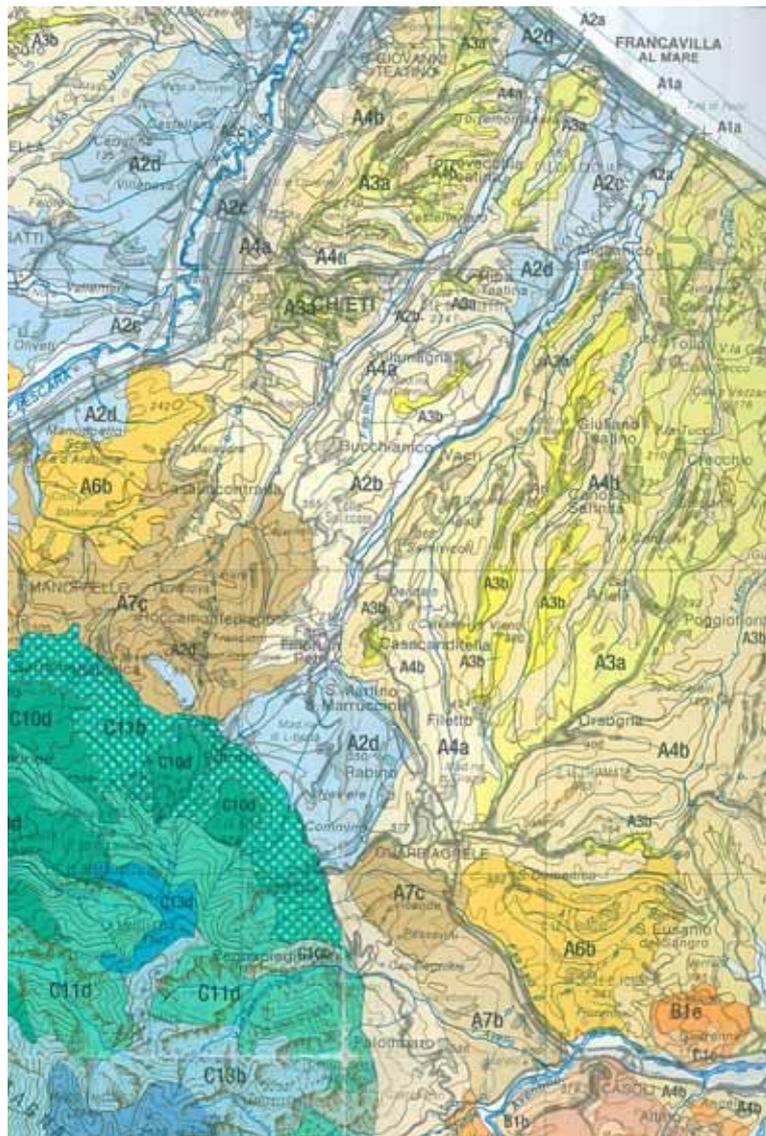


Fig. 51 – Carta dei suoli della Regione Abruzzo; estratto relativo all’area riguardante il bacino del F. Foro indicato nella figura precedente (da Chiuchiarelli *et alii*, 2006).

4.8. Geomorfologia

Le forme principali del modellamento dell'area del bacino del F. Foro, sono riferibili pressoché a tutta la gamma dei processi geomorfologici: forme strutturali, forme di versante dovute alla gravità, forme dovute alle acque correnti superficiali, forme carsiche, glaciali, superfici relitte, forme di origine antropica. L'area, come gran parte della regione abruzzese, è soggetta a dissesti geomorfologici di varia natura, a causa della diffusa presenza di litotipi argillosi e sabbioso-conglomeratici, delle forti acclività e delle condizioni climatiche, caratterizzate da notevoli escursioni termiche e da precipitazioni che si concentrano disomogeneamente nello spazio e nel tempo (ALMAGIÀ, 1910a; D'ALESSANDRO, 1996; D'ALESSANDRO & PANTALEONE, 1991; CENTAMORE *et alii*, 1997; D'ALESSANDRO *et alii*, 2003a).

Le *forme strutturali* sono legate sia alla natura litologica che alla tettonica. A causa della presenza di litotipi a comportamento rigido (arenarie e conglomerati) sopra altri a comportamento plastico (argille e limi), molto diffuse sono le forme tipo *cuesta* (Fig. 52), tipo *mesa* e tipo *plateau*, orlate da scarpate di degradazione e/o di frana ad influenza strutturale (Fig. 53); i rilievi collinari sono caratterizzati da sommità subpianeggianti o a debole inclinazione verso NE e le valli fluviali presentano ampie aree di interfluvio subpianeggianti.



Figura 52 – Guardiagrele: rilievo a *cuesta*; la parte sommitale del rilievo collinare è orlata da scarpate ad influenza strutturale.

Nell'area della Maiella, la presenza di litotipi calcarei condiziona lo sviluppo di linee di cresta, versanti strutturali e scarpate su faglia, come nell'area di Pennapedimonte.

Assai diffuse sono le *forme dovute alle acque correnti superficiali*, d'accumulo e d'erosione. Le forme che più marcatamente caratterizzano la valle del F. Foro sono i terrazzi fluviali. Oltre ai terrazzi fluviali si individuano conoidi alluvionali (Fig. 54) ben sviluppati a ridosso della montagna della Maiella allo sbocco dei valloni principali (Valle Acquafredda, Rapino; Vallone dell'Angelo, Pretoro).



Figura 53 – Bucchianico; orlo di scarpata a influenza strutturale



Figura 54 – Conoidi alluvionali allo sbocco di Valle Acquafredda (Rapino)

Le forme legate a erosione accelerata, fra cui in particolare il ruscellamento diffuso e i calanchi, interessano i versanti argillosi e argilloso-sabbiosi (Fig. 55, 56). Tali forme sono diffuse ai margini del bacino e soprattutto nei bacini idrografici limitrofi (Alento, Moro, Sangro). L'evoluzione procede per erosione delle acque incanalate, di frequente in combinazione con processi legati alla gravità (movimenti di scorrimento nella coltre di alterazione sulle testate dei calanchi e colate lungo gli impluvi principali).



Fig. 55 – Tollo; aree a ruscellamento diffuso.



Fig. 56 – Orsogna, Fosso Venna; fenomeni di erosione e degradazione del suolo.

Forme carsiche epigee e ipogee sono presenti limitatamente alla zona sud-occidentale del bacino, sul versante della Montagna della Maiella, dove affiorano i litotipi calcarei.

Le *forme glaciali* non si individuano nel bacino del F. Foro, ma sono molto diffuse poco a SO sulla Montagna della Maiella; i processi glaciali hanno influenzato comunque il modellamento della parte SO dell'area a causa della elevata produzione di materiale detritico

che, durante le diverse fasi glaciali pleistoceniche, è stato recapitato allo sbocco dei valloni principali alimentando ampie conoidi alluvionali.

Le forme dovute alla gravità sono rappresentate principalmente da frane di dimensioni e tipologie molto variabili, che presentano un diverso stato di attività, da attive a quiescenti a inattive, da movimenti lenti di versante e in misura minore da falde di detrito.

Le principali aree interessate da fenomeni franosi, lungo il F. Foro, si individuano nell'area di Casacanditella e di Villamagna, e lungo i suoi principali tributari, il T. Déntolo e il T. Venna. Un imponente corteo di dissesti di diverse tipologie e di dimensioni molto variabili si verifica puntualmente in occasione di eventi meteorici molto intensi, come ad esempio quelli verificatisi nell'aprile 1992 e nel gennaio 2003. Tale fenomeno rappresenta sicuramente uno dei fenomeni più importanti di degrado ed erosione del suolo. I movimenti franosi si sono accentuati particolarmente negli ultimi decenni a causa dell'intensa attività antropica, dei disboscamenti e della degradazione delle aree a pascolo.

In relazione alle diverse condizioni geomorfologiche, climatiche, vegetazionali e di antropizzazione, la distribuzione delle frane è alquanto eterogenea nel territorio (D'ALESSANDRO & PANTALEONE, 1991; BUCCOLINI *et alii*, 1994. Per schematizzare la distribuzione spaziale e le tipologie dei movimenti franosi il territorio può essere diviso in due settori dal punto di vista litologico (D'ALESSANDRO *et alii*, 2003c) che, da SO verso NE, sono: il settore carbonatico, caratterizzato dall'affioramento di formazioni calcaree delle successioni marine cretacico-mioceniche ed il settore argilloso-sabbioso-conglomeratico, costituito dalle formazioni terrigene della successione marina plio-pleistocenica.

Il settore carbonatico (rilievi della Maiella) è caratterizzato da elevata dell'energia del rilievo e forti acclività. In questo contesto i movimenti franosi sono rappresentati per lo più da frane di crollo e ribaltamento e da frane di scorrimento in roccia. Le frane di crollo e ribaltamento sono predisposte dai diffusi sistemi di fratture, *joints* e clivaggi che interessano i litotipi calcarei. Le frane di scorrimento sono invece favorite dalla giacitura dei litotipi calcarei.

Nel settore argilloso-sabbioso-conglomeratico (area pedemontana e costiera), lo sviluppo dei dissesti varia in funzione delle condizioni litologico-morfologiche dei versanti. Frane di crollo-ribaltamento interessano le alternanze sabbioso-conglomeratiche laddove esse appaiono esposte in forma di scarpate verticali. Movimenti franosi di tipo complesso con una forte componente rotazionale si osservano lungo i versanti argillo-marnosi dei rilievi costituiti alla sommità da placche sabbioso-conglomeratiche.

4.9. Idrogeologia

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area del F. Foro sono molto eterogenee in funzione dell'assetto litologico e tettonico (paragrafo 4.6). Si possono, quindi, distinguere tre settori: il settore montano, il settore pedemontano collinare e il settore di transizione tra i due.

Il settore montano fa parte dal massiccio carbonatico della Montagna della Maiella impostato in litotipi calcarei stratificati e fratturati fortemente permeabili. In tale struttura si ha uno tra i più importanti serbatoi idrici dell'Abruzzo che, con le sue sorgenti caratterizzate da portate massime complessive prossime a $4 \text{ m}^3/\text{s}$, alimenta una rete acquedottistica che serve una popolazione di quasi 300.000 abitanti residenti. Tale struttura ha quindi grande rilievo nell'approvvigionamento idropotabile regionale (Tab. 30).

| Usi | m^3/a | % |
|---------------|-----------------------|------|
| Idropotabile | $60,7 \times 10^6$ | 24 |
| Idroelettrico | $103,3 \times 10^6$ | 41 |
| Irriguo | $9,5 \times 10^6$ | 3.8 |
| Non captate | $78,5 \times 10^6$ | 31.2 |
| Totale | 252×10^6 | 100 |

Tabella 30 - Usi antropici delle acque emergenti dalla idrostruttura della Maiella e relative percentuali. Nelle percentuali non sono compresi gli eventuali riutilizzi (es. uso irriguo dopo l'uso idroelettrico) (da NANNI & RUSI, 2003).

L'individuazione dei limiti idrogeologici della struttura della Maiella risulta semplice nei bordi orientale e occidentale, mentre appare più articolata nei bordi meridionale e settentrionale (CELICO, 1978 e 1983; BONI *et alii*, 1986; NANNI & RUSI, 2003). Il limite orientale della struttura, che interessa l'area del F. Foro, è costituito dal contatto tra i litotipi calcarei della Maiella e i litotipi argilloso-sabbiosi dell'area pedemontana. Il contatto è di tipo tettonico o trasgressivo (Figg. 57, 58) (NANNI & RUSI, 2003).

Il settore pedemontano e collinare è impostato su litologie poco permeabili (litotipi argilloso-sabbiosi) su cui poggiano ridotti spessori di litologie permeabili (litotipi arenaceo-conglomeratici e litotipi ghiaioso-sabbiosi di natura alluvionale). Questo sono sede di piccole falde idriche sospese, in corrispondenza dei pianori intravallivi e dei terrazzi alluvionali, e di falde idriche alluvionali di subalveo lungo la piana alluvionale.

Nell'area di transizione tra le pendici della Maiella e l'area pedemontana sono presenti ampie conoidi alluvionali costituite da litotipi ghiaiosi e sabbiosi permeabili. Tali corpi permeabili possono essere sede di piccole falde idriche locali o in alcuni casi possono essere in connessione idraulica con la falda idrica basale della Maiella ed essere quindi sede di importanti sorgenti. È il caso, questo, proprio delle sorgenti del Foro le cui emergenze

naturali si ubicavano, un tempo, all'interno del corpo alluvionale prospiciente l'abitato di Pretoro (Manfredini, 1963). Attualmente le acque vengono invece captate da una galleria che giunge alla soglia di permeabilità costituita dal contatto i litotipi calcarei e i litotipi argilloso-sabbiosi (Fig. 59). L'idrogramma sorgivo evidenzia un flusso di base di circa $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ e massimi di portata primaverili correlati allo scioglimento delle nevi nei 15-30 giorni precedenti (fig. 59, NANNI & RUSI, 2003).

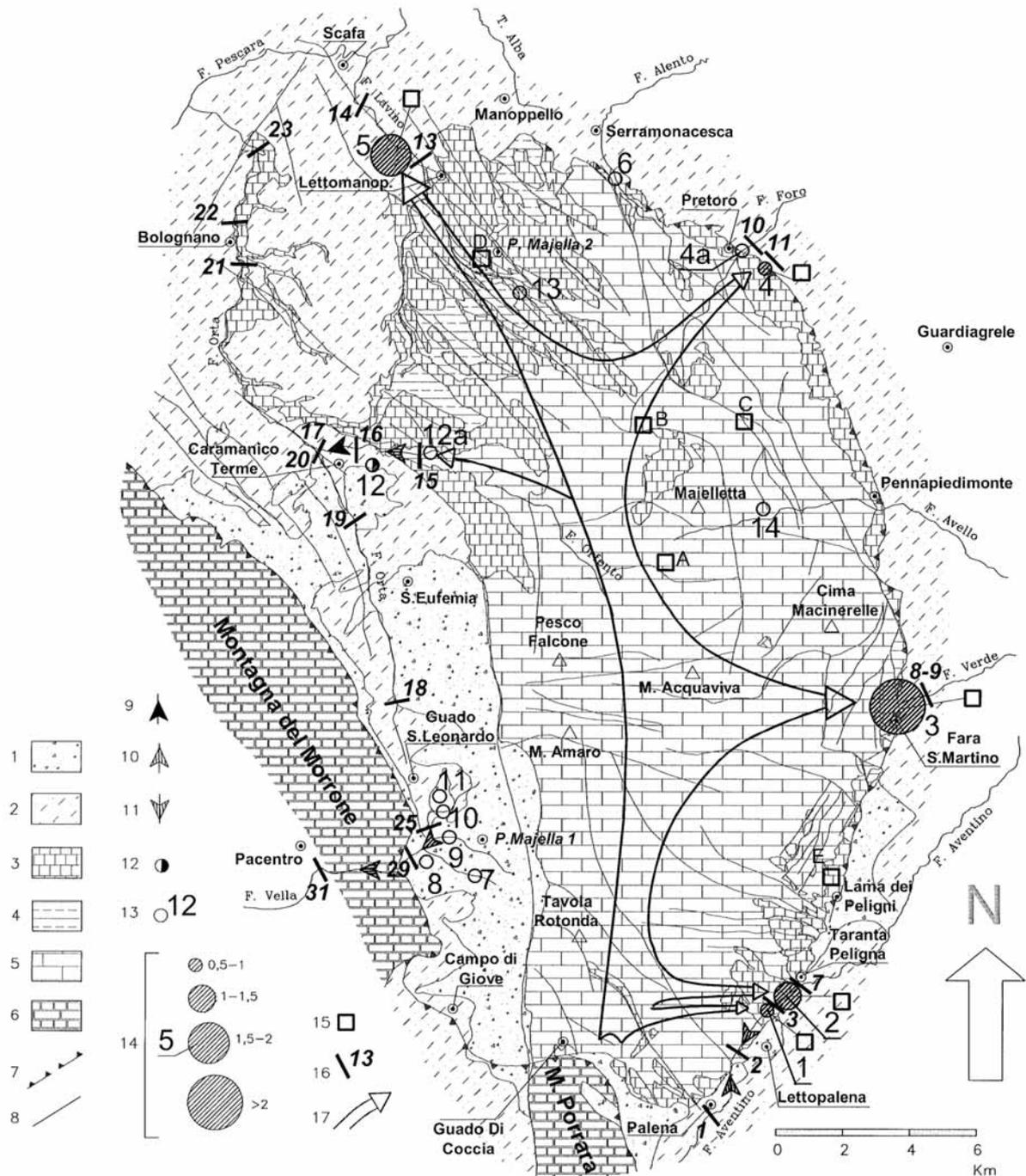


Fig. 57

SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'IDROSTRUTTURA DELLA MAJELLA. 1) Complesso idrogeologico del detrito di falda e di frana. 2) Aquiclude delle formazioni terrigene ed evaporitiche. 3) Complesso idrogeologico delle calcareniti della Formazione Bolognano. 4) Aquiclude della Formazione Bolognano. 5) Complesso idrogeologico dei calcari giurassico - paleogenici. 6) Strutture idrogeologiche del M. Morrone e del M. Porrara. 7) Sovraccorrimenti e faglie inverse. 8) Faglie. 9) Incrementi in alveo dalla falda di base. 10) Incrementi in alveo da circuiti superficiali. 11) Decrementi in alveo. 12) Sorgenti mineralizzate. 13) Sorgenti da circuiti superficiali e loro numerazione. 14) Emergenze della falda di base, loro numerazione e relativi intervalli di portata in m^3/s . 15) Sorgenti sottoposte ad analisi isotopiche. 16) Sezioni e zone, con relativa numerazione, sottoposte a controllo della portata fluviale. 17) Diretrici principali del flusso di base.

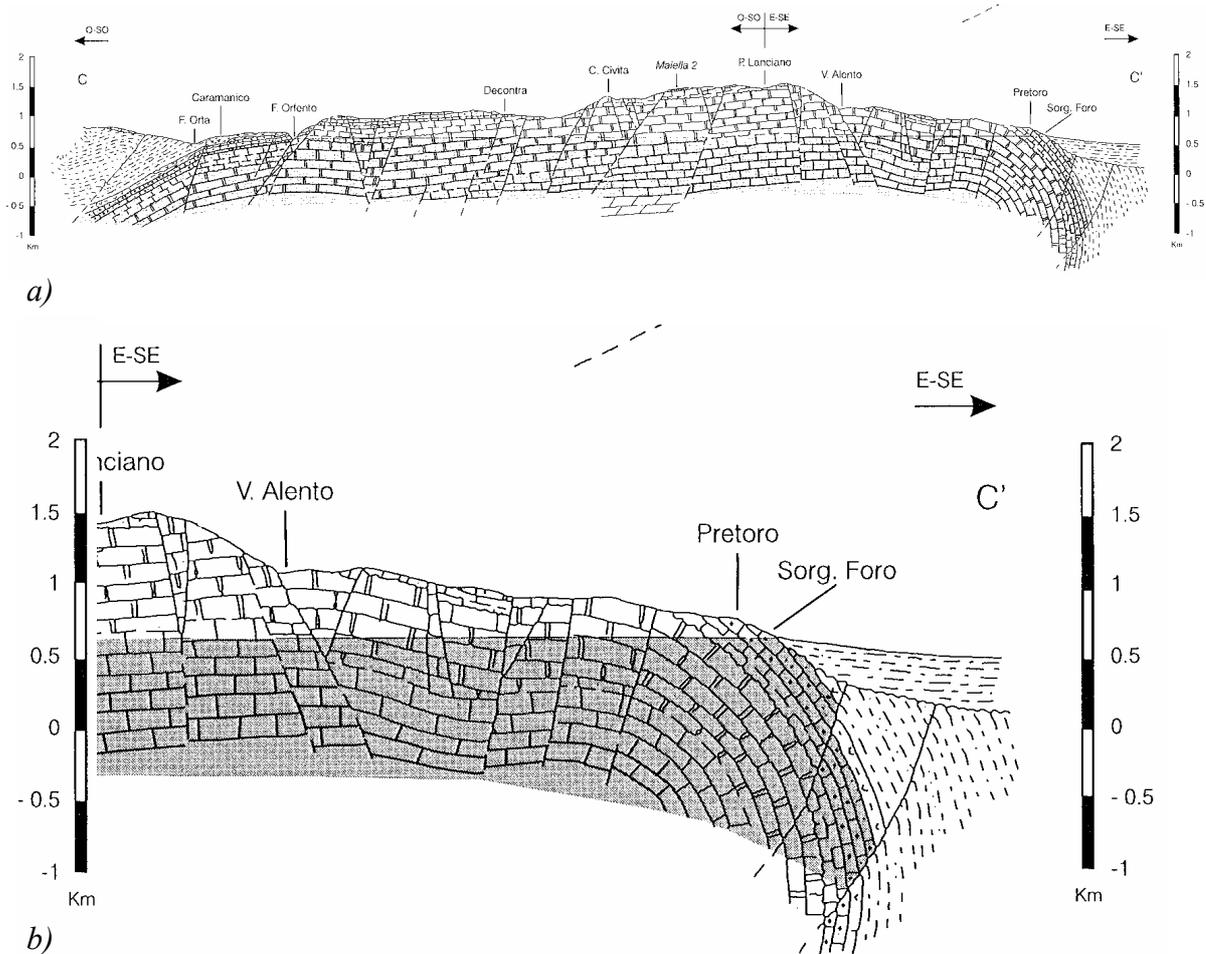


Fig. 58 – Sezioni idrogeologiche (NANNI & RUSI, 2003): a) Sezione idrogeologica della Montagna della Maiella, in corrispondenza dell'alta valle del F. Foro. b) Particolare dell'area delle sorgenti del Foro.

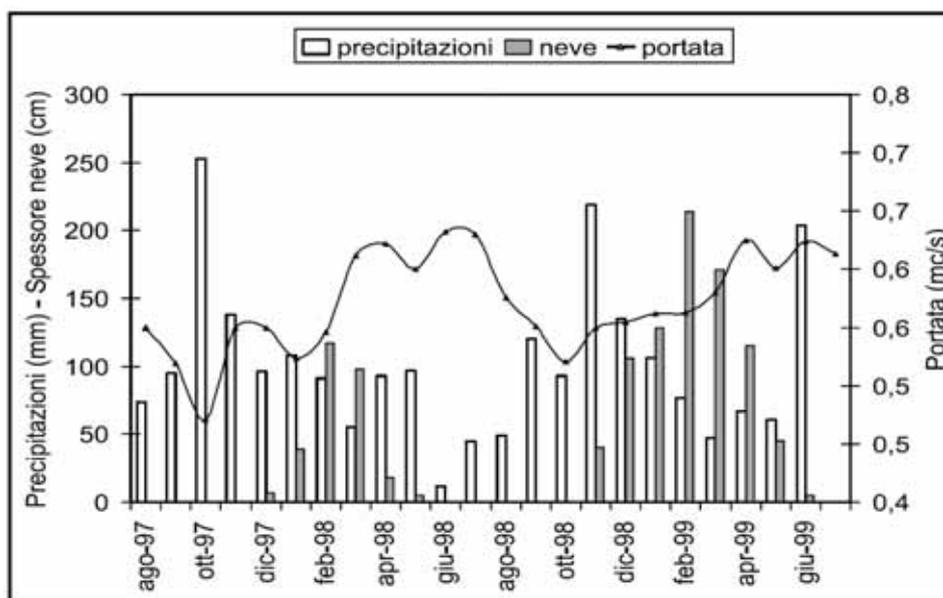


Fig. 59 - Correlazione tra le piogge alla stazione di Pretoro e la portata delle opere di captazione della sorgente Foro (da Nanni & Rusi, 2003).

4.10. Uso del suolo e vegetazione

Il paesaggio vegetale della valle del F. Foro evidenzia due sottounità territoriali, tra loro nettamente distinte in quanto a tipologia di territorio, forme di uso del suolo e vegetazione spontanea. Si tratta della bassa e media valle del F. Foro (area pedemontana e collinare costiera, da Francavilla fino a S. Martino sulla Marrucina, Filetto e Bocca di Valle di Guardiagrele), fino a oltre 500 m di altitudine, e dell'alta valle del F. Foro (area montana, da Pretoro, Rapino e Bocca di Valle a La Maielletta) fino a quasi 2000 m s.l.m.

La parte alta del bacino, che interessa il massiccio della Maiella, è caratterizzata da maggiormente da “zone boscate” e da “zone caratterizzata da vegetazione arbustiva e/o erbacea”, in base a quanto definito dalla cartografia Corine Land Cover (Fig. 60, 61) e dalla carta dell'uso del suolo (Fig. 62, 63).

Nella fascia pedemontana vi è una prevalenza di copertura del suolo in “zone agricole eterogenee” e “colture permanenti” in modo meno marcato le altre coperture (Fig. 44). Nella carta dell'uso del suolo predominano le classi “frutteti, vigneti e oliveti” e “colture cerealicole”.

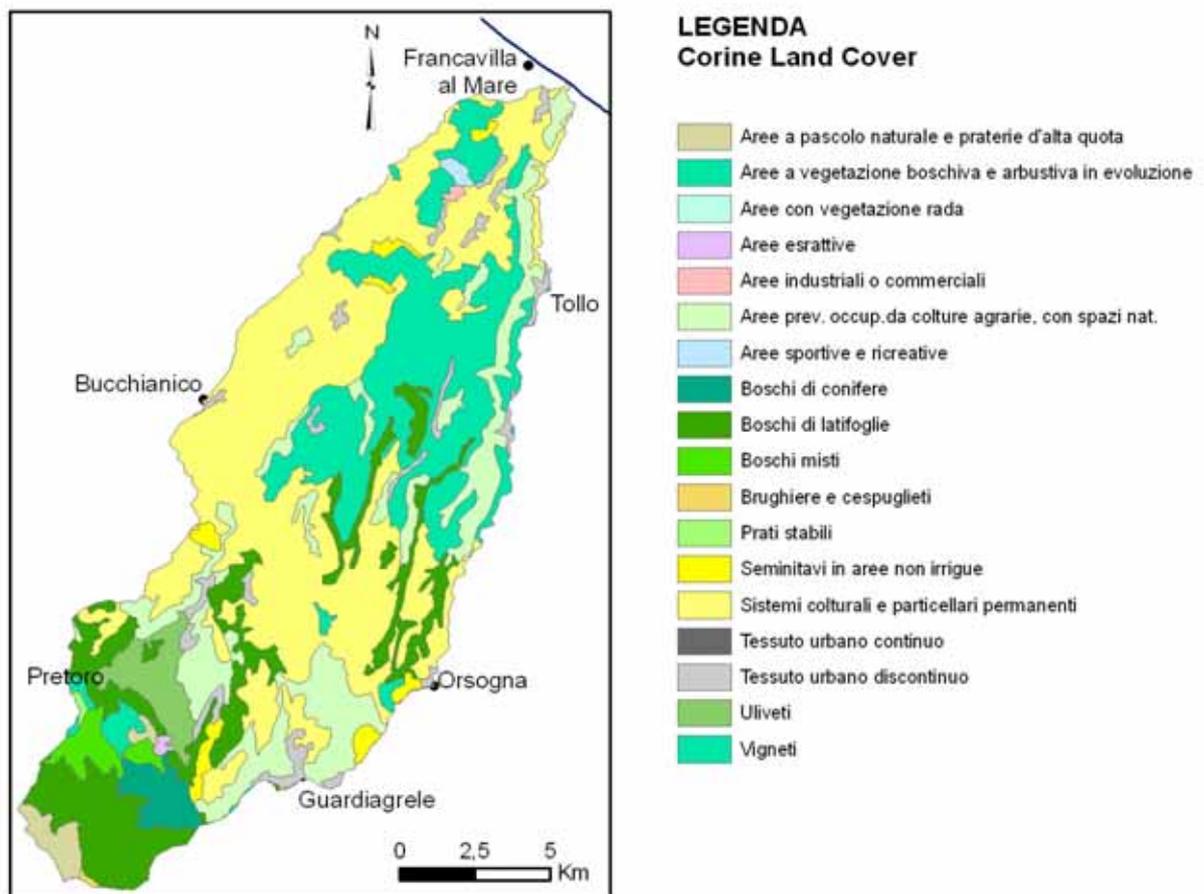


Figura 60 – Carta del Corine Land Cover del bacino del F. Foro (Apat, 2005).

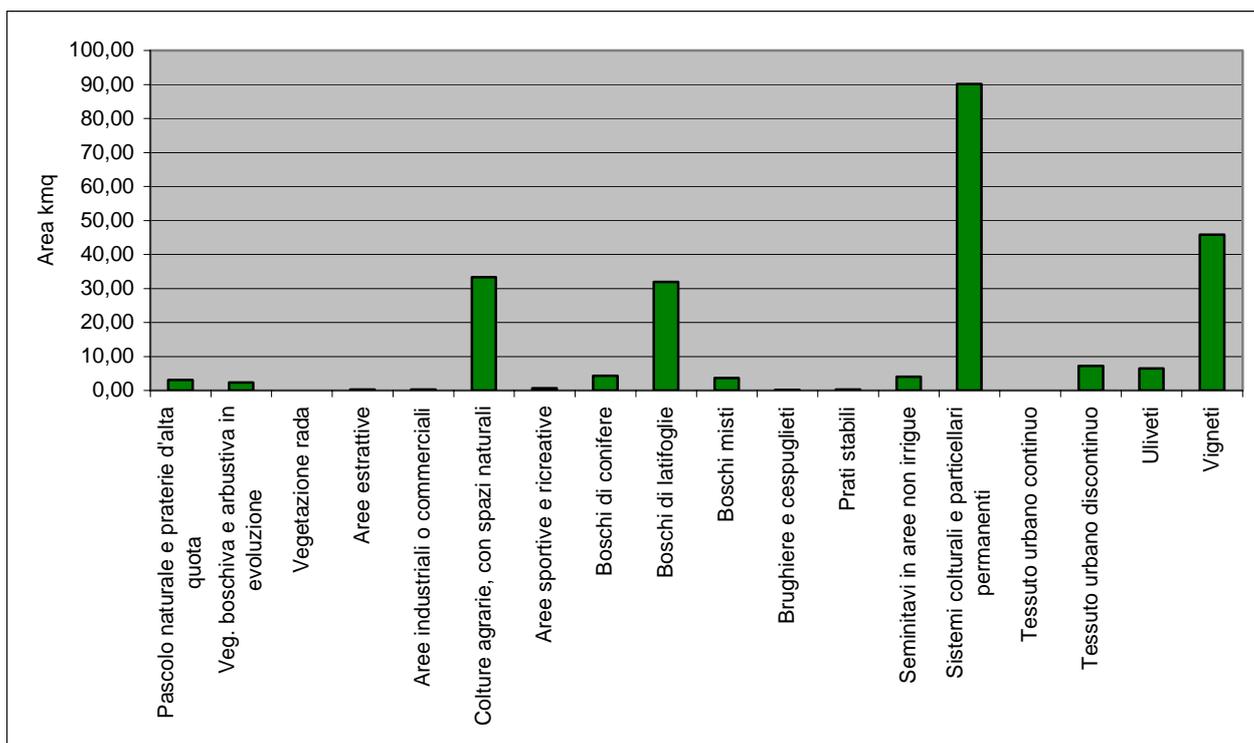


Figura 61 - Istogramma di distribuzione delle classi del Corine Land Cover (3° Livello) del bacino del F. Foro

La bassa e media valle del F. Foro è caratterizzata da una agricoltura intensiva, soprattutto vigneti a tendone, che ricoprono oltre il 60% del territorio. La viticoltura è capillarmente diffusa in ogni paese o frazione e sorprende che in ciascun paese, di maggiore o minore estensione territoriale e densità demografica, vi sia una propria Cantina sociale, con produzione di vini eccellenti, esportati in molte parti dell'Europa e del Mondo. Di minore estensione, in questa porzione di valle sono gli oliveti e i coltivi a grano, ed ancor meno diffusi sono i prati permanenti a leguminose (medicai). Essi si mostrano come tessere di mosaico nel paesaggio pressoché ininterrotto della vite. Rare e modeste in estensione sono i campi ex coltivi (Fig. 64).

In un paesaggio caratterizzato da una agricoltura diffusa e intensa le aree che evidenziano un'ecologia di aridità più marcata sono, soprattutto, quelle ignorate dalla coltivazione per le difficoltà di accesso o perché scarsamente produttive o gli ex coltivi. Queste, lasciate allo stato naturale e non soggette all'intervento umano, vedono affermare tipologie vegetazionali di impronta francamente xerofila.

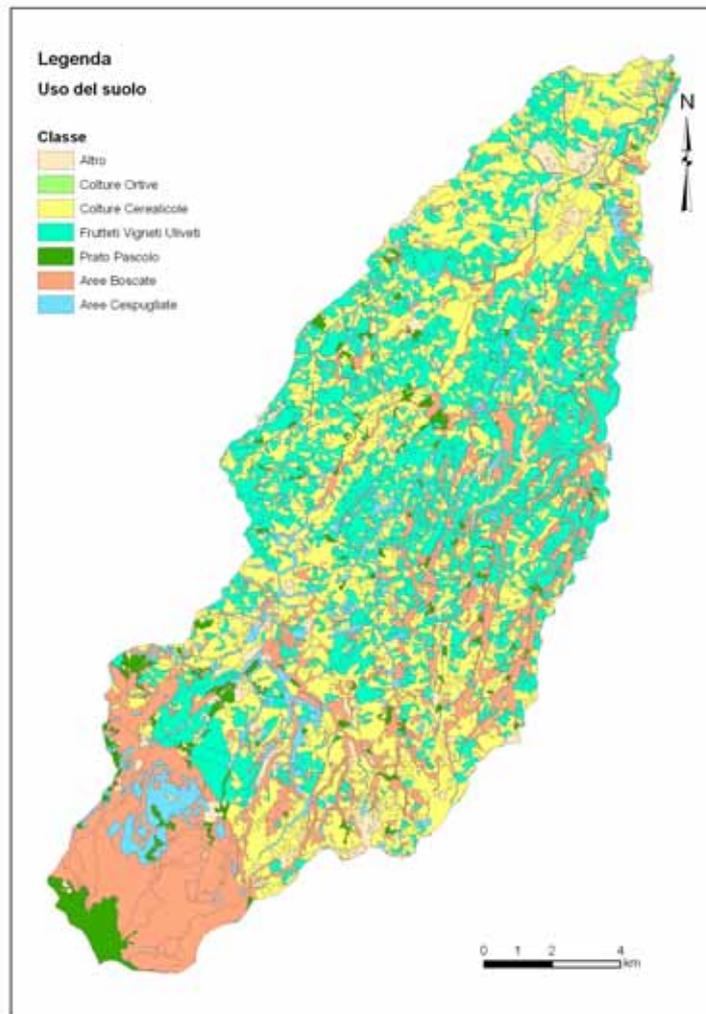


Figura 62 – Carta dell'uso del suolo del bacino del F. Foro (da carta dell'uso del Suolo della Regione Abruzzo)

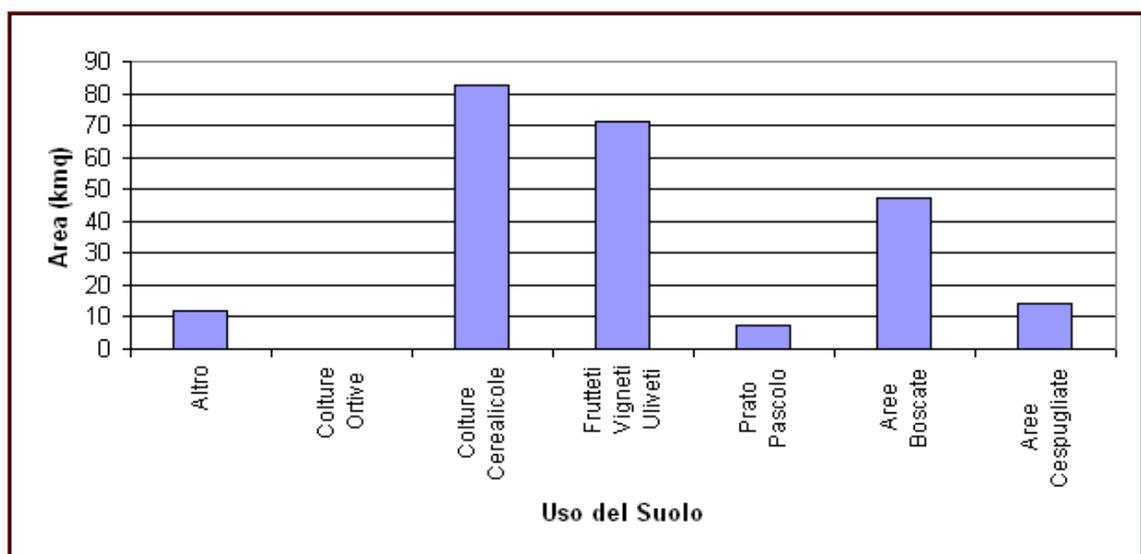


Figura 63 - Istogramma di distribuzione delle classi di uso del suolo del bacino del F. Foro



Figura 64 – Bucchianico; scorcio di una valle secondaria della media valle del F. Foro (T. Serrepenne). Si osserva la distribuzione delle aree agricole a vigneto e più raramente oliveto, con areole di boechi a roverella.

Nella valle del F. Foro, pertanto, sono alcune tipologie di popolamento di specie Nordafricane e termocsmopolite che evidenziano un trend di aumento di aridità ambientale. Esse sono diffuse come areole in numerosi settori della valle, sempre su aree incolte o settori marginali (scarpate stradali, falesie arenacee soprastanti le coltivazioni, coltivi abbandonati) e si “arrestano”, quasi trovassero una soglia termica e pedologica, alle pendici della Maiella (da Pretoro- Rapino verso monte), al passaggio fra l’area pedemontana, impostata su litotipi prevalentemente argillosi, sabbiosi e conglomeratici, e il versante della Maiella, impostato in litotipi calcarei. Tali tipologie di popolamento sono costituite da fitocenosi ad *Arundo pliniana* (Canna della Mauritania), ad *Ampelodesma* (*Ampelodesmos mauritanicus*) e a Sorgho di Aleppo (*Sorghum halepense*), che diffuse a piccoli gruppi testimoniano il fenomeno di un’accentuata aridità in un ampio settore della bassa e media valle del F. Foro.

L’alta valle del F. Foro è, invece, caratterizzata da pascoli aridi del tipo prevalente xero-brometo, rimboschimenti a Pino nero e formazioni boschive di Orno-Ostrieti (fino a circa 800 m). Interessa i territori di Pretoro e di Rapino e si continua verso monte attraverso faggete (da Madonna della Mazza a Passo Lanciano fino alla quota di 1650 m) e pascoli (Brachipodieti e Festuco-Trifoglieti) fino a Fonte Tettoni (1700 m circa) e alla Majelletta

(circa 2000 m).

Oltre che per i differenti livelli orografici, la complessità ambientale della valle è arricchita dall'esistenza di valli secondarie con fondovalle percorso da affluenti a flusso stagionale (Dendalo, Venna, Fossato, ecc), di solchi calanchivi, di colline con versanti di varia acclività e di pianori sopravvallivi sui quali sovente si rinvengono abitazioni sparse e strade con nuclei abitativi di recente impianto. In complesso la valle è significativamente urbanizzata con una diffusa presenza insediativa.

4.10.1. I boschi di roverella (*Quercus pubescens*)

Ulteriore caratteristica ambientale della valle del F. Foro sono i relitti boschetti a dominanza di roverella (*Quercus pubescens*).

Si rinvengono in numerose aree della media e bassa valle, sui rilievi collinari di Canosa Sannita, Tollo, Semivicoli, Casacanditella, Fara Filiorum Petri, Giuliano Teatino, Ari, ecc.; colonizzano i fossi ed i versanti arenacei più acclivi e meno utilizzabili per le coltivazioni. Densi boschetti si rinvengono soprattutto sulla sommità dei colli che si affacciano sulle pianure vallive sottostanti ed interessano anche parte del territorio vallivo (Fig. 65). Più o meno ampie formazioni a roverella si trovano anche al margine delle strade dei predetti paesi e di altre località vallive.

I boschi a roverella oltre ad essere elementi naturali spontanei caratterizzanti il paesaggio vallivo costituiscono la formazione boscata più matura ed evoluta (stabile) del territorio (vegetazione climax). Essa è tipica della fascia collinare appenninica abruzzese e un tempo si estendeva anche nelle zone attualmente ricoperte dalle varie coltivazioni, dai centri abitati e dai prati e pascoli, comprendendo tutta la fascia collinare; qui la vegetazione potenziale, quella che spontaneamente esisteva prima dell'azione dell'uomo, è appunto quella dei querceti xerofili a roverella.

I boschi di roverella della valle del F. Foro sono attualmente formazioni forestali a struttura generalmente aperta, con ampie zone di penetrazione luminosa. Vi si distinguono vari strati: arboreo, arbustivo ed erbaceo.

Nello strato arboreo prevale la Roverella (*Quercus pubescens*). Le piante possono raggiungere mediamente 10-12 metri, con tronco sui 20-25 cm di diametro. Tra le rare piante arboree dei querceti anche Sorbo domestico (*Sorbus domestica*), Ciliegio (*Prunus avium*) e nelle zone vicino alle strade Olmo campestre (*Ulmus minor*) e la immancabile Robinia (*Robinia pseudoacacia*) che forma anche densi popolamenti e raggiunge 20 m di altezza. È questa una pianta non indigena, di origine nordamericana, introdotta in Italia nel secolo 18°



Figura 65 – Vacri. Particolare di un bosco a roverella parzialmente sostituito da coltivazioni a vigneto.

per consolidare le scarpate stradali; ormai ha preso il sopravvento in tutte le formazioni arboree collinari ed in particolare negli alvei fluviali.

Lo strato arbustivo, in alcuni tratti meglio conservati, è ricco e vario di specie, con Asparago selvatico (*Asparagi acutifolius*), Sanguinello (*Cornus sanguinea*), Ligustro (*Ligustrum vulgare*), Rosa di S. Giovanni (*Rosa sempervirens*), Alaterno (*Rhamnus alaternus*), Edera (*Hedera helix*), Fusaggine (*Evonymus europaeus*), Ligustro (*Ligustrum vulgare*).

Si evidenzia che tali boschi annoverano una flora del sottobosco a netta impronta termofila per la presenza di piante eumediterranee quali *Asparagus acutifolius*, *Rosa sempervirens*, *Rhamnus alaternus* e soprattutto Robbia selvatica (*Rubia peregrina*), Smilace (*Smilax aspera*) e Fiammola (*Clematis flammula*).

La struttura aperta delle cenosi favorisce inoltre, in vari settori ad esposizione solatia, anche altre specie eliofile, quali il cisto (*Cistus creticus*), la finestrella (*Osyris alba*) ed anche l'ampelodesma (*Ampelodesmos mauritanicus*).

I boschi di roverella della valle del F. Foro si inquadrano nella associazione fitosociologica *Rosa sempervirenti - Quercetum pubescentis* (*Quercetalia pubescenti-petraea*, *Ostryo-Carpinion orientalis*), associazione che descrive i boschi di Roverella del

piano collinare dell'Appennino centrale, caratterizzati per la presenza di specie della macchia mediterranea.

4.10.2. Il fondovalle

Ulteriori elementi che caratterizzano il paesaggio naturale della valle del F. Foro sono i fondovalle percorsi da fiumi. Il principale è il Foro, ma numerosi sono gli affluenti fra cui i principali sono il Dendalo e il Venna con valli secondarie allungate in direzione SW-NE parallelamente a quella principale.

Intorno ai fiumi si costituisce una vegetazione legnosa rappresentata da saliceti a *Salix alba* (l'associazione è *Salicetum albae*) (Fig. 66). I pioppeti sono ridotti a presenze di *Populus nigra* e *P. alba* e non formano fitocenosi ben individuabili e rappresentative (*Populetum albae*). In nessun tratto si ha potenzialità per lo sviluppo di un bosco golenale, per la ristrettezza della superficie di espansione.

Non abbondante è l'olmo campestre (*Ulmus minor*) limitato al margine di strade campestri. Ben diffusa è la robinia (*Robinia pseudoacacia*).



Figura 66 – Fiume Foro presso Vacri. Vegetazione arborea a saliceti che caratterizza le aree di fondovalle dei principali corsi d'acqua della valle del F. Foro.

4.10.3. *Arundo plinana* (Canna della Mauritania)

La canna di Plinio (detta anche Canna di Mauritania) è una grossa erba perenne originaria del Mediterraneo orientale. Ha un tenace rizoma e può raggiungere anche 2-3 m di altezza; forma densi popolamenti pionieri in habitat argilloso. Ha una potente azione protettiva del suolo, ma facilmente è soggetta ad incendi.

Tale specie domina soffocando tutte le altre e prende il sopravvento nettamente.

I popolamenti sono inquadrati in una caratteristica associazione di ambiente argillofilo pioniero denominata *Arundinetum pliniana*e (Fig. 67).



Figura 67 – Bucchianico. Arundinetum plinianae.

4.11. Aspetti demografici e socio-economici

Nel bacino del Fiume Foro rientrano 20 comuni, anche se una parte di loro in modo parziale. L'analisi e la sintesi dei dati ISTAT relativi al censimento 2001 (Tab. 31) mostra come nell'area del bacino si ha una popolazione di circa 26000 abitanti; aspetto particolarmente importante riguarda la loro distribuzione sul territorio: poco più della metà risiede nei centri abitati principali, circa un quarto in centri abitati minori e un altro quarto in case sparse.

| Totale abitanti | <i>Nei centri abitati principali</i> | <i>Nei centri secondari</i> | <i>In case sparse</i> |
|------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 51.134 | 26.889 | 12.110 | 12.135 |

Tabella 31 – Abitanti nel bacino del Fiume Foro.

Di seguito viene riportata la tabella complessiva relativa alla distribuzione della popolazione nell'area del bacino del F. Foro (Tab. 32).

| <i>Comune</i> | <i>Altitudine min/max (m)</i> | <i>Totale abitanti</i> | <i>Nel centro principale</i> | <i>Nei centri secondari</i> | <i>In case sparse</i> |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Ari | 81/368 | 1.328 | 652 | 676 | 0 |
| Arielli | 178/370 | 1.250 | 692 | 301 | 257 |
| Bucchianico | 58/409 | 4.941 | 1.612 | 358 | 2.971 |
| Canosa Sannita | 65/338 | 1.510 | 877 | 40 | 593 |
| Casaconditella | 135/446 | 1.397 | 505 | 777 | 115 |
| Fara Filiolum Petri | 135/438 | 1.952 | 1.328 | 624 | 0 |
| Filetto | 154/470 | 1.119 | 606 | 274 | 239 |
| Giuliano Teatino | 53/281 | 1.306 | 897 | 22 | 387 |
| Guardiagrele | 150/1.750 | 9.527 | 4.804 | 4.132 | 591 |
| Miglianico | 5/231 | 4.503 | 2.083 | 1.515 | 905 |
| Orsogna | 120/463 | 4.050 | 2.976 | 119 | 955 |
| Pennapiedimonte | 250/2.692 | 556 | 355 | 120 | 81 |
| Pretoro | 247/1.950 | 1.107 | 647 | 309 | 151 |
| Rapino | 246/1.900 | 1.433 | 1.352 | 43 | 38 |
| Ripa Teatina | 25/281 | 3.834 | 1.720 | 731 | 1383 |
| Roccamontepiano | 115/652 | 1.965 | 777 | 632 | 556 |
| San Martino sulla Marrucina | 156/440 | 981 | 454 | 415 | 112 |
| Tollo | 33/205 | 3.074 | 4.171 | 752 | 345 |
| Vacri | 94/373 | 1.756 | 297 | 270 | 1.189 |
| Villamagna | 65/328 | 2.448 | 1.181 | 0 | 1.267 |

Tabella 32 – Distribuzione degli abitanti nei comuni del bacino del F. Foro residenti in centri abitati principali, centri abitati secondari e case sparse (da dati ISTAT, 2001).

Dal punto di vista socio-economico sono state presi in considerazione essenzialmente gli aspetti relativi all'agricoltura e all'allevamento che più di altri possono risentire dei fenomeni siccitosi o esercitare una pressione importante sul territorio, in relazione alla tendenza alla desertificazione. Anche in questo caso la rielaborazione dei dati ISTAT relativi al Censimento dell'agricoltura 2000 mostra una distribuzione significativa, con la netta prevalenza delle aree coltivate a vite (Tab. 33); queste infatti sono tra le aree più importanti per la produzione del Montepulciano d'Abruzzo. Seguono ampie aree con colture ad ulivo e a cereali. Tutti questi tipi di coltura sono praticati in particolare nell'area collinare pedemontana e in parte lungo la piana alluvionale del F. Foro.

| Tipo di coltura | Superficie (ettari) |
|------------------------------------|----------------------------|
| Vite | 8.594 |
| Olivo | 2941 |
| Agrumi | 7 |
| Frutteti | 737 |
| Cereali | 1.983 |
| Coltivazione ortive | 179 |
| Coltivazione foraggere avvicendate | 1.513 |

Tabella 33- Colture agricole nel bacino del Foro.

Un altro elemento importante, che costituisce un fattore di pressione nel processo di desertificazione, è il sovrapascolamento. Sempre dai dati ISTAT relativi al Censimento dell'agricoltura 2000, sintetizzati in tabella 34, si evince come gli allevamenti principali siano avicoli; tra gli allevamenti che più esercitano una pressione sul territorio sono da considerare quelli ovini e suini, in gran parte confinati ai settori montani e pedemontani.

| Tipo di allevamento | Numeri di capi |
|----------------------------|-----------------------|
| Ovini | 5.405 |
| Caprini | 511 |
| Equini | 69 |
| Avicoli | 255.229 |
| Bovini | 969 |
| Suini | 4.128 |

Tabella 34 – Tipo di allevamento nel bacino del Fiume Foro

Nell'ambito del bacino idrografico del F. Foro è, infine, attivo uno dei comprensori irrigui del *Consorzio di Bonifica Centro Saline-Pescara-Alento-Foro* (www.nopress.it/bonifica/). Il comprensorio si articola lungo l'asta valliva del fiume Foro dal Comune di Pretoro fino al mare. Il comprensorio ha una conformazione nastriforme di una larghezza non superiore ai 500 – 700 m, mentre solo nella parte terminale di valle, in

prossimità dell'area costiera, la fascia irrigua si allarga fino ad una larghezza massima di circa 4 Km.

Il comprensorio irriguo della Val di Foro è suddiviso in tre zone: 1) impianto irriguo Madonna del Ponte (zona C); 2) impianto irriguo Val di Foro dal Comune di Fara F. Petri (zona A); 3) impianto in sinistra idrografica del bacino irriguo Val di Foro (zona B).

L'impianto irriguo Madonna del Ponte in Comune di Pretoro e Fara F. Petri (zona C) si estende su una superficie complessiva di 240 ha dei quali 5 ha sono irrigati.

La zona irrigua A si sviluppa su una superficie lorda dominata di circa 1.200 Ha, con una superficie netta irrigabile di circa 950 ha, ed è compreso fra quota 170 e 180; fa capo alla vasca di compenso "Fiorella" a quota 169 s.l.m. della capacità di circa 6.000 mc.

La zona irrigua B copre una superficie di 900 ha dei quali 830 ha sono irrigabili. Le condotte vengono alimentate con diramazione dal pozzetto di disconnessione De Luca nel Comune di Villamagna.

L'impianto irriguo A e B è del tipo ad aspersione ed è alimentato dalle acque del fiume Foro con traversa a quota 192 m.s.l.m. nei pressi dell'abitato di Fara Filiorum Petri, per una portata continua di 600 l/sec di cui 450 l/sec per uso irriguo (anche se in effetti vengono prelevati circa 200 l/sec) e 150 l/sec per uso idroelettrico.

4.12. Elaborazione preliminare della carta delle aree sensibili alla desertificazione del bacino idrografico del F. Foro

L'analisi preliminare dell'indice ESAI per il bacino del Fiume Foro è basata sulla carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione della Regione Abruzzo (Fig. 68; Capitolo 3).

Nell'area identificata per il PAL sono rappresentate tutte le classi dell'indice di sensibilità, da aree "non soggette" ad "aree critiche". Si può in via preliminare osservare come siano predominanti le aree critiche che interessano l'area costiera e i versanti dei rilievi collinari pedemontani; le aree fragili si rinvengono, sempre nell'area pedemontana, nelle porzioni sommitali dei rilievi collinari.

L'indice di Sensibilità alla desertificazione ottenuto è un valore da considerarsi come indicazione generale, in quanto lo studio si basa su una cartografia regionale. Le successive analisi descritte in questo capitolo e nel capitolo successivo hanno consentito di elaborare i dati acquisiti relativamente al bacino del F. Foro a una scala di maggiore dettaglio e hanno portato a una verifica e taratura sul terreno delle diverse situazioni geologiche, geomorfologiche, climatiche, di uso del suolo e di gestione del territorio..

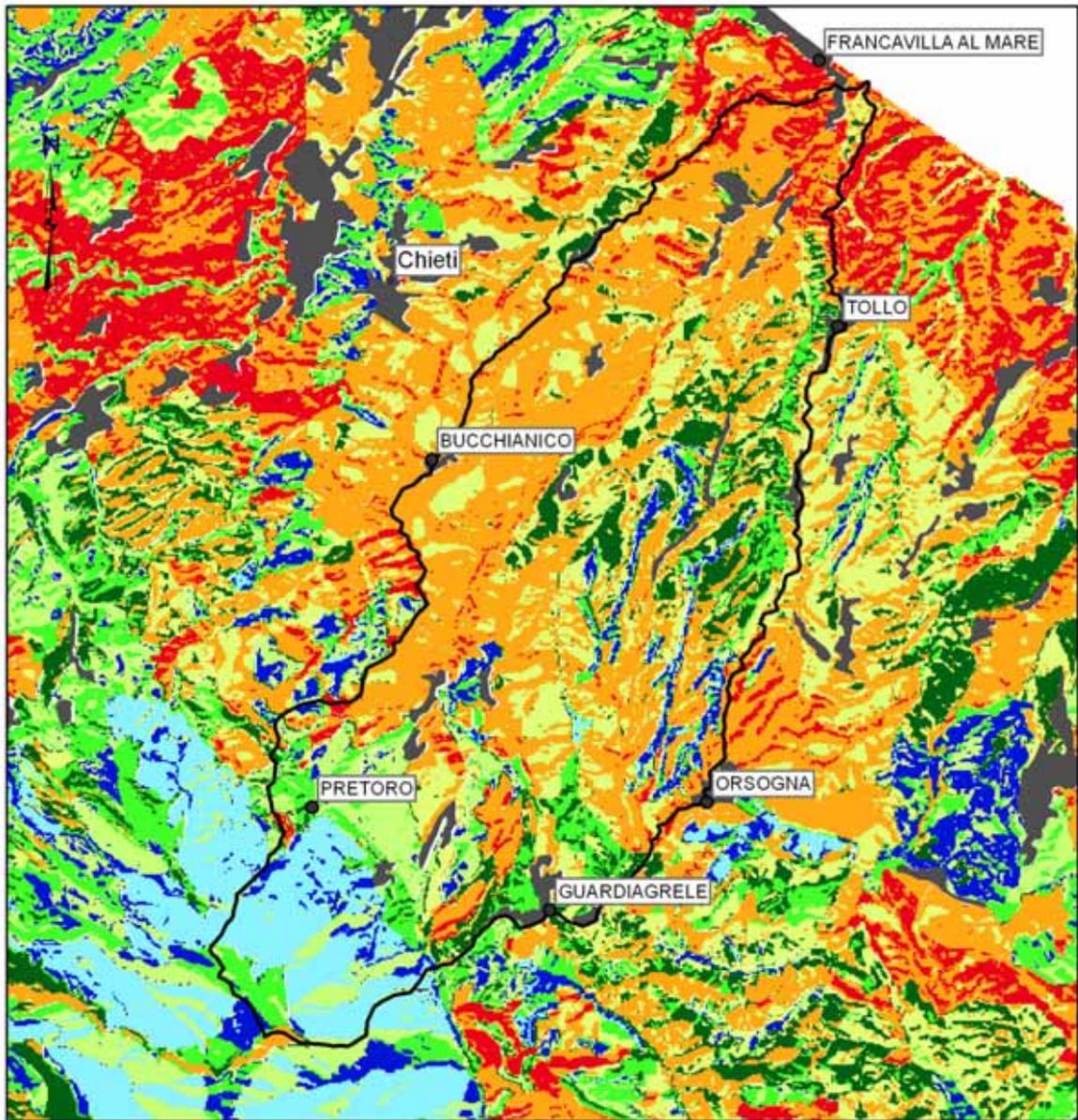


Fig 68 – Stralcio della Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione della Regione Abruzzo, relativa al territorio circostante il bacino idrografico del F. Foro.

5. ANALISI DI CAMPO

5.1. Introduzione

L'area del Fiume Foro, identificata per l'implementazione del Piano di Azione Locale, è stato oggetto di specifiche analisi di campo degli aspetti geologici, geomorfologici e della vegetazione, per meglio caratterizzare il territorio ed avere una conoscenza ed un riscontro sul metodo utilizzato per la determinazione delle aree sensibili alla desertificazione.

È stata realizzata, quindi, una scheda specifica che permette di descrivere e verificare gli elementi relativi agli indicatori di qualità considerati nello studio e di inquadrarli nelle caratteristiche generali del territorio.

La scheda è suddivisa in più parti. Nella prima parte il campo generalità comprende informazioni sull'ubicazione dei siti analizzati; la sezione dati altimetrici e morfometrici contiene i parametri caratteristici relativi al territorio; la geologia del substrato include le unità litologiche rinvenute con i loro elementi distintivi; nella geomorfologia si indicano le forme presenti nell'area. Nella seconda parte della scheda sono riportati gli indicatori di qualità relativi al suolo e alla vegetazione, nella parte sinistra i dati di base acquisiti nello studio preliminare delle carte tematiche mentre in destra le indicazioni fornite dall'analisi di campo. Nella terza parte vi è uno spazio specifico per i rilievi della vegetazione cui seguono le considerazioni conclusive relative anche al confronto tra l'indice ESAI calcolato e il riscontro dell'analisi di terreno. L'ultima parte della scheda prevede l'inserimento della carta topografica dell'area del sito per i rilievi geomorfologici e geologici ed eventualmente la relativa ortofotocarta; a queste sono associati schemi e/o profili della zona analizzata.

Lo studio della vegetazione reale della Val di Foro è attuato mediante una serie di rilievi fitosociologici in aree campione del territorio. Nell'indagine è stata rilevata innanzi tutto la flora, vale a dire il complesso delle singole piante individuate in questo territorio. Nei rilievi eseguiti a ciascuna specie individuata è assegnato un numero che indica la diffusione della specie stessa nell'area analizzata: 5 indica una copertura pressoché totale, 4 intorno all'80%, 3 intorno al 60%, 2 corrisponde al 40% e 1 al 20%, il + indica una presenza sporadica.

In realtà non si è voluto redigere un elenco di specie rinvenute, ma soprattutto di quelle più significative per il nostro studio, che, con la loro presenza e caratteristiche morfofunzionali intrinseche, potessero fornire informazioni circa i fattori ecologici del sito (clima, suolo, ecc.) ed anche sull'impatto antropico (pianta naturalizzata, introdotta, sfuggita a coltura, ecc).

Il raggruppamento delle varie specie a formare comunità vegetali offre ulteriori informazioni ecologiche sul territorio, in quanto queste rappresentano strumenti efficaci per la caratterizzazione degli habitat, la comprensione degli ecosistemi e la biodiversità del paesaggio.

Il mosaico degli habitat risulta inoltre fondamentale per comprendere le connessioni fra le varie componenti del paesaggio e sulle reti ecologiche che si possono costituire nel territorio favorendo la biopermeabilità delle specie animali e vegetali.

Nello studio si sono osservati anche i rapporti dinamici (sia nello spazio che nel tempo) che collegano le varie comunità vegetali, ed in particolare i rapporti fra vegetazioni di steppa ad *Arundo pliniana* con le formazioni a ginestra odorosa (*Spartium junceum*) ed anche come potrà evolvere un terreno dall'abbandono della coltivazione a post coltivo ed ex coltivo, con la subitanea penetrazione e colonizzazione di piante aridofile e termocsmopolite (soprattutto *Sorghum halepense*).

Le analisi di campo sono state realizzate in nove siti distribuiti in tutto il territorio della valle del F. Foro sia nella parte pedemontana, sia nella parte montana, in corrispondenza di rilievi collinare o sul fondovalle (Fig. 69).

Nei paragrafi che seguono sono riportati la scheda utilizzata per i rilievi di campo, i risultati relativi ai nove siti considerati più significativi tra quelli analizzati ed, infine, le considerazioni conclusive relative alle analisi di campo.

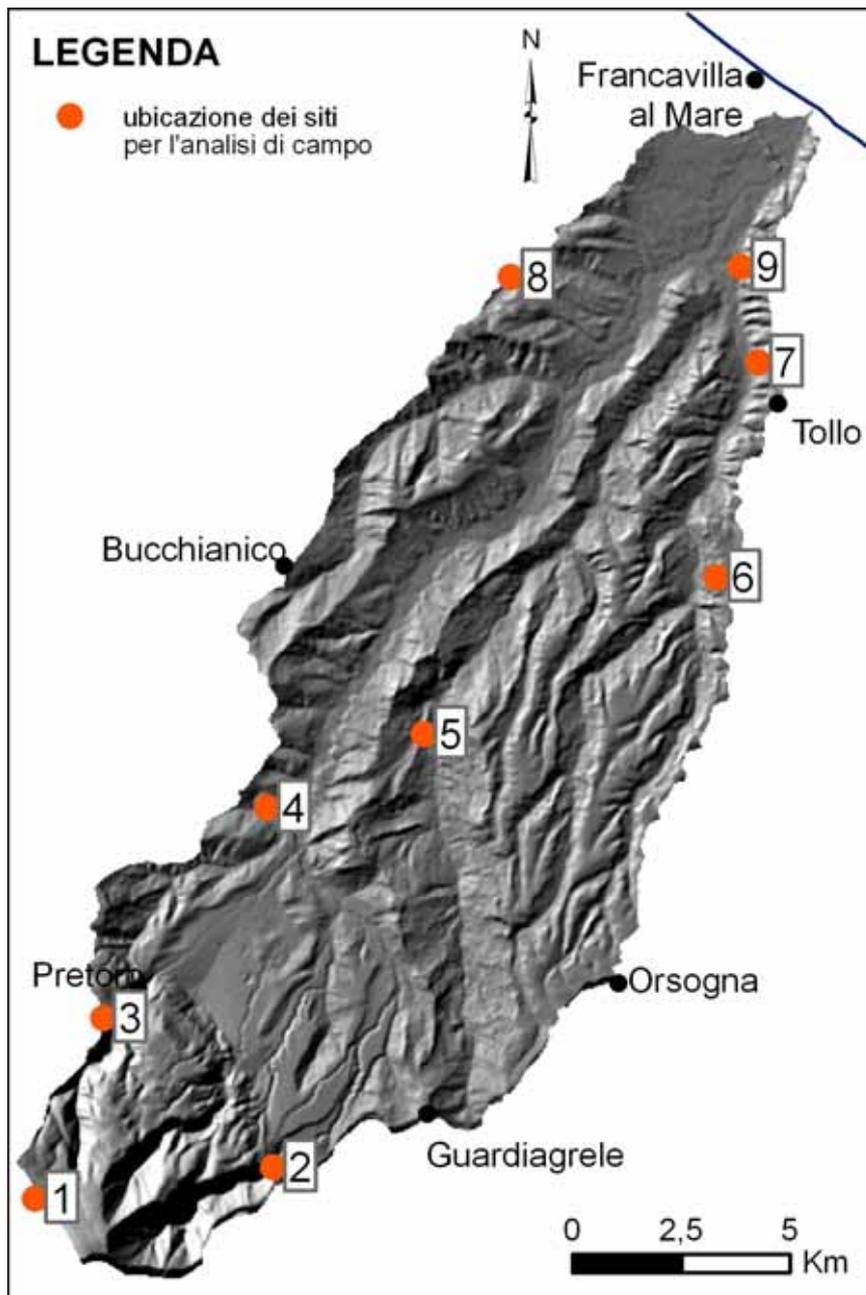


Figura 69 – distribuzione dei siti selezionati per le analisi di campo nel territorio della valle del F. Foro.

5.2. Scheda per l'analisi di terreno

| PAL Regione Abruzzo | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--------------------------|----------|--|---|-----------|---------------------------|----|----|---|--|
| Scheda per la verifica di terreno dei parametri e degli indici per l'analisi della sensibilità alla siccità e alla desertificazione | | | | | | | | | | | | |
| Sigla | | ID | | | | | | | | | | |
| GENERALITA' | | | | | | | | | | | | |
| Compilazione | | | | | Localizzazione | | | | | | | |
| a) Data | | | b) Regione | | | c) Provincia (sigla) | | | | | | |
| d) Compilatore | | | | | e) Comune | | | | | | | |
| f) Ente | | | | | g) Toponimo | | | | | | | |
| h) Carta (Tav. – Sez.) | | | | i) Scala | | | l) Numero | | | | | |
| DATI ALTIMETRICI E MORFOMETRICI | | | | | | | | | | | | |
| a) Quota minima (m) | | | b) Quota massima (m) | | | c) Esposizione | | d) Area (m ²) | | | | |
| e) Lunghezza massima (m) | | | f) Larghezza massima (m) | | | g) Pendenza (°) | | | | | | |
| GEOLOGIA DEL SUBSTRATO | | | | | | | | | | | | |
| a) <u>Unità 1</u> Descrizione | | | | | c) Stratificazione <i>a</i> (dir/incl/imm) | | | a1 | a2 | | | |
| | | | | | d) Discontinuità <i>b</i> (dir/incl/imm) | | | b1 | b2 | | | |
| b) <u>Unità 2</u> Descrizione | | | | | e) Discontinuità <i>c</i> (dir/incl/imm) | | | c1 | c2 | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | f) Tipo di roccia conglomerati arenarie sabbie argille limo marne carbonatiche altre rocce sedimentarie rocce effusive rocce intrusive e filoniane rocce metamorfiche | | 1 | 2 | g) Struttura massiva stratificata fissile fessurata fratturata scistosa vescicolare caotica porosa | | a1 | b1 | c1 | h) Spaziatura molto ampia (>2m) ampia (60cm-2m) moderata (20cm-60cm) fitta (6cm-20cm) molto fitta (<6cm) | |
| | | | | | | | | a2 | b2 | c2 | molto ampia (>2m) ampia (60cm-2m) moderata (20cm-60cm) fitta (6cm-20cm) molto fitta (<6cm) | |
| GEOMORFOLOGIA | | | | | | | | | | | | |
| Forme presenti: | | | | | | | | | | | | |

| SQI | | |
|--|---|-----------------------------|
| Dati acquisiti | Verifica di campagna | |
| <u>Roccia madre</u> conglomerati arenarie sabbie argille limo marne carbonatiche altre rocce sedimentarie rocce effusive rocce intrusive e filoniane rocce metamorfiche | conglomerati arenarie sabbie argille limo marne carbonatiche altre rocce sedimentarie rocce effusive rocce intrusive e filoniane rocce metamorfiche | |
| Dati acquisiti | Verifica di campagna | |
| <u>Tessitura</u> argilloso argilloso-limoso argilloso-sabbioso franco-limoso-argilloso franco argilloso franco sabbioso argilloso franco-limoso franco franco-sabbioso sabbioso-franco | argilloso argilloso-limoso argilloso-sabbioso franco-limoso-argilloso franco argilloso franco sabbioso argilloso franco-limoso franco franco-sabbioso sabbioso-franco | |
| <u>Pietrosità</u> elevata (>60%) moderata (20-60) scarsa (<2'%) | elevata (>60%) moderata (20-60) scarsa (<2'%) | |
| <u>Profondità del suolo</u> (cm) >75 30-75 15-30 <15 | >75 30-75 15-30 <15 | |
| <u>Drenaggio</u> buono imperfetto scarso | buono imperfetto scarso | |
| <u>Pendenza</u> <5 5-20 20-40 >40 | <5 5-20 20-40 >40 | |
| VQI | | |
| <u>Classi uso del suolo secondo CORINE</u> a) <i>Territori artificiali</i> Aree urbane Zone ind., comm. e reti di comunicaz. Zone estrattive, discariche, cantieri Zone verdi artificiali non agricole b) <i>Territori agricoli</i> Seminativi Colture permanenti Prati stabili Zone agricole eterogenee c) <i>Territori boscati e ambienti semi naturali</i> Zone boscate Zone caratterizzate da veg. arbustiva e/o erbacea Zone aperte con veg. rada o assente | <u>Uso del suolo</u> Uso suolo altro Uso suolo colture ortive Uso suolo colture cerealicole Uso suolo frutteti vigneti uliveti Uso suolo prato pascolo Uso suolo aree boscate Uso suolo aree cespugliate Uso suolo aree umide | <u>Verifica di campagna</u> |

ANALISI DELLA VEGETAZIONE

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

TOPOGRAFIA e/o ORTOFOTOCARTA DELL'AREA DEL SITO

SCHEMI E PROFILI

5.3. Risultati delle analisi di campo

5.3.1. Fonte Tettone (Pretoro)

GENERALITÀ. L'area è collocata nel territorio comunale di Pretoro, in località Fonte Tettone.

OROGRAFIA E MORFOMETRIA. Il sito è posto a una quota di 1660 m s.l.m. lungo un versante a debole pendenza (20-25%) con esposizione NE (Fig. 70).

IDROGRAFIA. L'idrografia superficiale è assente; anche in questo caso siamo in corrispondenza dello spartiacque del bacino del F. Foro che lo separa dal bacino del F. Pescara (Fosso Lavino, a NE).

GEOLOGIA. Alternanza di calcari micritici con noduli di selce e di calcareniti bioclastiche, in strati decimetrici; la giacitura degli strati è debolmente immergente a NNW. Sono presenti intercalazioni di livelli debolmente marnosi (Fig. 71).

GEOMORFOLOGIA. L'area è posta in corrispondenza di una sella che fa da spartiacque al bacino; i rilievi circostanti sono costituiti da superfici substrutturali con versanti concordanti con la stratificazione.

IDROGEOLOGIA. I depositi calcari presentano una buona permeabilità per fratturazione. Localmente la presenza di livelli marnosi più impermeabili favorisce la formazione di piccole falde idriche sospese e la formazione di piccole sorgenti.

USO DEL SUOLO. Prato pascolo.

VEGETAZIONE. Il rilievo è stato eseguito su un'area di circa 80 m² che presenta una copertura vegetale del 90%.

Risultato del rilievo:

Brachypodium rupestre 3
Festuca rubra ssp. juncea 2
Helictotrichon praetutianum 2
Cerastium arvense . ssp. suffruticosum 2
Stachys germanica 1
Trifolium pratense 1
Thymus longicaulis 1
Bromus erectus 1
Lotus corniculatus 1
Medicago lupulina 1.
Achillea millefolium 1
Plantago atrata 1
Rumex acetosa 1
Campanula scheuchzeri 1
Minuartia verna ssp. collina 1
Poa alpina 1

Satureja alpina +
Stachys alopecuroides +
Silene ciliata ssp. *graefferi* +
Hieracium pilosella +
Verbascum longifolium +
Cirsium tenoreanum (gr. *C. eriophorum*) +
Hippocrepis comosa +
Crocus vernus +
Geum urbanum +
Armeria majellensis +
Helianthemum nummularium ssp. *grandiflorum* +
Hypochaeris cretensis +
Dactylis glomerata +
Geranium molle +
Bunium petraeum +
Veronica chamaedrys +
Satureja vulgaris +
Veronica teucrium +
Asperula cynanchica +

I pascoli di Fonte Tettoni sono pascoli montani aridi, prevalentemente Festuco-Trifoglieti. Sono infatti rilevabili specie (ottime per il pascolo) quali *Festuca rubra*, *Helictotrichon praetutianum*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Plantago atrata*, *Poa alpina*, *Hippocrepis comosa*.

Vi sono poi numerosi elementi nitrofilo per il permanere delle greggi di pecore, quali *Geranium molle*, *Verbascum longifolium*, *Cirsium tenoreanum*, *Stachys alopecuroides*, *Stachys germanica*, *Achillea millefolium* (Fig. 72).

Nei pascoli si aprono ampie chiazze di Brachipodio rupestre (*Brachypodium rupestre*), che si espande sempre più a scapito delle buone erbe tabulari, rendendo i pascoli meno appetiti alle mandrie ovine e bovine, e più favorevoli a cavalli e muli, che con il loro tipico brucare a morsi, mostrano predilezione per questa tenace e dura graminacea (Fig. 73).

In alcuni tratti dei pascoli di Fonte Tettoni, dove più a lungo è sostata la mandria, si ha una inconfondibile facies nitrofila, con presenza di piante urticanti e spinose, talvolta anche tossiche, e comunque rifiutate dal bestiame.

Un secondo rilievo è stato eseguito, non lungi dalla fontana–abbeveratoio di Fonte Tettoni (1660 m), su una superficie rilevata di 100 m² con una copertura vegetale del 100% (Fig. 74).

Risultato del rilievo:

Capsella bursa-pastoris 3
Chenopodium bonus-henricus 2
Poa trivialis 2
Festuca arundinacea 2
Urtica dioica 2

Cirsium tenoreanum 2
Taraxacum officinale 1
Agropyron repens 1
Dactylis glomerata 1
Geranium molle +
Achillea millefolium +
Verbascum longifolium +
Stachys germanica +

L'habitat pascoli aridi di Fonte Tettoni evidenzia numerose specie aridofile, adattate alla situazione climatica e pedologica di questo settore della Maiella.

Il confronto con rilievi effettuati in queste stesse praterie intorno agli anni 1970 (inediti) non evidenzia particolari situazioni di aridità, accentuatesi negli ultimi decenni.

SENSIBILITÀ ALLA DESERTIFICAZIONE (INDICE ESA CALCOLATO). Fragile.

CONCLUSIONI. Il risultato dei rilievi geologici, geomorfologici e della vegetazione mette in evidenza elementi che confermano la fragilità di questa porzioni di territorio relativamente alla desertificazione. Teli elementi sono legati non alle caratteristiche fisiche e vegetazionali, ma più propriamente all'eccessivo sfruttamento del territorio per uso pascolo, che mostra già chiare evidenze di degradazione del suolo e della sua copertura vegetale.



Figura 70 – Loc. Fonte Tettone (Pretoro). Pascoli degradati per eccessiva nitrofilia da sovrapascolo che rende tali habitat successivamente evitati dal bestiame per i prevalere di specie rifiutate.

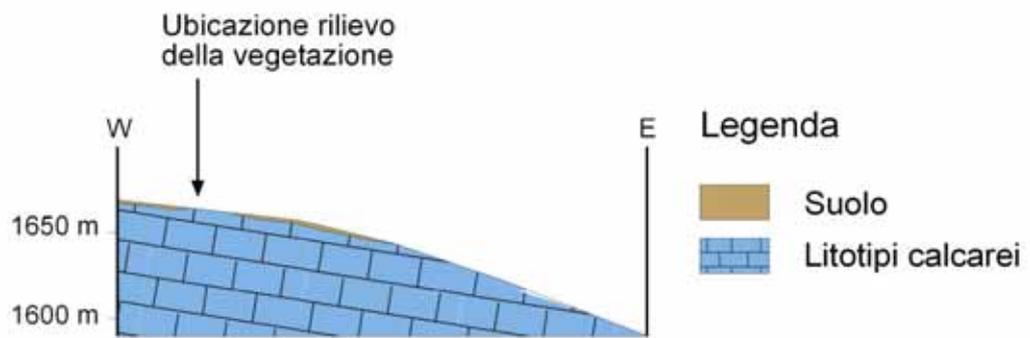


Figura 71 – Profilo geologico dell'area.



Figura 72 - Loc. Fonte Tettone. Pascoli con chiazze di brachipodio rupestre, specie più pioniera e termofila che soppianta la vegetazione dei trifoglieti-festuceti che si affermano nelle vallette nivali.



Figura 73 – Loc. Maielletta. Pascoli a circa 1900 m s.l.m. con piante relitte di Pino mugo in una vegetazione di brachipodieta rupestre. In questo habitat si rinvergono numerose entità endemiche, rare per la flora appenninica, quali Gentiana dinarica, Dianthus monspessulanus, Pulsatilla alpina, Hypericum richeri ed altre considerate in pericolo di estinzione o rarefazione per l'avanzare della desertificazione nel piano subalpino.



Figura 74 - Loc. Fonte Tettone. La fascia dei faggeti secondo studi tenderebbe a scomparire per un aumento termico di 1,5°C essendo favorito il piano collinare con le vegetazioni erbacee xerofile. In primo piano pascoli nitrofilo di Fonte Tettoni (circa 1700 m s.l.m.).

5.3.2. Bocca di Valle (Guardiagrele)

GENERALITÀ. La zona presa in considerazione è posta nel territorio comunale di Guardiagrele, situata ad W del centro abitato principale, nei pressi di Bocca di Valle.

OROGRAFIA E MORFOMETRIA. Il sito è ubicato ad una quota compresa tra 650 m e 700 m s.l.m., su un versante a pendenza elevata (oltre 60%) ed esposizione verso ENE, in corrispondenza dello sbocco della profonda incisione di Bocca di Valle (Fig. 75).

IDROGRAFIA. Poco a sud del sito di analisi si ha lo sbocco della incisione di Bocca di Valle a decorso SW-NE, interessata da un deflusso superficiale stagionale legata allo scioglimenti del manto nevoso nel periodo primaverile.

GEOLOGIA. Alternanza di calcareniti bioclastiche e calcari micritici, in strati da decimetrici a metrici; sono disposti con giacitura a direzione NNW-SSE inclinati a NE di oltre 45° (Fig. 76).

GEOMORFOLOGIA. Il sito di analisi è ubicato in corrispondenza di un versante strutturale pressochè coincidente con la superficie degli strati. Lungo l'incisione di Bocca di Valle è presente una profonda forra impostata in litotipi calcarei, i cui versanti sono caratterizzati da creste e da scarpate a influenza strutturale legati i litotipi calcarei stratificati.

IDROGEOLOGIA. I litotipi calcarei presentano una buona permeabilità dovuta a fratturazione e favoriscono l'infiltrazione delle acque di precipitazione. In corrispondenza della base del versante al passaggio con settore pedemontano le condizioni idrogeologiche cambiano bruscamente; i litotipi calcarei sono in contatto con i litotipi argilloso-sabbiosi impermeabili e su di essi sono in appoggio i depositi ghiaioso-sabbiosi dei conoidi alluvionali moderatamente permeabili.

USO DEL SUOLO. Incolto.

VEGETAZIONE. L'area si presenta con pascoli aridi con pietre affioranti in prossimità del Sacrario di Andrea Bafile a Bocca di Valle di Guardiagrele; la superficie è di circa 50 m² con una copertura vegetale del 80%.

Risultato del rilievo:

Sesleria nitida 2
**Cistus creticus* 2
Centaurium erythraea +
Eryngium amethystinum +
Anthemis tintoria +
**Teucrium polium* +
Dianthus caryophyllus +
**Euphorbia characias* 1
**Sedum rupestre* +
Asperula cynanchica +
Asperula purpurea +

**Satureja calamintha* +
**Cytisus villosus* l
Bromus erectus l
Daucus carota +
Hyppocrepis comosa +
**Fumana procumbens* +
**Teucrium chamaedrys* +
**Hyppocrepis emerus ssp.emeroides* l
**Cytisophyllum sessilifolium* +
Anthyllis vulneraria ssp.maura +
**Helianthemum apenninum* +
**Micrometria juliana* +
Laserpitium siler +var.*siculum*
**Globularia cordifolia* +
**Sedum rupestre* +
Seseli montanum +

Nota: Nel rilievo l'asterisco(*) indica le piante arbustive.

La composizione floristica evidenzia un habitat di gariga mediterranea con piante adattate su terreni carbonatici ad elevata pietrosità. Prevalgono le camefite (piccoli arbusti), circa il 58%, a scapito delle piante erbacee perenni (emicrittofite). La situazione ecologica favorisce l'impianto di un mosaico in cui gli arbusti sono inseriti in una matrice di pascolo arido a *Sesleria nitida* ed a *Bromo eretto*.

Alcune entità sono di provenienza dai boschi circostanti (Querceti aridofili ed Ostrieti) quali *Hyppocrepis emerus ssp. emeroides*, *Cytisophyllum sessilifolium*, *Cytisus villosus*, specie di sottobosco aperto ed eliofilo o di radura assolata, altre sono proprie delle praterie aridofile e termofile (Xerobrometi).

Euphorbia characias, *Sedum rupestre*, *Helianthemum apenninum*, *Globularia cordifolia* sono piante dei suoli con abbondante pietrosità a substrato calcareo e sono adattate a situazioni di più o meno accentuato stress da aridità .

Anche per questa località, pertanto si riconferma la presenza massiccia di piante termofile e xerofile, che caratterizzano il paesaggio dei versanti pietrosi e dei pascoli delle zone dell'alta Val di Foro.

SENSIBILITÀ ALLA DESERTIFICAZIONE (INDICE ESA CALCOLATO). Potenziale.

CONCLUSIONI. Le analisi di campo condotte nell'area di Bocca di valle mostrano come anche in settori caratterizzati da un ESA calcolato potenziale, si riscontrano nella vegetazione evidenze legate a stress da aridità. Ciò è legato sicuramente alle condizioni naturali del substrato geologico di natura calcarea e ai relativi suoli con modesto spessore e elevata pietrosità. A questo sembra aggiungersi anche il contributo dello stress da aridità, data la presenza massiccia di piante termofile e xerofile.



Figura 75 – Loc. Bocca di Valle (Guardigrele). Area in cui è stato effettuato il rilevamento.

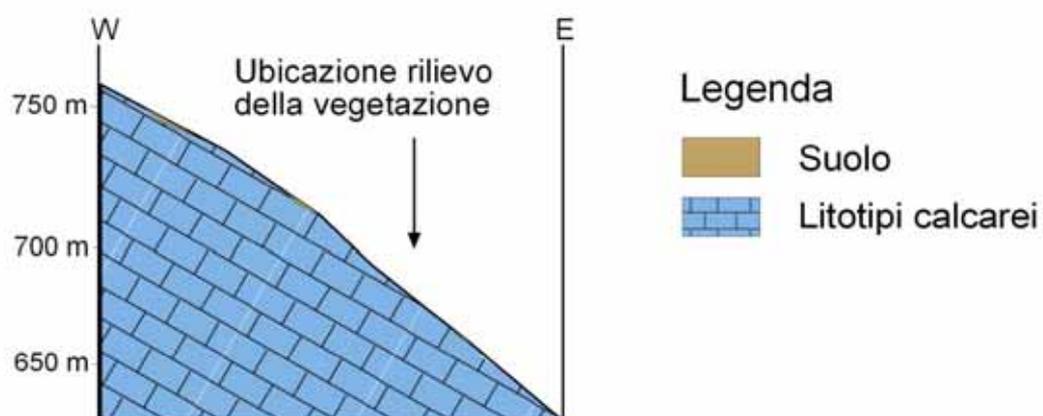


Figura 76 – Profilo geologico dell'area.

5.3.3. Colle Tondo (Pretoro)

GENERALITÀ. La zona in analisi è all'interno del Comune di Pretoro, in località Colle Tondo.

OROGRAFIA E MORFOMETRIA. L'area è collocata ad una quota compresa tra i 770 m e 800 m s.l.m., ha una superficie sub pianeggiante, l'esposizione è verso E.

IDROGRAFIA. L'idrografia superficiale è assente; siamo in corrispondenza dello spartiacque tra bacino del F. Foro e bacino del F. Alento (a nord). A nord e a sud del colle sono presenti incisioni che confluiscono rispettivamente nel F. Alento e nel F. Foro, ma le acque vi scorrono solo per brevi periodi dell'anno.

GEOLOGIA. Alternanza di calcari micritici con noduli di selce e di calcareniti bioclastiche a macroforaminiferi, in strati decimetrici; la giacitura degli strati è immergente a NE di 20-25°. La litologia del substrato è coperta da un modestissimo spessore di suolo.

GEOMORFOLOGIA. L'area posta in corrispondenza dello spartiacque del bacino del F. Foro è caratterizzata verso NE da un versante di strato o substrutturale (Fig. 77).

IDROGEOLOGIA. I litotipi calcarei presentano una buona permeabilità per fratturazione.

USO DEL SUOLO. Prato pascolo.

VEGETAZIONE. Il rilievo effettuato evidenzia nell'area un pascolo arido del tipo xerobrometo, discontinuo per la presenza del substrato calcareo affiorante. Presenta una copertura vegetazionale del 90% su una superficie rilevata 80 m² (Fig. 78)

Risultato del rilievo:

Piante erbacee

Bromus erectus 3

Festuca circummediterranea 2

Phleum ambiguum 2

Brachypodium rupestre 1

Eryngium amethystinum 1

Briza media +

Plantago lanceolata +

Linaria purpurea +

Dactylis glomerata +

Anthyllis vulneraria subsp. maura +

Scabiosa columbaria +

Daucus carota +

Centaurea deusta +

Carduus chrysacanthus +

Briza media +

Asperula cynanchica +

Linum bienne +

Leontodon hispidus +

Inula montana +

Odontites lutea +

Asperula purpurea +

Ononis pusilla +

Hyppocrepis comosa +
Rhinanthus alectorolophus +
Sanguisorba minor +

Piante camefitiche (piccoli arbusti o erbacee con base lignificata)

Galium lucidum 2
Teucrium polium 1
Teucrium chamaedrys +
Helianthemum apenninum +
Globularia vulgaris +
Sedum rupestre +
Origanum vulgare +
Satureja nepeta +
Fumana procumbens +

Il rilievo evidenzia una rimarchevole ricchezza floristica (35 specie) rispetto a quella rilevata negli ambienti argilloso-arenacei della bassa e media Val di Foro (mediamente 6-7 specie). Ciò va imputato alle caratteristiche pedologiche del substrato carbonatico dove è noto che si registra un più elevato numero di specie.

Nel rilievo si riscontrano non poche piante aridofile ad habitus xerofilo e con foglie sottili ed arrotolate per resistere all'aridità. Fra esse *Festuca circummediterranea*, *Phleum ambiguum* o con foglie con superficie molto ridotta (microfilliche) *Odontites lutea*, *Fumana procumbens*, *Linum bienne*, *Asperula cynanchica*, o ricoperte da peli protettivi *Inula montana*, *Leontodon hispidus*, *Centaurea deusta*, *Origanum vulgare*, *Teucrium polium*, ovvero ricoperte da strati cerosi protettivi dalla eccessiva perdita di acqua *Hyppocrepis comosa*, *Globularia vulgaris*, *Galium lucidum*, *Eryngium amethystinum*, *Phleum ambiguum*, *Sedum rupestre* (Fig. 79).

Le piante, pertanto, in queste praterie assolate e idrovore, evidenziano numerosi adattamenti per resistere all'aridità climatica e pedologica, il che le rende ammirevoli e nobili non solo per la variegata composizione cromatica, ma soprattutto per i meccanismi messi in atto per sopravvivere a tale ambiente di stress termico ed idrico.

Per la netta impronta xerica tali pascoli possono essere indicati come "parasteppe centroappenniche" essendo caratterizzate da molti elementi mediterranei terofitici e da piccole camefite *Globularia vulgaris*, *Origanum vulgare*, *Satureja nepeta*, *Fumana procumbens*, *Teucrium polium*, *Teucrium chamaedrys*, *Helianthemum apenninum*. La vegetazione si può ascrivere all'alleanza fitosociologica *Phleion ambigui - Bromion erecti* (*Festuco-Brometea*, *Brometalia erecti*), caratteristica dell'Appennino centrale e verosimilmente all'associazione *Asperulo purpureae-Brometum erecti*, anche se si riscontrano elementi di altre associazioni *Brizo mediae-Brometum erecti*; *Saturejo montanae-Brometum erecti*).

SENSIBILITÀ ALLA DESERTIFICAZIONE (INDICE ESA CALCOLATO). Critica.

CONCLUSIONI. L'osservazione di campo conferma la sensibilità critica dell'area, dovuta sia alle caratteristiche geologiche, sia agli indicatori vegetali.

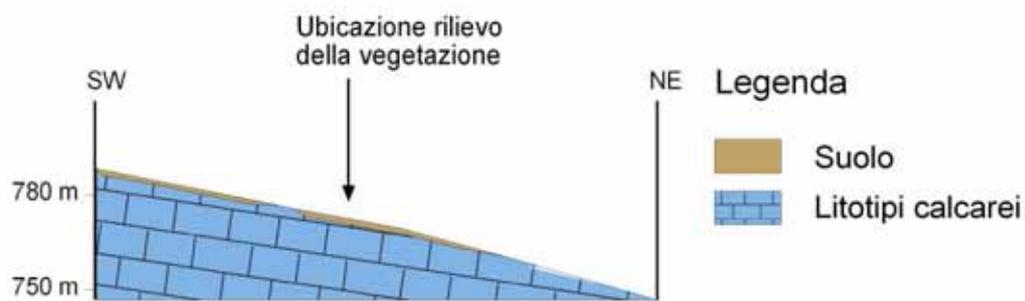


Figura 77 – Profilo geologico dell'area.



Figura 78 – Pascolo arido di Pretoro



Figura 79 - *Sedum rupestre* ed altre specie xerofile.

5.3.4. Fara Filiorum Petri

GENERALITÀ. La zona in esame si trova nel territorio comunale di Fara Filiorum Petri, lungo la strada provinciale n°30.

OROGRAFIA E MORFOMETRIA. L'area è ubicata ad una quota compresa tra i 275 m ed i 300 m s.l.m., su un versante con pendenza di circa 25% (Fig. 80).

IDROGRAFIA. Il sito è collocato in sinistra idrografica del Fiume Foro, in prossimità dello spartiacque tra il bacino del Foro e il bacino del Fiume Alento.

GEOLOGIA. La litologia del substrato è formata da argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi (litotipi argilloso-sabbiosi) (Fig. 81).

GEOMORFOLOGIA. Il versante è coperto da una coltre eluvio-colluviale di spessore variabile.

IDROGEOLOGIA. Le caratteristiche geologiche sopra descritte indicano che il terreno ha un grado di permeabilità basso; solo nella coltre eluvio-colluviale si può avere una permeabilità variabile.

USO DEL SUOLO. Uliveto.

VEGETAZIONE. Il rilievo della vegetazione è stato eseguito nelle aree marginali di un uliveto di recente impianto, su una superficie di circa 100 m² con una pendenza di circa 25% e una copertura vegetale del 100%.

Risultato del rilievo:

Arundo pliniana 4
Brachypodium sylvaticum 1
Dactylis glomerata 1
Picris heracioides 1
Daucus carota 1
Lotus hornithopodioides 1
Triforium campestre 1
Conyza bonariensis 1
Hypericum perforatum +
Avena fatua +
Platago flagiolata +
Centaurea Scabiosa +
Senecio vulgaris +
Cirsium vulgare +
Bromus squarrosus +
Lapsana comunis +
Psolarea pituminosa +
Linum strictum +
Festuca arundinace +
Anthemis tigtoria +

Si tratta di un'area lasciata incolta da molti anni in evidenza la penetrazione di piante rudero segetali e di pascolo arido, che accompagnano la canna pliniana che riafferma nettamente

coprendo fino all'80% della superficie rilevata. I canneti ad *Arundo pliniana*, come in questo caso, si riscontrano in numerose aree del territorio della Val di Foro al margine dei campi e comunque in aree non più soggette a coltura. Tale vegetazione è potenzialmente preda di incendio essendo costituita prevalentemente da piante erbacee perenni che producono una grande quantità di fogliame.

SENSIBILITÀ ALLA DESERTIFICAZIONE (INDICE ESA CALCOLATO). Critica.

CONCLUSIONI. La criticità dell'area ottenuta dalla metodologia ESA si riscontra chiaramente nel tipo di vegetazione aridifila presente nell'area.



Figura 80 – Loc. Fara Filiuorum Petri. Panoramica dell'area in cui sono stati eseguiti i rilievi di terreno.



Figura 81 – Profilo geologico dell'area.

5.3.5. Fosso dell'Inferno, Semivicoli (Casanditella)

GENERALITÀ. La zona in esame si trova nel Comune di Casacanditella, a N del centro abitato principale, in corrispondenza del Fosso dell'Inferno nei pressi di Semivicoli.

OROGRAFIA E MORFOMETRIA. L'area è situata su un crinale stretto e affilato, a direzione NNE-SSW compreso tra il Fosso dell'Inferno a W e il T. Dentolo a E. La quota è compresa tra 180 m e 220 m s.l.m.; la pendenza raggiunge l'80-100% nel versante occidentale e il 40-50% nel versante orientale del crinale (Fig. 82).

IDROGRAFIA. L'area è costituita da un crinale che separa il corso d'acqua del T. Dentolo dall'incisione secondaria del Fosso dell'Inferno.

GEOLOGIA. Il crinale è impostato in litotipi argilloso-sabbiosi costituiti da argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate, con rari livelli sabbiosi sottili (Fig. 83).

GEOMORFOLOGIA. Il versante occidentale del crinale è interessato da fenomeni franosi per scorrimento e complessi e da fenomeni di ruscellamento diffuso e concentrato. Questi elementi determinano una evidente perdita e degradazione del suolo (Fig. 82).

IDROGEOLOGIA. I litotipi afforanti sono caratterizzati da una permeabilità bassa.

USO DEL SUOLO. L'area è interessata da arbusteti e da modesti areali di bosco a roverella (Fig. 84).

VEGETAZIONE. L'area presenta una copertura vegetale del 100%; la superficie rilevata è di 100 m².

Risultato del rilievo:

Arundo pliniana 3
Psoralea bituminosa 2
Quercus pubescens (plantula) 1
Dorycnium pentaphyllum +
Ulmus minor +
Coronilla emerus emeroides +
Hedysarum coronarium +
Linum strictum +
Aegylops geniculata +

Il rilievo evidenzia una situazione dinamica che tende ad evolvere verso il querceto xerofilo a Roverella circostante. Sono infatti presenti plantule di questa specie ed ancora la coronilla (tipica dei querceti). L'habitat è tuttavia caratterizzato dalla netta dominanza dei densi canneti aridofili ad *Arundo pliniana* che con le rare specie compagne (*Psoralea*, *Dorycnium*, *Linum*, *Aegylops*) confermano l'esistenza di un ambiente fortemente aridofilo e termofilo (Fig. 85). Si rinviene, inoltre la barbabetola selvatica (*Beta vulgaris* ssp. *Maritima*, Fig. 86) tipica delle aree calanchive in suoli alonitrofilo (nella Val di Foro è presente in modo sporadico).

INDICE ESA CALCOLATO. Critica.

CONCLUSIONI. La criticità del sito risultante dalle elaborazioni della metodologia ESA è chiaramente confermata anche in questo sito sia dagli aspetti geomorfologici (frane, ruscellamento diffuso e concentrato), sia dagli aspetti vegetazionali che confermano l'esistenza di un ambiente fortemente aridofilo e termofilo.



Figura 82 – Loc. Semivicoli (Casacanditella). Panoramica dell'area in esame; si osserva il crinale argilloso e il versante W interessato da una corona di frana alla sommità e da un corpo di frana nella parte bassa.

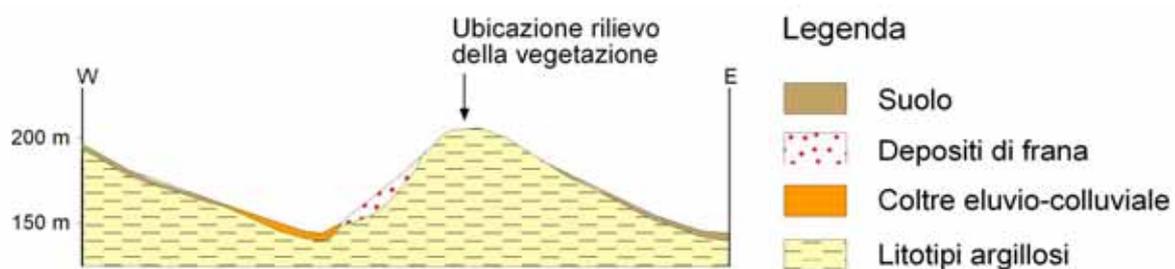


Figura 83 – Profilo geologico.



Figura 84 – Loc. Semivicoli (Casacanditella). Rilievo in ambiente di Arundinetum plinianae al margine di un bosco a roverella.



Figura 85 – Loc. Semivicoli (Casacanditella). Particolare del canneto xerofilo ad cannuccia di Mauritania (Arundo pliniana).



Figura 86 – Loc. Semivicoli (Casacanditella). La barbabietola selvatica (Beta vulgaris ssp. maritima) si rinviene in ambiente calanchifero in suoli alonitrofili. Nella Val di Foro è presente in modo sporadico.

5.3.6. Canosa Sannita

GENERALITÀ. Il sito in esame è collocato nel Comune di Canosa Sannita, situato a N dell'area urbana principale.

OROGRAFIA E MORFOMETRIA. L'area è collocata ad una quota compresa tra 165 m e 180 m s.l.m., su una scarpata fortemente acclive con pendenza oltre il 100% ed esposizione verso W (Fig. 87).

IDROGRAFIA. L'idrografia superficiale è scarsamente rappresentata; sono presenti incisioni e fossi con andamento E-W, che confluiscono nel Torrente Venna Moggio.

GEOLOGIA. Nella zona in esame sono presenti principalmente tre litotipi sovrapposti uno all'altro in contatto stratigrafico e in giacitura suborizzontale. Nella parte bassa del versante argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi. Nella parte mediana del versante sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati. La parte superiore è costituita da argille e limi grigio-verdastri di ambiente lagunare o di stagno costiero incisi da corpi ghiaiosi canalizzati. Nella parte bassa del versante il substrato è coperto da depositi di frana (Fig. 88).

GEOMORFOLOGIA. Nella parte alta del versante è presente un'orlo di scarpata a influenza strutturale in corrispondenza dei litotipi arenaceo-conglomeratici, in appoggio sui litotipi argilloso-sabbiosi. Lungo il versante sono presenti fenomeni franosi e di ruscellamento concentrato, particolarmente evidenti anche nella parte bassa del versante nelle aree coltivate.

IDROGEOLOGIA. I litotipi descritti hanno una permeabilità molto eterogenea; dal basso verso l'alto: i litotipi argilloso-sabbiosi hanno permeabilità bassa; i litotipi arenaceo-conglomeratici hanno permeabilità moderatamente elevata; i litotipi argilloso-limosi sovrastanti hanno permeabilità da bassa a moderata. Ciò determina la possibilità di avere piccole falde locali sospese nei litotipi arenaceo-conglomeratici.

USO DEL SUOLO. Incolto nelle zone a forte pendenza, vigneti nelle zone meno acclive.

VEGETAZIONE. Il rilievo è stato eseguito su un'area di circa 60 m² e presenta una copertura vegetale del 90%.

Risultato del rilievo:

Ampelodesmos mauritanicus 4

Cistus creticus 1

Teuclium polium 1

Hypericum perforatum 1

Yunipirus oxcedrus 1

Satureja vulgaris +

Silene vulgaris +

Satureja juliana +

Arundo pliniana l
Ononis pusilla +
Dactylis glomerata +
Reichardia picroides +
Hypericum perforatum +
Avena fatua +
Centaurea scabiosa +
Psolarea pituminosa +
Linum strictum +

Questa vegetazione ad ampelodesma (*Ampelodesmos mauritanicus*) si caratterizza per la penetrazione di numerosi arbusti di labiate e del ginepro comune. La presenza della cannuccia pliniana (*Arundo pliniana*) determina una fitocenosi potenzialmente facile esca d'incendi.

Oltre che in questa area folti nuclei con prevalenza di canna di plinio si rinvencono anche nel territorio di Ari in località S. Pietro. Questa zona sono inoltre individuati vasti nuclei di sorgo di aleppo (*Sorghum halepense*) che prontamente si insediano in strade ed incolti (Figg. 89, 90).

SENSIBILITÀ ALLA DESERTIFICAZIONE (INDICE ESA CALCOLATO). Fragile.

CONCLUSIONI. La fragilità dell'area in relazione alla desertificazione è confermata dagli aspetti geomorfologici e dalla vegetazione. I primi mettono in luce evidenti fenomeni di perdita e degradazione del suolo, i secondi la presenza di piante aridofile e facilmente soggette ad incendio.



Figura 87 – Loc. Canosa Sannita. Panoramica dell'area in esame.

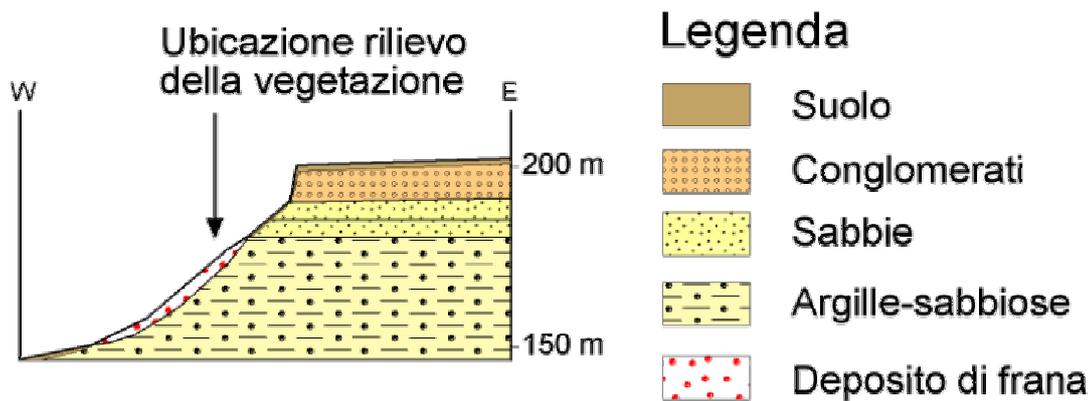


Figura 88 – Profilo geologico dell'area.



Figura 89 – Loc. Ari. Raggruppamento di sorgo di aleppo (*Sorghum halepense*) su un mucchio di terra presso S Pietro di Ari.



Figura 90 - Loc. Ari. Particolare dell'inflorescenza del sorgo di aleppo, avventizia termocsmopolita di origine medio orientale.

5.3.7. Località Vaccareccia (Tollo)

GENERALITÀ. La zona esaminata si trova all'interno del territorio comunale di Tollo, rispetto al centro abitato è situata a NNW, in località Vaccareccia.

OROGRAFIA E MORFOMETRIA. Si trova ad una quota di 168 m s.l.m. ed ha un'esposizione verso W; la pendenza è del 15-30% (Fig. 91).

IDROGRAFIA. In prossimità del sito sono presenti incisioni e fossi con direzione circa E-W, che confluiscono nel Torrente Venna.

GEOLOGIA. La litologia del substrato è costituita da sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, in prevalenza calcarei o silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono stratificati, hanno una giacitura sub-orizzontale o con immersione di pochi gradi verso NE. Poggiano su litotipi argilloso o argilloso sabbiosi. Le litologie del substrato sono coperte da una coltre eluvio-colluviale di spessore variabile (Fig. 92).

GEOMORFOLOGIA. L'area è collocata in destra idrografica del Torrente Venna, in corrispondenza di un orlo di scarpata a influenza strutturale impostata su litotipi sabbioso-arenacei; nell'area sono presenti fenomeni di soliflusso che interessano la coltre eluvio-colluviale superficiale e fenomeni di riscellamento diffuso sul substrato.

IDROGEOLOGIA. I litotipi descritti hanno buona permeabilità per quanto riguarda le sabbie, mentre per le argille o argille-sabbiose sono poco permeabili.

USO DEL SUOLO. Incolto.

VEGETAZIONE. È stato eseguito un rilievo dalle vegetazione su un'area di circa 100 m² che presenta una copertura vegetazionale 100%.

Risultato del rilievo:

Ampelodesmos mauritanicus 4

Arundo pliniana 1

Spartium junceum 1

Psoralea bituminosa +

Dorycnium hirsutum +

Brachypodium dystachium +

Bromus ma-dritensis +

Avena barbata +

Linum strictum +

Il sito rilevato evidenzia il netto prevalere dell'*Ampelodesma* (*Ampelodesmos mauritanicus*) a cui si associa la canna pliniana (*Arundo pliniana*). È interessante rilevare la penetrazione nella fitocenosi della ginestra odorosa. Essa indica uno stadio dinamico della vegetazione meno pioniero ed un suolo più stabile. Si osserva infine che tale fitocenosi è potenzialmente

facile esca degli incendi per la presenza di una densa massa erbacea consistente e facilmente essiccabile al suolo (Fig. 93).

SENSIBILITÀ ALLA DESERTIFICAZIONE (INDICE ESA CALCOLATO). Critica.

CONCLUSIONI. Le caratteristiche riscontrate nell'analisi di campo ha confermato la criticità dell'area relativamente alla sensibilità alla desertificazione. Ciò è confermato sia dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del terreno e sia alla presenza di vegetazione aridofila.



Figura 91 – Loc. Vaccareccia (Tollo). Panoramica dell'area in cui sono stati eseguiti i rilievi di terreno.

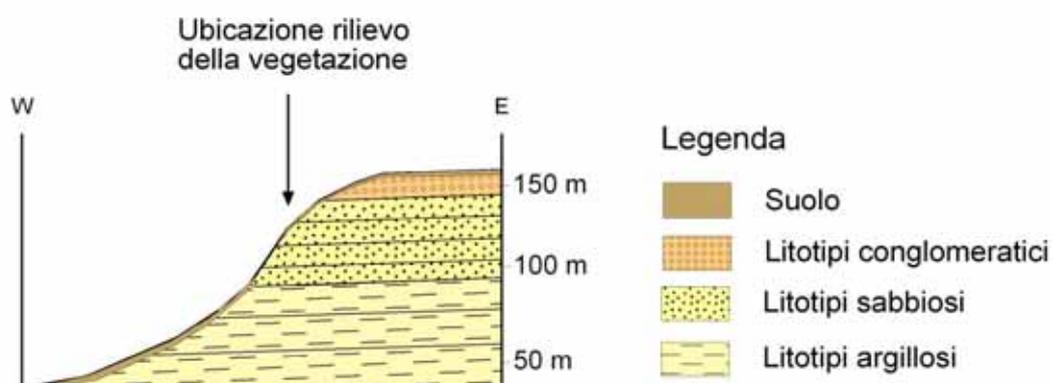


Figura 92 – Profilo geologico dell'area.



Figura 93 – Ampelodesmeto (*Ampelodesmos mauritanicus*) nel territorio di Tollo.

5.3.8. Conicella (Ripa Teatina)

GENERALITÀ. L'area in esame si trova nel territorio comunale di Ripa Teatina, a NE del centro abitato principale presso Conicella (Fig. 94).

OROGRAFIA E MORFOMETRIA. Si trova ad una quota compresa tra i 170 m e 140 m s.l.m., esposizione verso SE ed una pendenza del 70%.

IDROGRAFIA. Siamo in corrispondenza dello spartiacque tra bacino idrografico del F. Foro e del F. Alento. L'idrografia superficiale è mal definita e legata essenzialmente a ruscellamento diffuso o condizionato dall'attività antropica (strade, muridi contenimento).

GEOLOGIA. Il versante è caratterizzato dalla presenza di due litotipi in contatto stratigrafico con giacitura suborizzontale. Nella parte bassa del versante affiorano argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi (litotipi argilloso-sabbiosi). Nella parte alta affiorano alternanze di sabbie e sabbie siltose di colore giallo, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate (litotipi sabbiosi) (Fig. 95).

GEOMORFOLOGIA. L'area si trova molto prossima alla linea di spartiacque con il bacino del Fiume Alento, la linea del crinale ha un andamento NE-SW. In corrispondenza del sito di rilevamento si ha un orlo di scarpata a influenza strutturale impostato sui litotipi arenacei.

IDROGEOLOGIA. Le sabbie presenti nella parte superiore hanno una buona permeabilità mentre le argille e argille siltose sottostanti presentano una scarsa permeabilità.

USO DEL SUOLO. Incolto.

VEGETAZIONE. L'area presenta una copertura vegetazionale del 80%, la superficie rilevata è di 60 m².

Risultato del rilievo:

Arundo pliana 3
Osyris alba 1
Opuntia ficus indica 1
Avena fatua +
Conyza bonariense +
Sorghum halepense +
Reichardia picroides +
Lactuca perennis +

Nella località si osserva la netta dominanza della canna pliana (*Arundo pliniana*) frammista a individui di *Osyris alba*, elemento caratteristico della macchia mediterranea (Fig. 96); altra specie di antica introduzione è il fico d'India (*Opuntia ficus indica*) qui spontaneizzato. Sporadiche le altre specie tra cui si evidenziano le entità *Conyza banariense* avventizia

naturalizzata di origine americana tropicale ed il sorgo halepense (*Sorghum halepense*) avventizia termocosmopolita di origine mediorientale.

SENSIBILITÀ ALLA DESERTIFICAZIONE (INDICE ESA CALCOLATO). Critica.

CONCLUSIONI. La criticità di quest'area relativamente alla sensibilità alla desertificazione è confermata dalle caratteristiche della vegetazione per la presenza di specie termofile e di specie avventizie di origine mediorientale e americana tropicale.



Figura 94 – Loc. Conicella (Ripa Teatina). Area in esame.



Figura 95 – Profilo geologico



Figura 96 - Loc. Conicella (Ripa Teatina). Vegetazione pioniera su litotipi arenaceo-conglomeratici, denominata Arundinetum pliniana frammista a individui di Osiris alba, elemento caratteristico della macchia mediterranea.

5.3.9. C. Piano di Sauro (Miglianico)

GENERALITÀ. L'area in esame si trova nel territorio comunale di Miglianico, a NE del centro abitato, ed ha come toponimo di riferimento C. Piano di Sauro.

OROGRAFIA E MORFOMETRIA. Il sito è posto ad una quota compresa tra i 30 m e i 100 m s.l.m., con esposizione verso NW ed una pendenza maggiore del 40% (Fig. 97).

IDROGRAFIA. Presenti delle piccoli fossi e incisioni che confluiscono al Torrente Dentolo (poco a W).

GEOLOGIA. Il substrato è formato, nella parte superiore, da litotipi sabbiosi o arenacei stratificati, appartenenti alla Formazione del Mutignano; nella parte inferiore si riscontrano litotipi argilloso-sabbiosi, sempre appartenenti alla Formazione del Mutignano. Alla base del versante affiorano litotipi ghiaioso sabbiosi riferibili a depositi alluvionali (Fig. 98).

GEOMORFOLOGIA. Si riscontrano forme di ruscellamento diffuso ed una frana che interessa una piccola porzione del versante; nella parte inferiore vi è la presenza di un terrazzo fluviale.

IDROGEOLOGIA. I depositi sabbiosi o arenacei stratificati presentano una buona permeabilità, al contrario i depositi argilloso-sabbioso presentano una permeabilità molto modesta. Di nuovo permeabili sono i litotipi ghiaioso-sabbiosi di natura alluvionale.

USO DEL SUOLO. Alla base del versante è presente una zona agricola eterogenea; sul versante ed in particolare nella sua parte alta è presente una zona boscata.

VEGETAZIONE. Nel territorio di Miglianico non si riscontrano penetrazioni di fitocenosi aridofile significative, essendo pressoché totalmente coltivato o interessato da insediamenti umani di vario tipo. La vegetazione naturale è evidenziata da residui querceti xerofili che sono distribuiti nel territorio in modo discontinuo soprattutto nei fossi e nelle aree improduttive per le colture agrarie. Le caratteristiche sono riportate nel capitolo 4.10.

SENSIBILITÀ ALLA DESERTIFICAZIONE (INDICE ESA CALCOLATO). Critica.

CONCLUSIONI. L'osservazione di campo conferma la sensibilità critica dell'area, dovuta principalmente alle caratteristiche geologiche e geomorfologiche legate ai fenomeni di erosione del suolo per ruscellamento diffuso e frane.



Figura 97 – Loc. Piano di Sauro (Miglianico). Panoramica dell'area in esame.

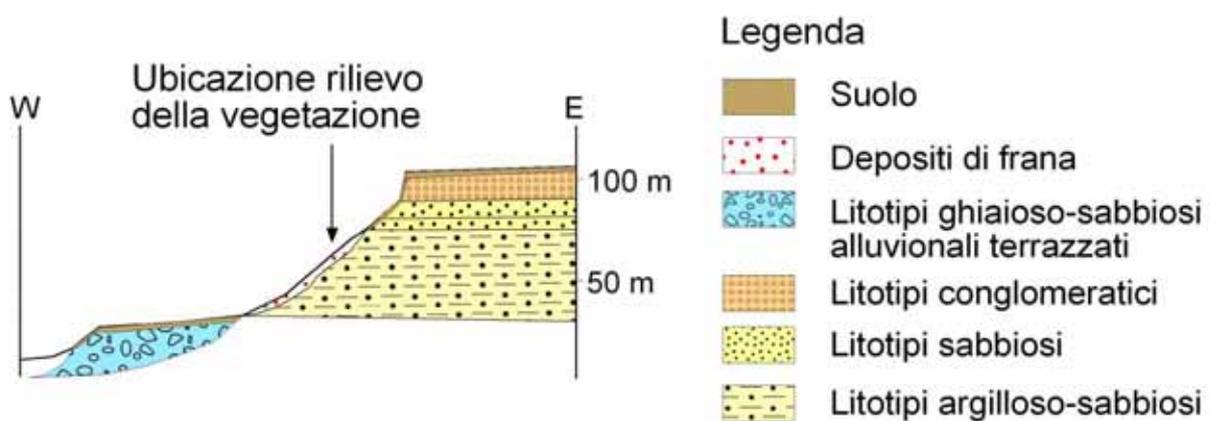


Figura 98 – Profilo geologico.

5.4. Considerazioni finali

Le analisi di campo delle caratteristiche geologiche geomorfologiche e della vegetazione, hanno interessato, come abbiamo visto, le aree marginali ignorate o abbandonate dalle coltivazioni, quali il margine di strade, i settori subcalanchivi, i versanti acclivi arenacei o argillosi o le aree incolte, ambienti cioè non curati dall'uomo.

In tabella 35 sono sintetizzati i risultati delle analisi di campo effettuate. Tale confronto, lungi dall'essere completamente esaustivo, dato anche il numero di siti selezionati, mostra tuttavia la buona correlazione buon confronto tra l'indice di sensibilità alla desertificazione, calcolato dall'elaborazione GIS secondo la metodologia ESA (indice ESAI), e le verifiche di campo relative alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e della vegetazione.

I risultati delle indagini mostrano che nelle aree indagate nel F. Foro si insediano entità vegetali termofile ed aridofile, alcune di origine alloctona, che formano densi popolamenti. Essi sono stati presi in esame quali indicatori del trend termoxerico, che si riscontra nel territorio esaminato e, quindi, come indicatore per verificare la sensibilità alla desertificazione.

Le principali entità vegetali termofile sono costituite soprattutto da *Arundo pliniana*, specie di origine sud mediterranea, da *Sorghum halepense*, originaria del Mediterraneo orientale, ed anche da *Ampelodesmos mauritanicus*, che predilige ambienti arenacei aperti, prevalentemente ex coltivi o luoghi un tempo soggetti ad incendio. I popolamenti delle predette entità sono distribuiti discontinuamente nella Val di Foro, ma presenti in numerosi settori, sia nella valle principale che in quelle secondarie.

Nell'alta valle del F. Foro non si riscontrano le predette formazioni, ma ampie aree di pascoli aridi con presenza di molte specie ad abito xerofilo, con chiari segni di stress da aridità, mostrando foglie revolute (*Festuca*, *Phleum*), foglie ricoperti di peli protettivi (*Inula montana*, *Teucrium polium*, ecc.) o con strati di cere (*Eryngium amethystinum*, *Globularia cordifolia*, *Sedum rupestre*).

E' stato rilevato che in alcuni alberi isolati, nelle assolate praterie dove sono insediati, che la lamina fogliare tende a ridursi per leggero ripiegamento del margine. Ciò nel carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) presso Pretoro (quota circa 650 m) e nel faggio (*Fagus sylvatica*) al limite della faggeta presso il Panorama (quota circa 1680 m).

Anche negli orizzonti a maggior altitudine della Val di Foro (Fonte Tettoni, 1700 m; Majelletta, 1900 m) continuano i pascoli aridi, alternati con formazioni più mesofile (ad es. i Brachipodieti ed i Festuco-trifoglieti), dove la presenza di piante succulente (quali i *Sedum*) risulta poco abbondante, ma frequente.

| N° | Località | Quota (m s.l.m.) | Ubicazione | ESAI | Verifica di terreno |
|----|--------------------------------|------------------|--|----------------|--|
| 1 | Fonte Tettone (Pretoro) | 1660 | Settore pedemontano collinare | Fragile | Il risultato dei rilievi geologici, geomorfologici e della vegetazione mette in evidenza elementi che confermano la fragilità di questa porzioni di territorio relativamente alla desertificazione. Tali elementi sono legati non alle caratteristiche fisiche e vegetazionali, ma più propriamente all'eccessivo sfruttamento del territorio per uso pascolo, che mostra già chiare evidenze di degradazione del suolo e della sua copertura vegetale. |
| 2 | Bocca di Valle (Guardiagrele) | 650 - 700 | Settore pedemontano fondovalle | Poten- iale | Le analisi di campo condotte nell'area di Bocca di valle mostrano come anche in settori caratterizzati da un ESA calcolato potenziale, si riscontrano nella vegetazione evidenze legate a stress da aridità. Ciò è legato sicuramente alle condizioni naturali del substrato geologico di natura calcarea e ai relativi suoli con modesto spessore e elevata pietrosità. A questo sembra aggiungersi anche il contributo dello stress da aridità, data la presenza massiccia di piante termofile e xerofile. |
| 3 | Colle Tondo (Pretoro) | 770 - 800 | | Critico | L'osservazione di campo conferma la sensibilità critica dell'area, dovuta sia alle caratteristiche geologiche, sia agli indicatori vegetali. |
| 4 | Fara Filiorum Petri | 275 - 300 | Settore pedemontano collinare | Critico | La criticità dell'area ottenuta dalla metodologia ESA si riscontra chiaramente nel tipo di vegetazione aridifila presente nell'area. |
| 5 | Semivicoli (Casacanditella) | 180 - 220 | Settore pedemontano collinare | Critico | La criticità del sito risultante dalle elaborazioni della metodologia ESA è chiaramente confermata anche in questo sito sia dagli aspetti geomorfologici (frane, ruscellamento diffuso e concentrato), sia dagli aspetti vegetazionali che confermano l'esistenza di un ambiente fortemente aridofilo e termofilo. |
| 6 | Canosa Sannita | 165 - 180 | Settore montano | Fragile | La fragilità dell'area in relazione alla desertificazione è confermata dagli aspetti geomorfologici e dalla vegetazione. I primi mettono in luce evidenti fenomeni di perdita e degradazione del suolo, i secondi la presenza di piante aridofile e facilmente soggette ad incendio. |
| 7 | Vaccareccia (Tollo) | 168 | Settore montano | Critico | Le caratteristiche riscontrate nell'analisi di campo ha confermato la criticità dell'area relativamente alla sensibilità alla desertificazione. Ciò è confermato sia dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del terreno e sia alla presenza di vegetazione aridofila. |
| 8 | Conicella (Ripa Teatina) | 170 - 140 | Settore pedemontano base della Maiella | Critico | La criticità di quest'area relativamente alla sensibilità alla desertificazione è confermata dalle caratteristiche della vegetazione per la presenza di specie termofile e di specie avventizie di origine mediorientale e americana tropicale. |
| 9 | C. Piano di Sauro (Miglianico) | 30 - 100 | Settore pedemontano collinare | Critico | L'osservazione di campo conferma la sensibilità critica dell'area, dovuta principalmente alle caratteristiche geologiche e geomorfologiche legate ai fenomeni di erosione del suolo per ruscellamento diffuso e frane. |

Tabella 35 – Sintesi delle analisi di terreno effettuate nell'area del F. Foro.

Un reale pericolo relativamente alla desertificazione di tali praterie sembra tuttavia riscontrarsi nel sovrapascolo e nella eccessiva nitrificazione di alcuni settori (ad es. area di Fonte Tettoni).

I pascoli della Majelletta a contatto con i mugheti (*Pinus mugo*) e le faggete secondo gli studi portati avanti su montagne alpine e dell'Appennino Settentrionale e sulla stessa Majella, nelle cime oltre 2400 m poco distanti dai pascoli della Majelletta, quali M. Acquaviva (2730 m), M. Femmina Morta (2405 m, presso il rifugio Manzini) e M. Macellaro (2635 m), nell'ambito del progetto europeo UE GLORIA (Stanisci et al, 2006) sembrano corrano il rischio di una depauperazione floristica e di un loro sconvolgimento ecologico.

Tali ricerche hanno evidenziato infatti che il riscaldamento climatico di un solo grado centigrado determina effetti irreversibili sulle vegetazioni di quota causando la scomparsa o la fortissima riduzione del piano bioclimatico subalpino (sulla Majella è quello dove sono le pinete a *Pinus mugo*) ed alpino (il piano della stella alpina, del papavero alpino, della viola della Majella, dell'*Androsace matildae* e di numerose altre specie endemiche e rare, relittuali del glacialismo quaternario) con la perdita di molte specie più importanti scientificamente e nobili della flora della Majella e delle altre vette di montagne centroappenniniche.

L' aumento termico di 1,5°C, inoltre, sulla base dei predetti studi riduce le potenzialità del piano subalpino ed alpino e favorisce il piano montano (il piano delle faggete e della serie dei pascoli aridi collegati) e collinare (il piano dei querceti termoxerici), vale a dire le vegetazioni dei boschi xerofili e dei pascoli aridi che verrebbero ad innalzarsi di ben 300 m.

6. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SENSIBILI ALLA DESERTIFICAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL F. FORO (METODOLOGIA ESA)

6.1. Introduzione

Le analisi di dettaglio condotte nel bacino idrografico del F. Foro hanno consentito una rielaborazione più accurata e verificata della Carta delle aree sensibili alla desertificazione. Sulla base della metodologia ESA, come già descritto nel capitolo 3, sono state elaborate le cartografie e i dati territoriali del bacino del F. Foro: la Carta geologica (scala 1:100.000), la Carta dei suoli (scala 1:100.000) rielaborata e integrata sulla base della Carta dei suoli della Regione Abruzzo (scala 1:250.000), le analisi climatiche, gli elementi geomorfologici, gli aspetti vegetazionali e dell'uso del suolo. È stata quindi elaborata una Carta delle aree sensibili alla desertificazione del bacino idrografico del F. Foro (Scala 1:250.000). In questa elaborazione, a nostro avviso, non sono ancora adeguatamente considerati gli aspetti legati alle caratteristiche idrogeologiche, particolarmente in una area che presenta sia piccole sorgenti locali distribuite sul territorio, sia sorgenti importanti, se pure in gran parte captate. Un importante approfondimento del lavoro dovrà sicuramente essere sviluppato, per tenere adeguatamente conto proprio degli aspetti idrogeologici.

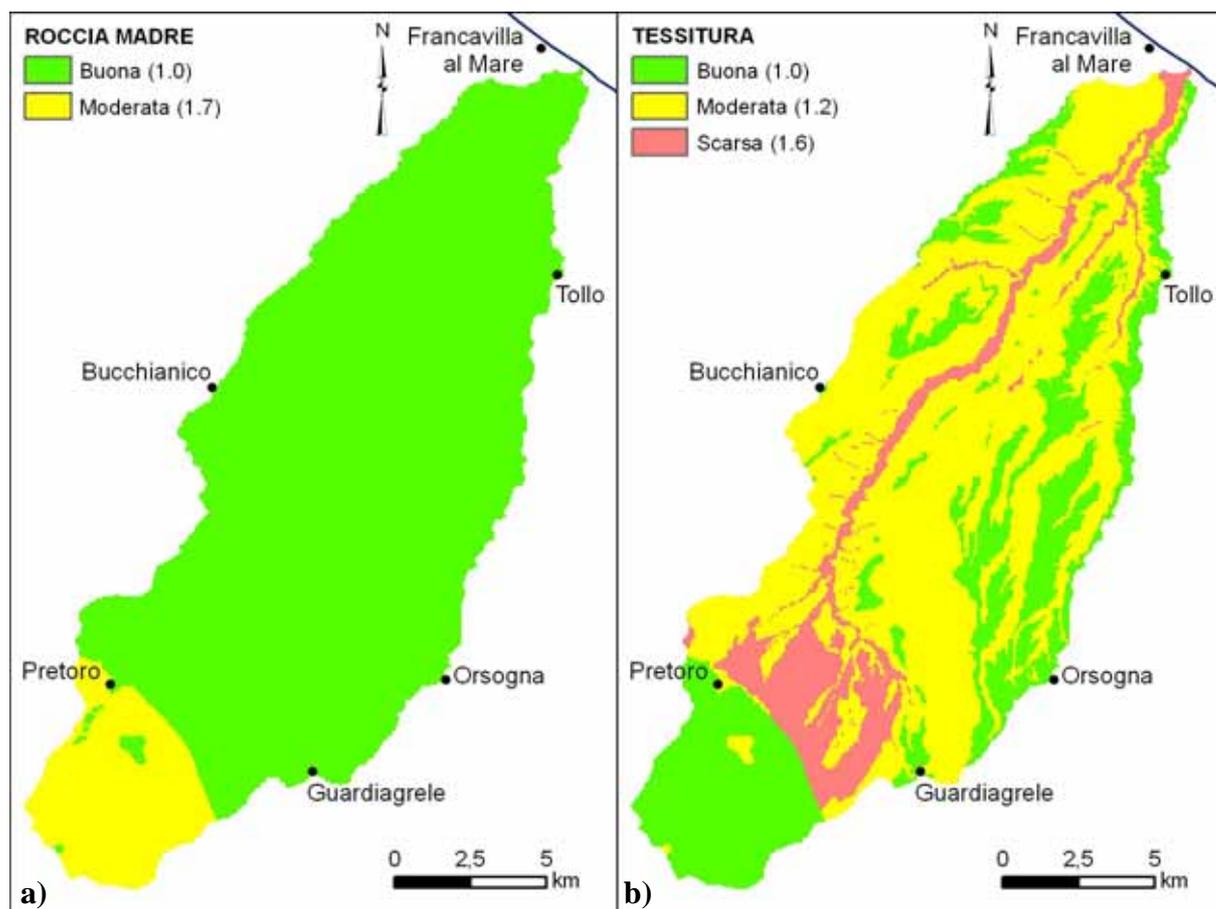
Di seguito è illustrata l'elaborazione degli diversi indicatori, dei quattro indici di qualità del suolo (SQI), del clima (CQI), della vegetazione (VQI) e della gestione del territorio (MQI) e successivamente della Carta delle aree sensibili alla desertificazione del bacino del F. Foro.

6.2. Indice di Qualità del Suolo (SQI)

Come già discusso, per il Calcolo del Indice di Qualità del Suolo (SQI), sono stati considerati i seguenti indicatori legati al suolo: roccia madre, tessitura, pietrosità, profondità, drenaggio e pendenza (Fig. 99). Attraverso l'uso del GIS, l'Indice di Qualità del Suolo è stato calcolato dalla media geometrica dei relativi indicatori.

Il bacino presenta un'evidente eterogeneità nella distribuzione dell'indice (Fig. 100). Esso risulta basso nel settore montano, caratterizzato da affioramenti calcarei con valori molto bassi di profondità del suolo e pendenza maggiore del 40%. Nel settore pedemontano e collinare l'indice ha valore sia alto che moderato; i valori più elevati si riscontrano alla sommità dei rilievi collinari, che presentano pendenze modeste, impostate su litologie

prevalentemente sabbioso-conglomeratiche e presentano spessori di suolo generalmente elevati e con buone caratteristiche di drenaggio. I valori moderati, e localmente bassi, si riscontrano sui versanti dei rilievi collinari impostati su litologie prevalentemente argillose, con pendenze moderatamente elevate e caratterizzati da frequenti fenomeni di erosione del suolo.



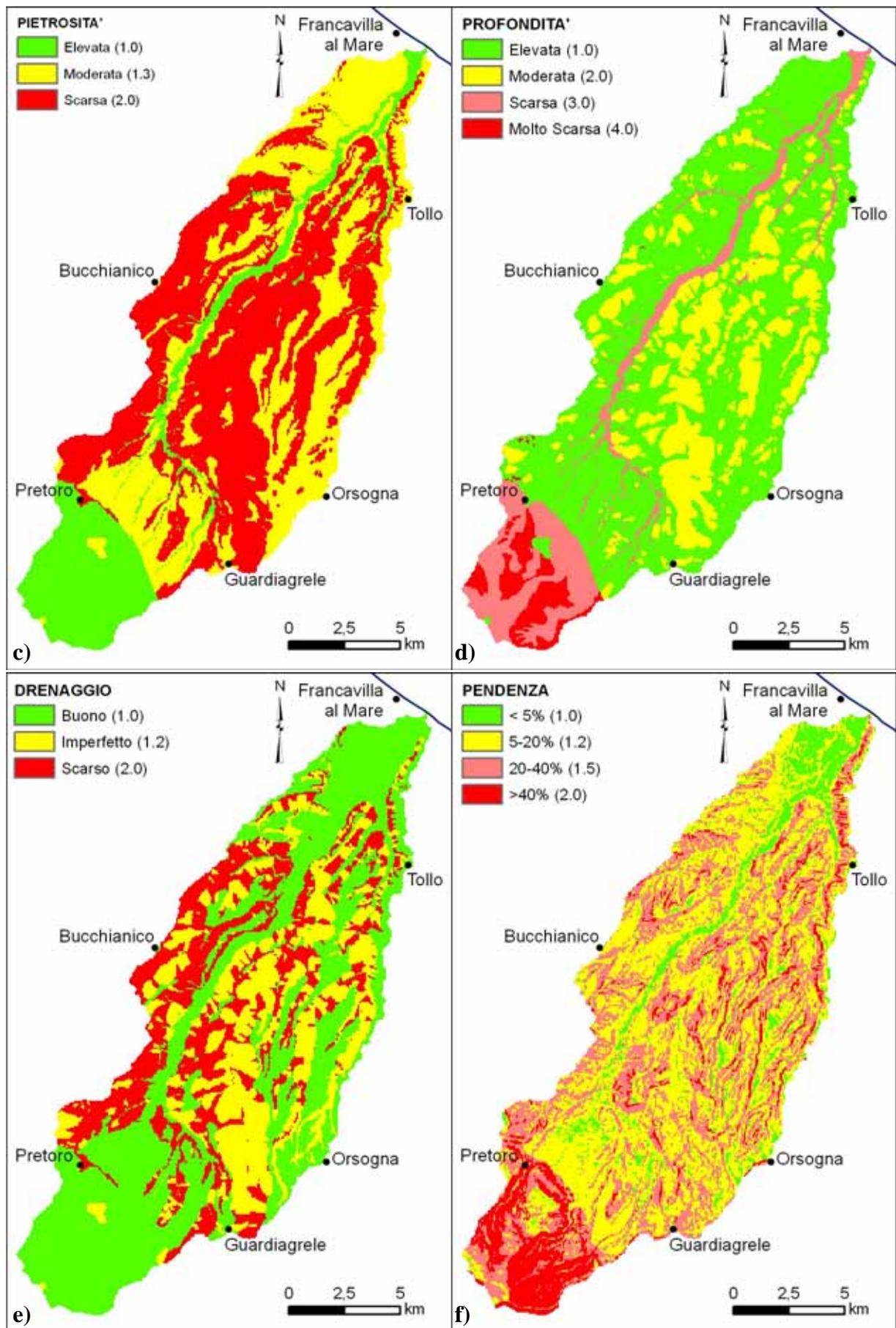


Figura 99 - Carte tematiche degli indici di sensibilità per il bacino del F. Foro, relativi a: a) roccia madre; b) tessitura; c) pietrosità; d) profondità; e) drenaggio; f) pendenza.

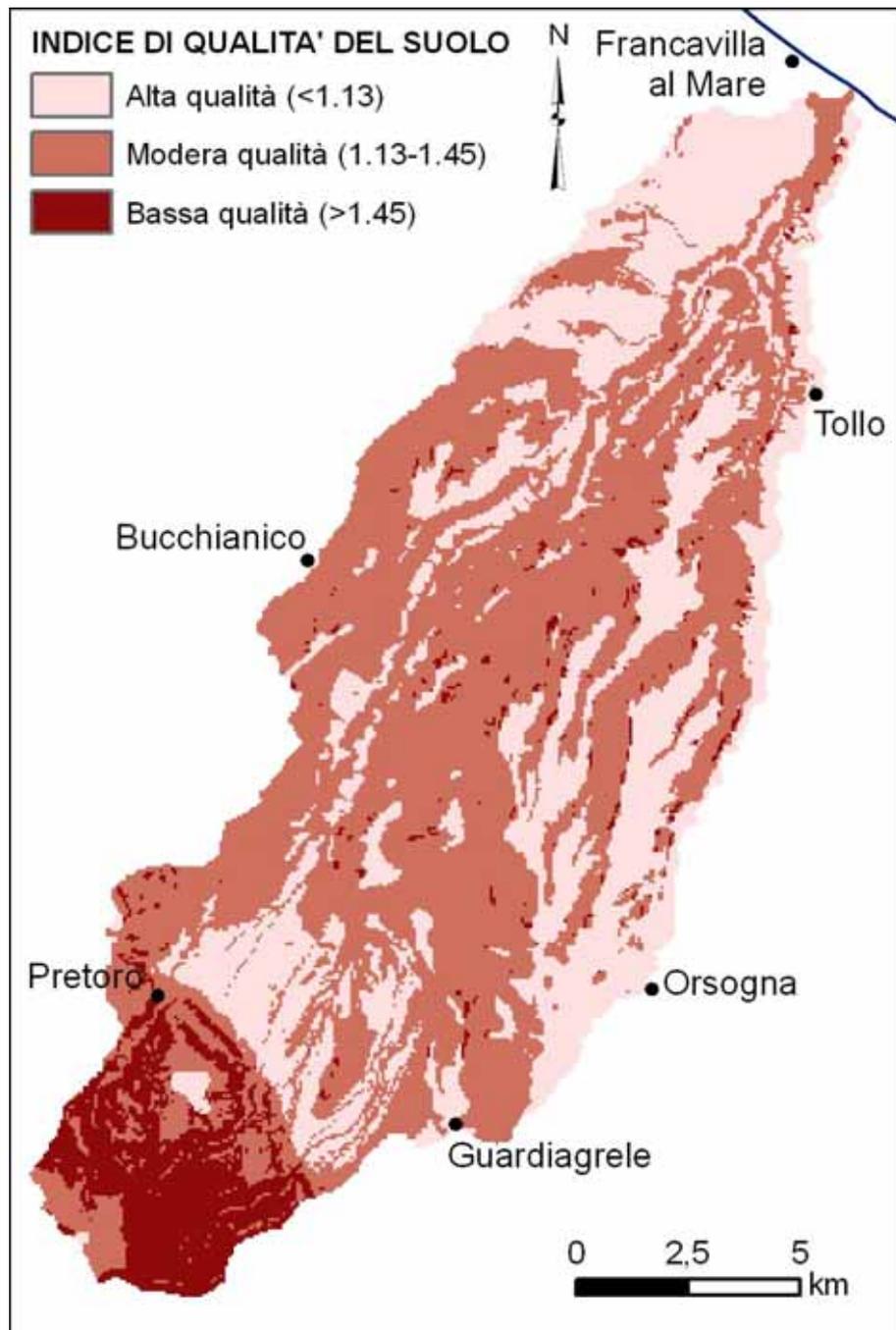


Figura 100 - Carta tematica dell'Indice di Qualità del Suolo.

6.3. Indice di Qualità del Clima (CQI)

L'Indice di Qualità del Clima viene ottenuto tramite l'elaborazione, all'interno del GIS, della media geometrica dei seguenti indicatori di sensibilità: precipitazioni (definita dalla carta delle isoiete), aridità (definita secondo Bagnouls-Gaussen) ed esposizione (elaborata dal DEM). I valori di tali indici per il bacino idrografico del F. Foro sono rappresentati in Figura 101; come già delineato nei capitoli 3 e 4, l'area del F. Foro presenta una scarsa aridità e le precipitazioni sono in genere moderatamente elevate (oltre i 650 mm annui) tranne che nell'area costiera.

L'Indice del Qualità del Clima, ottenuto dall'applicazione della metodologia per l'area del bacino del F. Foro, rientra in due classi: moderato ed alto (Fig. 102). L'indice alto si individua nel settore montano e nei versanti collinari esposti a NO-NE, l'indice moderato si rinviene in prossimità della costa, dove le precipitazioni sono minori, e lungo i rilievi collinari con esposizione SO-SE.

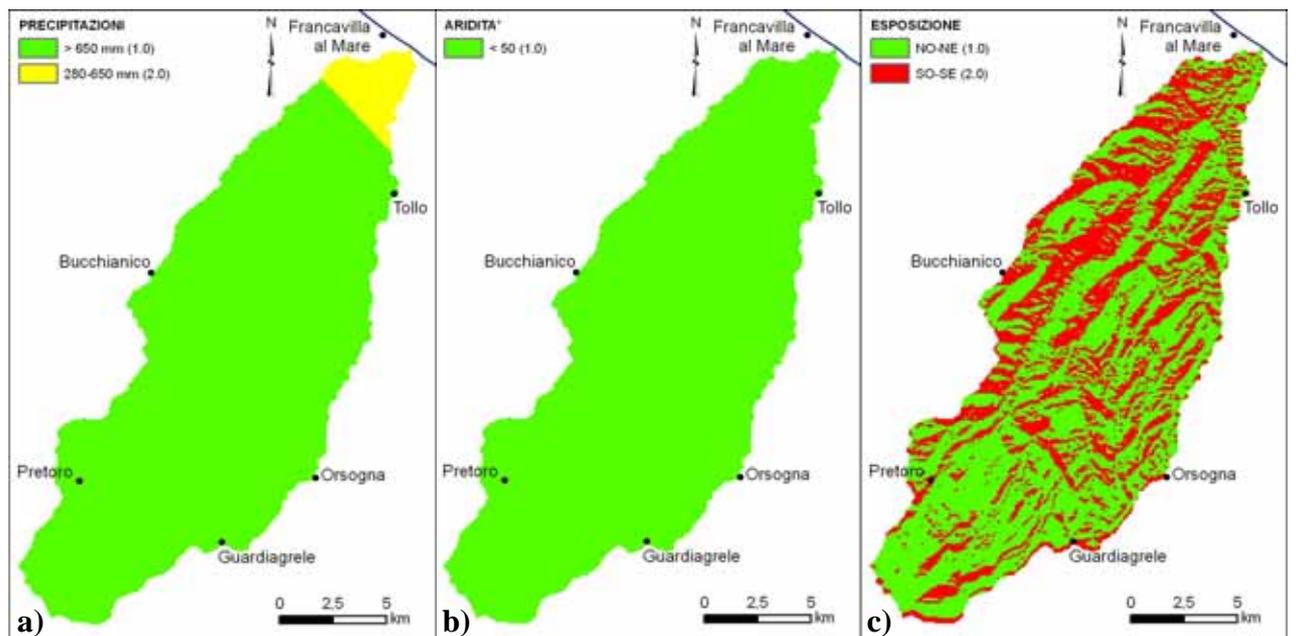


Figura 101 - Carte tematiche degli indici di sensibilità per il bacino del F. Foro, relativi a: a) precipitazioni; b) aridità; c) esposizione.

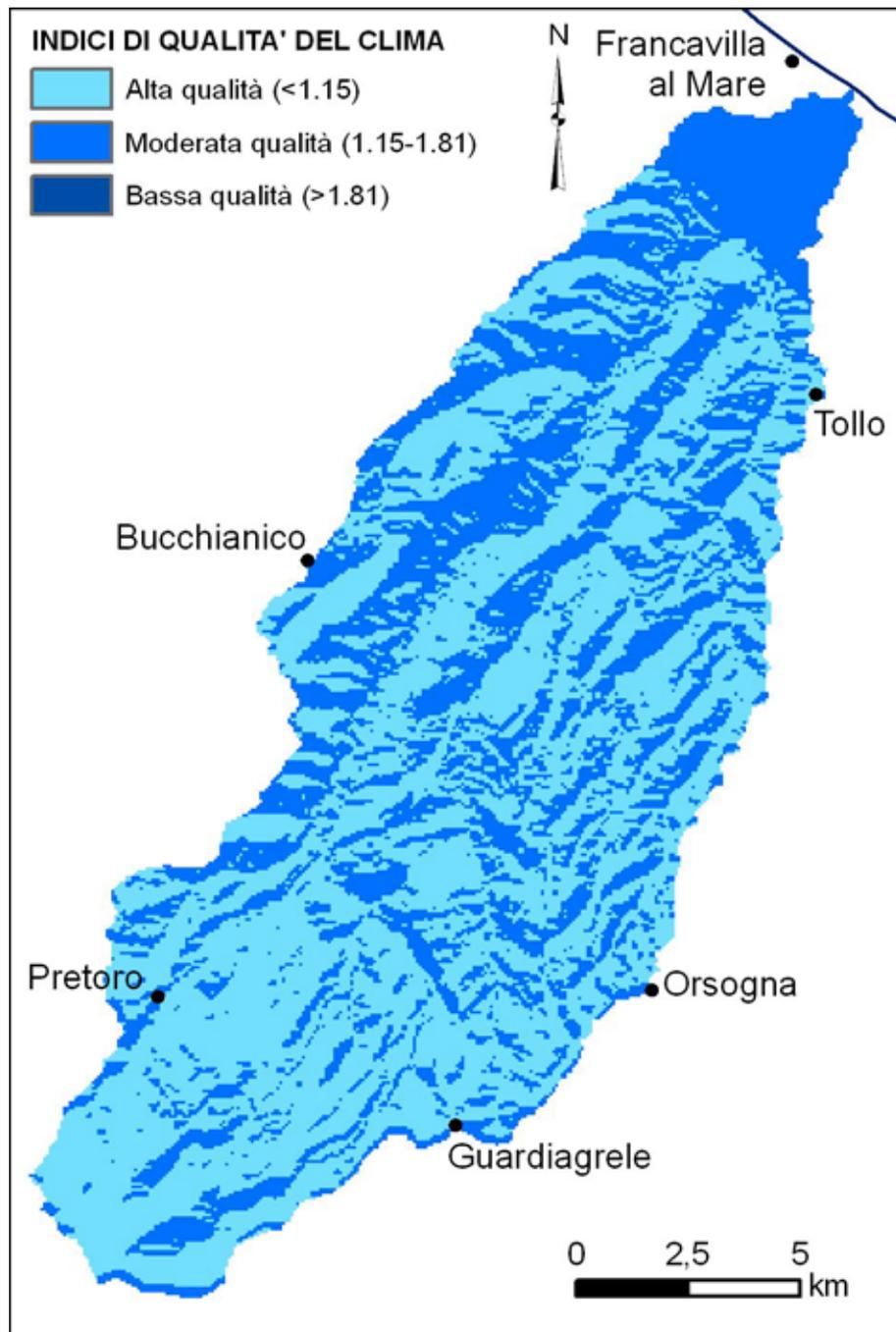


Figura 102 - Carta tematica dell'Indice di Qualità del Clima.

6.4. Indice di Qualità della Vegetazione (VQI)

Per il calcolo dell'Indice di Qualità della Vegetazione (VQI) del bacino del F. Foro si è applicato la stessa metodologia descritta nel paragrafo 3.4, l'indice viene ottenuto elaborando le seguenti carte tematiche: rischio d'incendio, protezione dall'erosione, resistenza alla siccità e copertura vegetale (Fig. 103).

Anche in questo caso l'Indice di Qualità della Vegetazione deriva dalla media geometrica i quattro indicatori sopra citati (Fig. 104). All'interno del bacino l'indice è prevalentemente basso, nella quasi totalità del settore pedemontano, come confermato chiaramente dall'analisi della vegetazione illustrata nel capitolo 5; una qualità della vegetazione moderata e alta si riscontra nel settore montano della Maiella, nella zona pedemontana a ridosso della catena e nei pianori intravallivi del settore pedemontano collinare, ed è favorita da litologie conglomeratiche, permeabili e contenenti piccoli acquiferi sospesi, da elevati spessori di suolo e dalla presenza di aree boscate di diversa tipologia (Fig. 104).

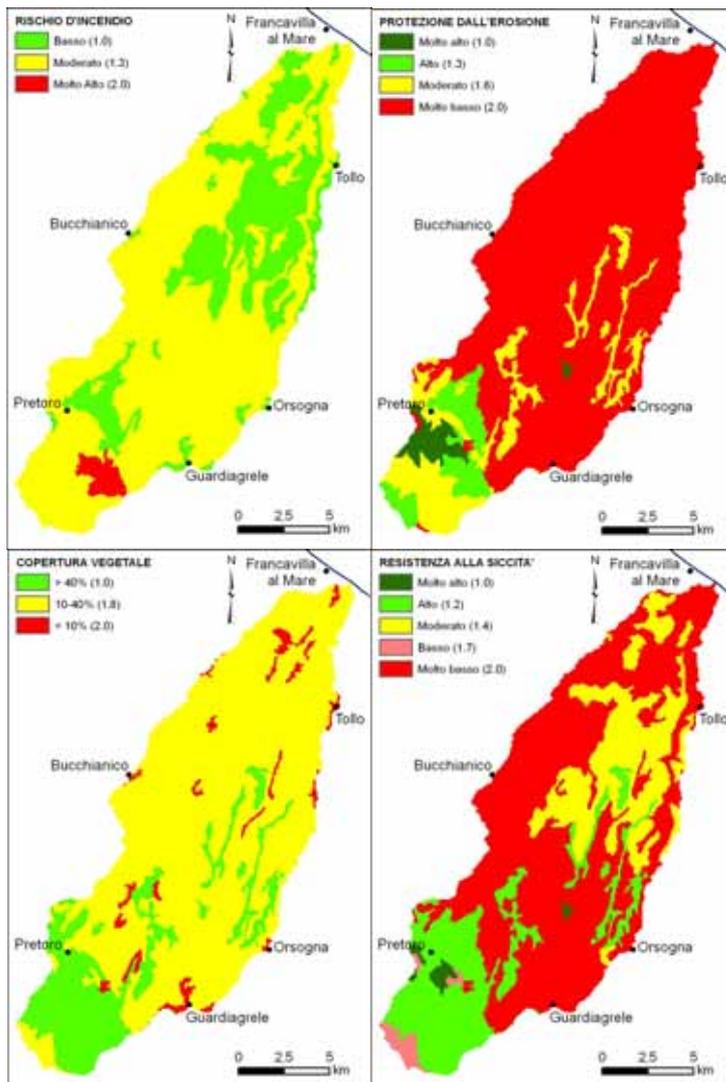


Figura 103 - Carte tematiche degli indici di sensibilità per il bacino del F. Foro, relativi a: a) rischio d'incendio; b) protezione dall'erosione; c) resistenza alla siccità; d) copertura vegetale.

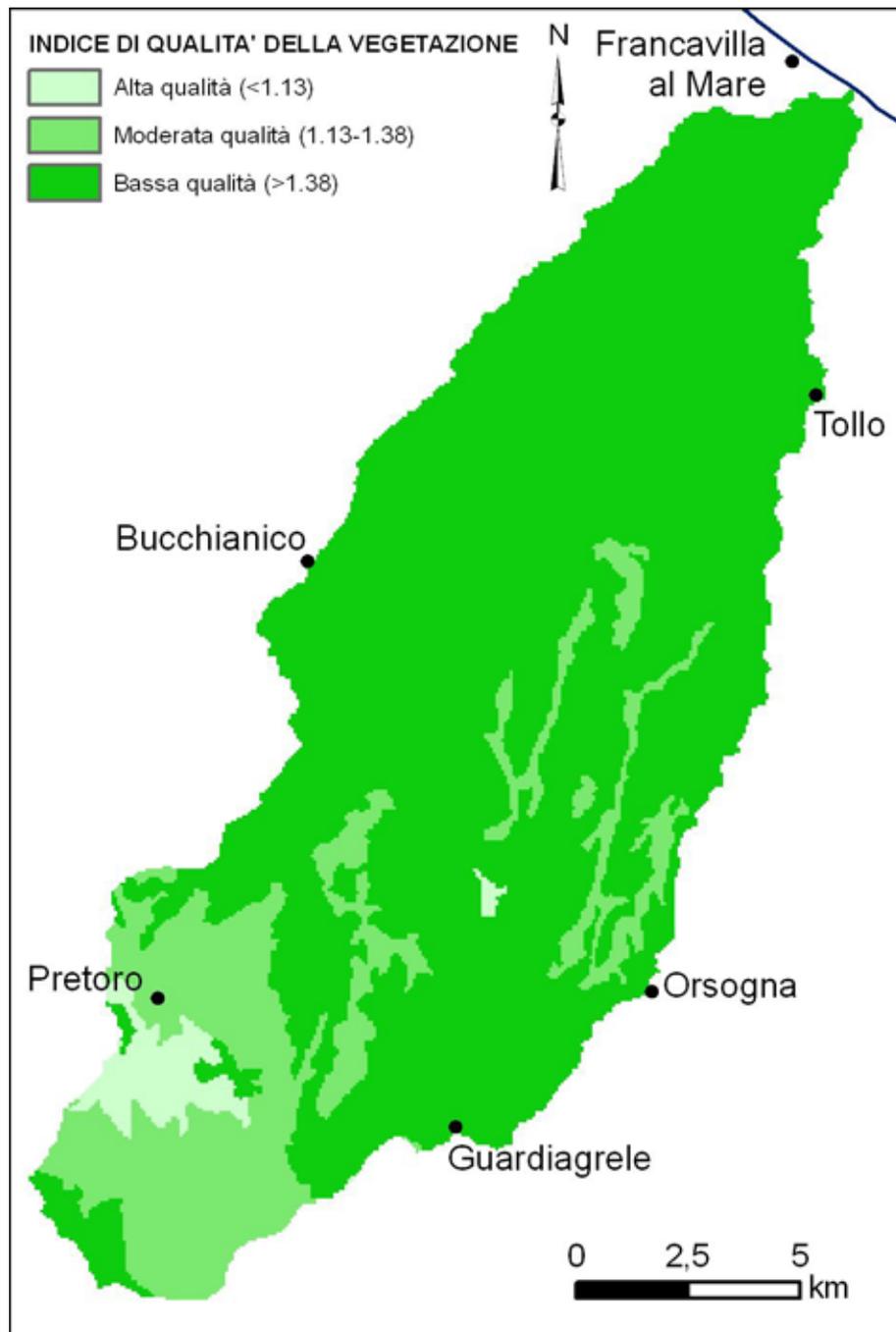


Figura 104 - Carta tematica dell'Indice di Qualità della Vegetazione.

6.5. Indice di Qualità di Gestione del Territorio (MQI)

La carta tematica dell'Indice di Qualità della Gestione del Territorio è stata elaborata sulla base degli indicatori relativi alle politiche di protezione e sull'intensità d'uso del suolo (Fig. 105).

L'indice di qualità (Fig. 106) risulta alto nel settore sud-occidentale, in quanto sia le politiche di protezione e l'intensità d'uso del suolo presentano indicatori positivi, per la presenza del Parco Nazionale della Maiella e per una bassa intensità di uso del suolo; nell'area di giunzione tra la fascia montuosa e quella collinare i valori ottenuti sono moderati, mentre nell'area collinare, fino alla costa, si osserva un indice di qualità basso fatta eccezione per alcuni settori paralleli alla valle.

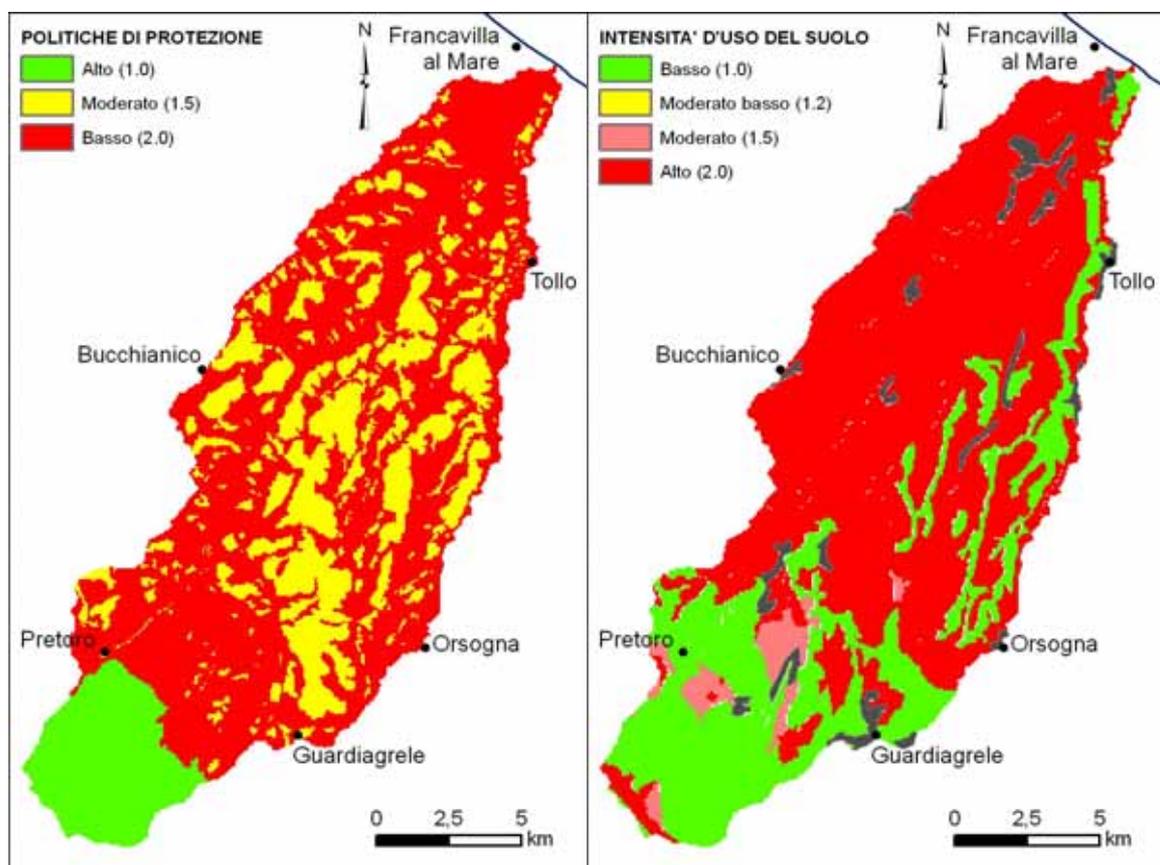


Figura 105 - Carte tematiche degli indici di sensibilità per il bacino del F. Foro, relativi: a) politiche di protezione; b) intensità d'uso del suolo.

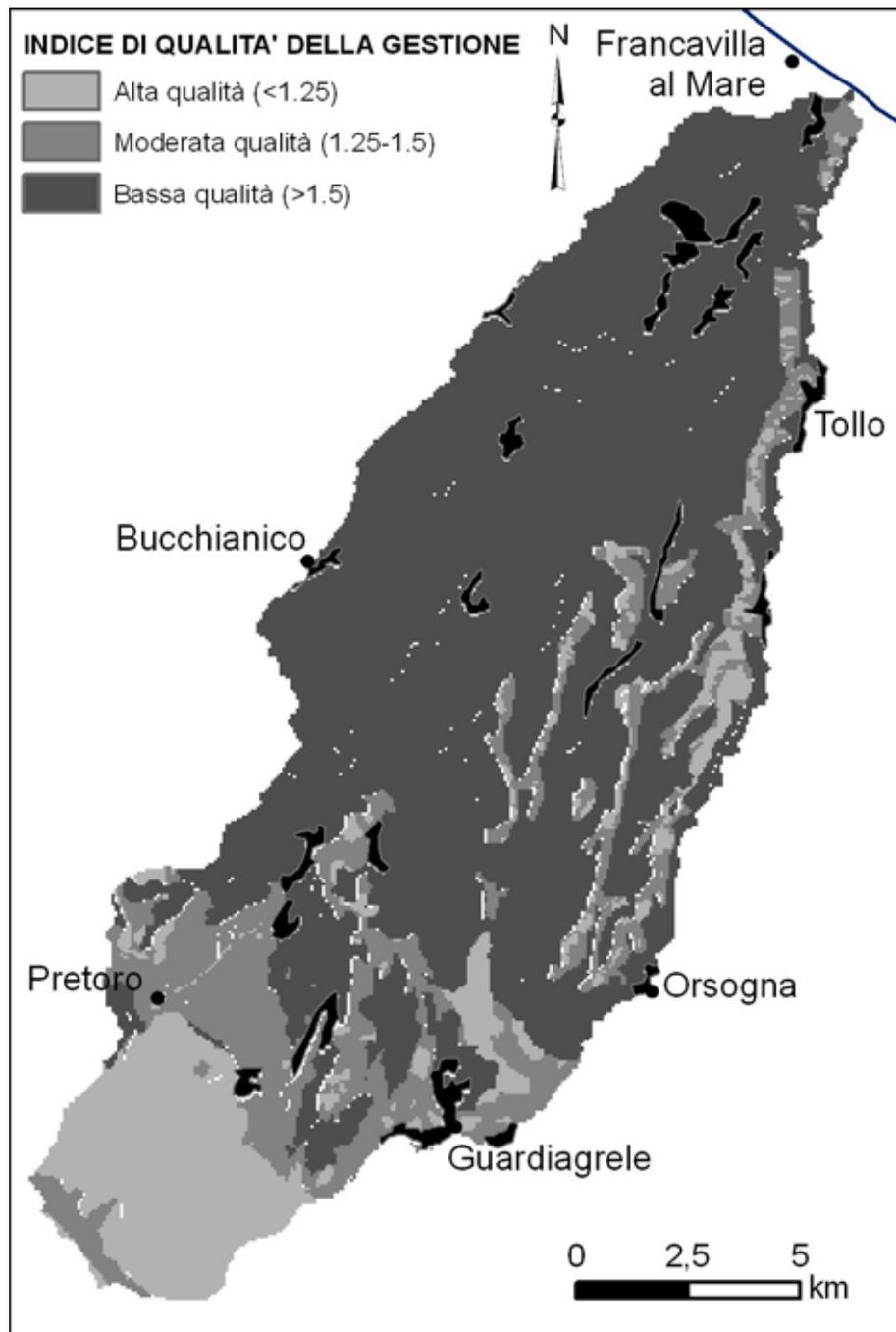


Figura 106 - Carta tematica dell'Indice di Qualità della Gestione.

6.6. Carta delle aree sensibili alla desertificazione del bacino idrografico del F. Foro

L'analisi preliminare della sensibilità alla desertificazione nella Regione Abruzzo (Capitolo 3), l'analisi territoriale dell'area selezionata per il Piano di Azione Locale, il bacino idrografico del F. Foro, per gli aspetti orografici, idrografici, climatici, geologici, geomorfologici, pedologici, vegetazionali e di uso del suolo (Capitolo 4), e, infine, le analisi di campi, geologiche, geomorfologiche e della vegetazione (Capitolo 5), hanno portato alla definizione di una Carta delle aree sensibili alla desertificazione per il bacino idrografico del F. Foro (scala 1:100.000) (Fig. 107). Come già indicato nel Capitolo 3 l'indice ESAI risulta dalla media geometrica dei quattro indici definiti nei paragrafi precedenti: tre indici di qualità ambientale (suolo, clima, vegetazione) e l'indice di qualità della gestione:

$$ESAI = (SQI * CQI * VQI * MQI)^{1/4}$$

Ricordiamo che l'indice finale ESAI individua le aree con crescente sensibilità alla desertificazione e viene suddiviso in 4 Classi e 8 Sottoclassi (Tab 36).

| Valori dell'ESAI | Classe | Sottoclasse | Caratteristiche |
|------------------|---------------------|-------------|--|
| <1.17 | NON SOGGETTA | N | Aree non soggette e non sensibili |
| 1.17-1.22 | POTENZIALE | P | Aree a rischio di desertificazione qualora si verificassero condizioni climatiche estreme o drastici cambiamenti nell'uso del suolo. Si tratta di terre abbandonate gestite in modo non corretto nel passato |
| 1.23-1.26 | FRAGILE | F1 | Aree limite, in cui qualsiasi alterazione degli equilibri tra risorse ambientali e attività umane può portare alla progressiva desertificazione del territorio. Ad esempio, il prolungarsi delle condizioni di siccità può portare alla riduzione della copertura vegetale e a successivi fenomeni di erosione |
| 1.27-1.32 | | F2 | |
| 1.33-1.37 | | F3 | |
| 1.38-1.41 | CRITICA | C1 | Aree altamente degradate, caratterizzate da ingenti perdite di materiale sedimentario e in cui i fenomeni di erosione sono evidenti |
| 1.42-1.53 | | C2 | |
| >1.53 | | C3 | |

Tabella 36 – Valori dell'indice ESAI, suddivisione in Classi e Sottoclassi e descrizione delle relative caratteristiche (da Kosmas et alii, 1999, Motroni et alii, 2004).

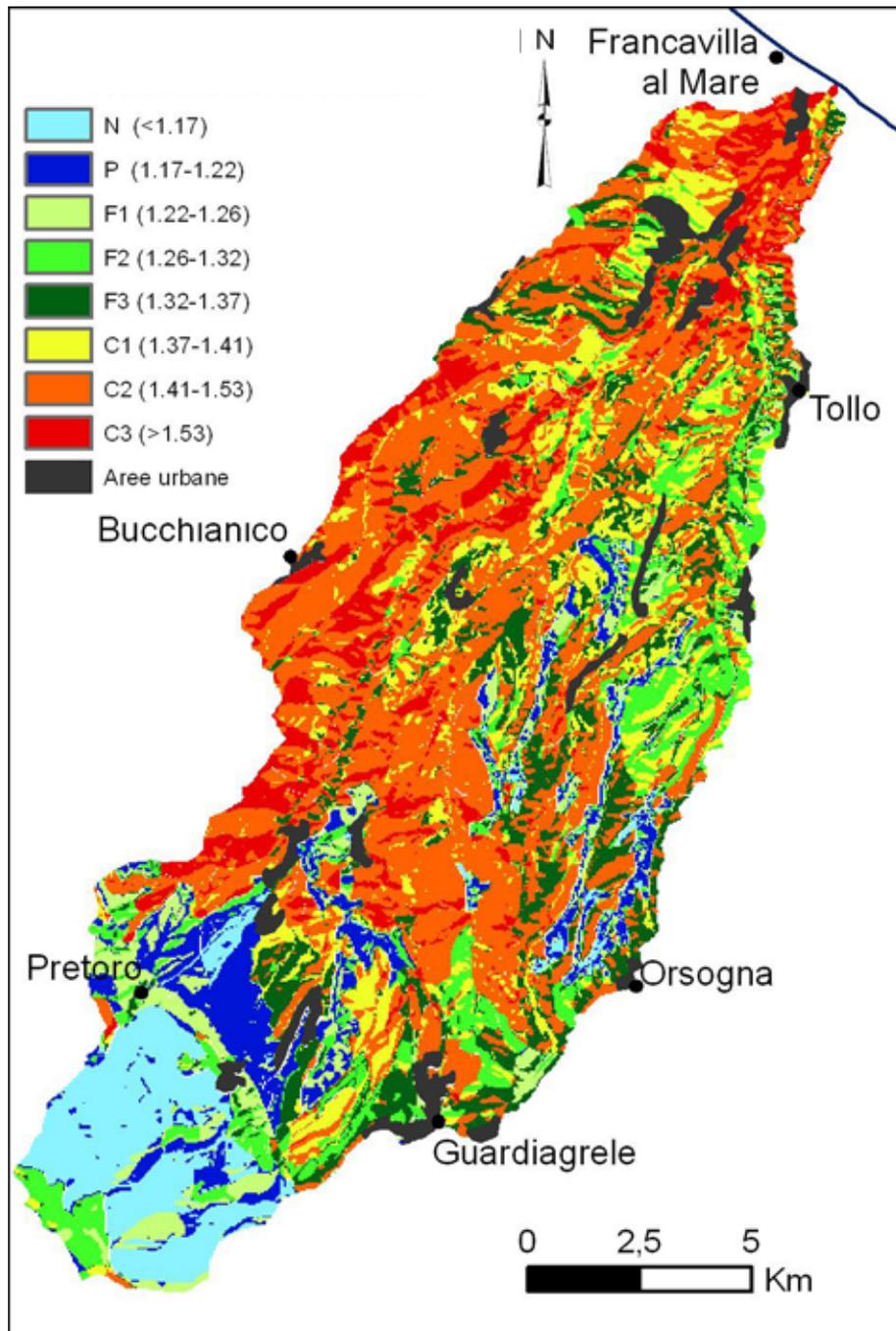


Figura 107 - Carta delle aree sensibili alla desertificazione (ESAI) del bacino idrografico del F. Foro.

L'analisi della cartografia realizzata (Fig. 107) e del relativo istogramma (Fig. 108) mostra una distribuzione delle classi e delle sottoclassi di sensibilità alla desertificazione piuttosto eterogenea.

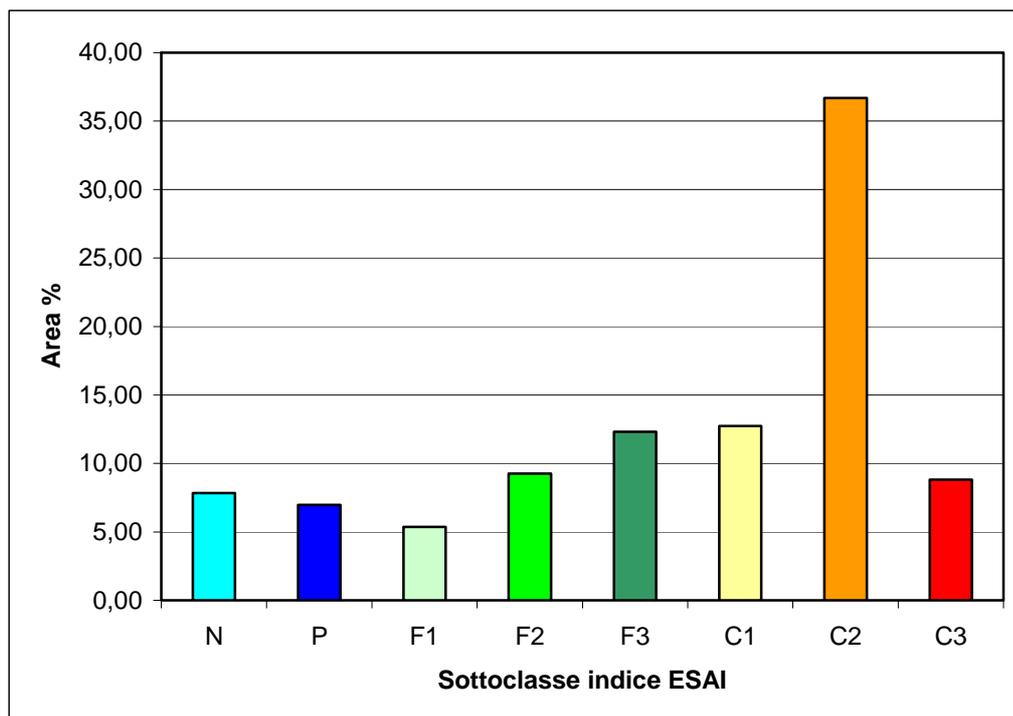


Figura 108 – Istogramma di distribuzione delle classi e delle sottoclassi di sensibilità alla desertificazione (ESAI) nel bacino idrografico del F. Foro.

7. FASE PROPOSITIVA

7.1. Introduzione

La consapevolezza della necessita di agire con un approccio proattivo (azioni pianificate in anticipo che implicano modifiche delle infrastrutture, leggi, accordi istituzionali e l'accrescimento della consapevolezza pubblica) nella gestione delle problematiche legate alla siccità, all'aridità e alla desertificazione sta aumentando anche sulla base delle recenti indicazioni fornite dal IPCC e dagli Workshop preliminari della Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici 2007, ma la capacita di agire in questi termini è ancora e spesso complessa. La tabella 37 indica come la maggior parte degli impatti futuri previsti dall'IPCC come conseguenza dei cambiamenti climatici sono in diversi modi connessi a fenomeni di desertificazione (IPCC, 2007b).

Tenendo conto di questo approccio, l'analisi della sensibilità e della tendenza alla desertificazione nel territorio della Regione Abruzzo e, in particolare, dell'area in cui è stato sviluppato il Piano di Azione Locale, il bacino idrografico del F. Foro, si inquadra come complemento al Piano di Tutela delle Acque e si interfaccia in maniera congruente con quanto previsto nel Piano di Assetto Idrogeologico e negli obiettivi strategici del Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Abruzzo (Tab. 38).

| Fenomeni ³ e direzione del trend | Probabilità dei trend futuri basati sulle proiezioni per il XXI secolo usando scenari SRES | Esempi dei maggiori impatti futuri previsti per settore | | | |
|---|--|---|--|--|--|
| | | Agricoltura, foreste e ecosistemi [4.4,5.4] | Risorse idriche [3.4] | Salute umana [8.2] | Industria/ Inseidiamenti/ Società [7.4] |
| Giorni e notti più calde e meno giorni e notti fredde; più caldi/ più frequenti giorni e notti nella maggior parte delle aree terrestri | Virtualmente certo ³ | Aumento dei raccolti in ambienti più freddi, diminuzione in ambienti più caldi, aumento di invasioni di insetti | Effetti sulle risorse idriche dipendenti dallo scioglimento delle nevi; aumento del tasso di evaporazione/ traspirazione | Mortalità umana ridotta per una minore esposizione al freddo | Riduzione della domanda energetica per il riscaldamento; aumento della domanda per il raffreddamento; peggioramento della qualità dell'aria nelle città, minori interruzioni dei trasporti dovuti a neve e ghiaccio; effetti sul turismo invernale |
| Giornate di caldo / ondate di calore: aumenti di frequenza nella maggior parte delle aree terrestri | Molto probabile | Raccolti ridotti nelle regioni più calde a causa di stress da calore; aumento del pericolo di incendi | Aumento della domanda di acqua; problemi di qualità delle acque (bloom di alghe) | Aumento del rischio di mortalità dovuto al calore, specialmente per gli anziani, i malati cronici, i bambini e i socialmente isolati | Riduzione della qualità della vita per le persone nelle aree calde senza un'abitazione adeguata; impatti sugli anziani, i bambini e i poveri |
| Eventi di forti precipitazioni: aumenti di frequenza nella maggior parte delle aree | Molto probabile | Danni alle coltivazioni; erosione del suolo; terre non coltivabili a causa dell'allagamento del suolo | Effetti negativi sulla qualità delle acque di superficie e sotterranee; contaminazione delle risorse idriche; la scarsità di acqua può essere minore | Aumento del rischio di morte, ferite, infezioni, malattie respiratorie e della pelle | Disordini negli insediamenti, nel commercio, nei trasporti e nelle società dovuti a inondazioni; pressioni sulle infrastrutture urbane e rurali; perdita di proprietà |
| Aumento delle aree affette da siccità | Probabile | Degradazione del territorio, minori raccolti, danni alle coltivazioni; aumento della | Più esteso stress idrico | Aumento del rischio di scarsità di cibo e acqua; aumento del rischio di | Scarsità di acqua per gli insediamenti, l'industria e le società; riduzione del potenziale di |

| | | | | | |
|---|------------------------|--|---|--|--|
| | | moria di bestiame; aumento del pericolo di incendi | | malnutrizione; aumento del rischio di malattie provenienti da acque e cibo | energia idroelettrica; potenziali migrazioni delle popolazioni |
| Aumento dell'attività di intensi cicloni tropicali | Probabile | Danni ai raccolti, sradicamento di alberi, danni alle barriere coralline | Interruzioni della corrente elettrica causano interruzioni nelle forniture pubbliche di acqua | Aumento del rischio di morte, ferite, malattie provenienti da acque e cibo; disordini da stress post traumatico | Disordini dovuti alle inondazioni e ai venti forti; recesso da parte delle compagnie di assicurazione delle coperture dei rischi nelle aree vulnerabili; potenziali migrazioni delle popolazioni; perdita di proprietà |
| Aumento dell'incidenza di eventi estremi di innalzamento del livello del mare (escludendo gli tsunami) ⁶ | Probabile ^a | Salinizzazione delle acque di irrigazione, di estuari e sistemi di acqua dolce | Minor disponibilità di acqua a causa della intrusione di acque salate | Aumento del rischio di morte e ferite da annegamento durante le inondazioni; migrazioni legate agli effetti sulla salute | Trasferimento dei costi di protezione costiera verso costi di riutilizzo delle terre; movimenti potenziali di popolazioni e infrastrutture; si veda anche cicloni tropicali sopra |

Tabella 37 – Esempi di possibili impatti dei cambiamenti climatici dovuti a cambiamenti negli eventi meteorologici e climatici estremi, basati sulle proiezioni dalla metà alla fine del XXI secolo (IPCC, 2007b, SPM-WG2)

Nell'ambito del seguente progetto, sulla base dell'analisi territoriale condotta nel Bacino del F. Foro, si propongono una serie di azioni di carattere generale e particolare, a breve e a lungo termine, e una serie di indicazioni a fare e/o non fare. Queste sono selezionate tra quelle indicate dalle "Linee guida per l'individuazione delle aree soggette a fenomeni di siccità" (Tab. 39; APAT, 2006) e sono volte mitigare o ridurre gli effetti del progressivo dell'inaridimento del territorio, della degradazione e perdita del suolo e, più in generale della tendenza alla desertificazione con particolare riferimento all'area del F. Foro. Le principali indicazioni fanno riferimento a quanto già previsto nei piani strategici citati e, in alcuni casi, propongono variazioni, correttivi o integrazioni, accorgimenti che consentano una adeguata incidenza sul problema relativo alla siccità e alla desertificazione con particolare riferimento alle caratteristiche del territorio abruzzese.

A seguito di questo progetto, si ribadisce la necessità di approfondire lo studio per arrivare a una più completa analisi della distribuzione delle aree sensibili su tutto il territorio della regione abruzzese. Sarà, quindi, necessario procedere ad un approfondito studio per una più completa taratura della *Carta preliminare delle aree sensibili alla desertificazione* su tutto il territorio regionale. Solo una cartografia adeguatamente implementata con ulteriori rilievi e indagini specifiche potrà, infatti, essere la base per una definizione più appropriata delle misure di mitigazione da adottare in funzione delle caratteristiche specifiche delle diverse porzioni del territorio abruzzese così articolato dal punto di vista orografico, climatico, geologico, geomorfologico e vegetazionale.

| Indicatore | Indicatori iniziali correlati | Definizione | Valore attuale | Target al 2015 | Quantificazione indicatore di impatto | |
|--|---|--|--|----------------|--|----|
| Crescita economica (*) | 9, Sviluppo economico del settore primario | Valore aggiunto lordo nel settore primario | 812,2 | 1.000 | +2,3% / anno | |
| | 13, Sviluppo economico dell'industria alimentare | Valore aggiunto lordo nel settore dell'industria alimentare | 466,8 | 570 | | |
| Creazione di posti di lavoro (**) | 8, Sviluppo occupazionale del settore primario | Occupazione nel settore primario | 27 | 21 | -0,5% / anno | |
| | 12, Sviluppo occupazionale dell'industria alimentare | Occupazione nel settore dell'industria alimentare | 11,9 | 12,5 | | |
| Produttività del lavoro (***) | 6, Produttività del lavoro nel settore agricolo | Valore aggiunto lordo (GVA) /unità lavorative annue (AWU) - totale e per settore. | 22,91 | 32 | +0,7% / anno | |
| | 10, Produttività del lavoro nell'industria alimentare | Valore aggiunto lordo per persona impiegata nel settore dell'industria alimentare | 39,22 | 45 | | |
| | 14, Produttività del lavoro nella silvicoltura | Valore aggiunto lordo/numero di occupati nella silvicoltura | nd | nc | | |
| Inversione del declino della biodiversità | 17, Biodiversità: popolazione degli uccelli sui terreni agricoli | Andamento dell'indice di popolazione di uccelli che vivono nei territori agricoli | np | nc | miglioramento complessivo generato dall'implementazione delle misure dell'Asse 2 del PSR | |
| | 18, Biodiversità: zone agricole ad Elevata Valenza Naturale | SAU di aree agricole ad elevata valenza naturale | np | nc | | |
| | 19, Biodiversità: composizione delle specie di alberi | Area di foresta ed altre zone boschive classificati sulla base del numero di specie di alberi che ricorrono e del tipo di foresta. | % conifere | 13% | | |
| | | | % specie miste | 14,8% | | |
| Manutenzione delle zone agricole e silvicole ad elevata valenza naturale | 17, Biodiversità: popolazione degli uccelli sui terreni agricoli | Andamento dell'indice di popolazione di uccelli che vivono nei territori agricoli | np | nc | miglioramento complessivo generato dall'implementazione delle misure dell'Asse 2 del PSR | |
| | 18, Biodiversità: zone agricole ad Elevata Valenza Naturale | SAU di aree agricole ad elevata valenza naturale | np | nc | | |
| | 19, Biodiversità: composizione delle specie di alberi | Area di foresta ed altre zone boschive classificati sulla base del numero di specie di alberi che ricorrono e del tipo di foresta. | % conifere | 13% | | nc |
| | | | % specie miste | 14,8% | | |
| Miglioramento della qualità dell'acqua | 20, Qualità delle acque: equilibri lordi sostanze nutritive | Surplus di azoto in kg/ha | 22,7 | nc | nc | |
| | | Surplus di fosforo in kg/ha | 0,3 | | | |
| | 21, Qualità delle acque: inquinamento da nitrati e pesticidi | Andamento annuale nella concentrazione di nitrati e pesticidi nelle acque superficiali e nelle acque del sottosuolo | np | nc | | |
| Contributo alla lotta al cambiamento climatico | 24, Cambiamenti climatici: produzione di energie rinnovabili dall'agricoltura | Produzione di energie rinnovabili dall'agricoltura e dalla silvicoltura (ktoe) | 0,0% | nc | nc | |
| | 25, Cambiamenti climatici: SAU destinate alle energie rinnovabili | SAU destinate alle energie rinnovabili e alla raccolta di biomassa | np | nc | | |
| | 26, Cambiamenti climatici: emissioni di gas a effetto serra dall'agricoltura | Emissioni di gas a effetto serra dall'agricoltura (ktoe) | np | nc | | |
| LEGENDA | nd: non disponibile (*): valori in Meuro | np: non pervenuto (**): dati in migliaia | nc: non calcolabile (***): dati in migliaia di euro | | | |

Tabella 38 – Obiettivi strategici del Piano di Sviluppo Rurale della Regione Abruzzo per il 2007-2013.

| Breve termine | | Settori | | | | Lungo termine | Settori | | | | |
|--|--|---------|---|---|-----|--|---|---|---|-----|---|
| | | C | A | I | R/A | | C | A | I | R/A | |
| Riduzione delle domande | - Campagne di sensibilizzazione al risparmio idrico | x | x | x | x | - Incentivi per il risparmio idrico | x | x | x | x | |
| | - Limitazione di usi urbani (lavaggio auto, irrigazione giardini) | x | | | | - Sistemi di irrigazione e tecniche agronomiche per ridurre i consumi | | x | | | |
| | - Limitazione dell'irrigazione di colture annuali | | x | | | - Introduzione di colture meno idroesigenti o trasformazioni in asciutte | | x | | | |
| | - Manovre tariffarie | x | x | x | x | - Rete duale di approvvigionamento civile | x | | | | |
| | - Razionamento delle erogazioni | x | x | x | x | - Riciclo nell'industria | | x | | | |
| Incremento delle risorse idriche | - Incremento dell'efficienza dei sistemi idrici esistenti (ricerca perdite, regole di esercizio, etc.) | x | x | x | | - Collegamenti bidirezionali tra sistemi acquedottistici | x | x | x | | |
| | - Uso di fonti d'emergenza (risorse aggiuntive di scarsa qualità e/o di alto costo) | x | x | x | x | - Riutilizzo di acque reflue depurate | | x | x | x | |
| | - Sovrasfruttamento acquiferi (uso di riserve strategiche) | x | x | x | | - Trasferimenti idrici tra bacini idrografici | x | x | x | x | |
| | - Uso di risorse destinate in condizioni normali a scopi ricreativi o ecologici | | x | x | x | x | - Nuovi serbatoi di regolazione o incremento di capacità | x | x | x | |
| | | | | | | | - Uso di acquiferi come riserve di acqua sotterranee | x | x | x | |
| | - Cessione temporanea di cessioni idriche | | | | | | - Dissalazione di acque salate o salmastre | x | x | | x |
| | | | | | | - Controllo delle perdite di evaporazione | x | x | x | | |
| Minimizzazione degli effetti della siccità | - Riallocazione temporanea delle risorse idriche | x | x | x | x | - Campagne di informazione per migliorare la preparazione alla siccità | x | x | x | | |
| | - Indennizzi pubblici per i danni | x | x | x | x | - Riallocazione delle risorse sulla base di requisiti di qualità | x | x | x | x | |
| | - Sgravi fiscali (riduzione o rinvio pagamenti) | x | x | x | x | - Sviluppo di sistemi di preannuncio monitoraggio | x | x | x | x | |
| | - Programmi di riabilitazione | | | x | x | | - Sviluppo di Piano di emergenza e Piani di gestione di crisi idriche | x | x | x | x |
| | | | | | | | - Assicurazione volontaria | | x | x | |

Tabella 39 – Principali misure di mitigazione delle siccità e della sensibilità alla desertificazione (APAT, 2006). Settore: C = civile; A= agricolo; I = industriale; R = ricreativo; A= ambientale.

In accordo con il Referente regionale del Progetto, Ing. Angelo D'Eramo, dopo una adeguata verifica della cartografia delle aree sensibili, si prevede di sviluppare, in ambito regionale, un piano di concertazione con i portatori di interesse, al fine discutere i risultati ottenuti (*Carta delle aree sensibili alla desertificazione*) e le azioni di mitigazioni proposte. Questo percorso potrà portare alla approvazione da parte della regione della cartografia

proposta e delle azioni di mitigazioni proposte da inquadrare e/o integrare nei piani di gestione del territorio in vigore o in via di approvazione.

Le principali azioni previste rientrano in cinque ambiti: uso razionale delle risorse idriche; tecniche agronomiche a basso impatto erosivo; recupero e riuso della sostanza organica; redistribuzione delle tipologie di colture; conservazione delle aree a vegetazione boschiva e arbustiva. Le diverse azioni in questi ambiti sono, inoltre, suddivise a seconda che siano di tipo strutturale o non strutturale e abbiano un riscontro a breve o a lungo termine. Sono, infine, proposte alcune modalità di incentivazione e realizzazione delle azioni proposte.

Il bacino del F. Foro, come abbiamo visto nel Capitolo 4, è interessato da una fiorente attività agricola diffusa su tutto il territorio; prevalgono i vigneti, secondariamente gli uliveti, seminativi (cereali e coltivazioni foraggere avvicendate), frutteti e coltivazioni ortive. Per questo motivo, numerose delle misure proposte riguardano l'agricoltura. È evidente infatti il ruolo che essa può svolgere rispetto alle esigenze di tutela ambientale, soprattutto in relazione ai fenomeni di inquinamento delle acque e di degrado del territorio. Una buona pratica agricola, infatti, può concorrere in maniera determinante alla tutela dell'assetto idrogeologico e alla riduzione dei fenomeni di desertificazione nell'area del F. Foro, come in buona parte del territorio regionale (nell'area pedemontana e delle conche intermontane) e in ampie fasce del territorio meridionale dell'Italia.

Le principali azioni proposte per la mitigazione della sensibilità alla desertificazione, sono schematizzate di seguito e successivamente trattate con maggiore dettaglio.

- a) **USO RAZIONALE DELLE RISORSE IDRICHE:**
 - *Modifica e adeguamento dei sistemi irrigui;*
 - *Misure di utilizzo delle acque reflue per l'irrigazione;*
 - *Riduzione della vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico;*
 - *Riduzione della domanda idrica attraverso politiche di gestione;*
 - *Aumento degli approvvigionamenti idrici.*
 - *Adeguamento del Deflusso Minimo Vitale (DMV) in funzione della sensibilità alla desertificazione;*
 - *Monitoraggio delle risorse idriche.*
- b) **RIDISTRIBUZIONE DELLE TIPOLOGIE DI COLTURE E ADOZIONE DI TECNICHE AGRONOMICHE A BASSO IMPATTO EROSIVO**
 - *Ridistribuzione delle tipologie di colture;*
 - *Attività agricole poco intensive e poco idroesigenti.*
- c) **RECUPERO E RIUSO DELLA SOSTANZA ORGANICA:**
 - *Reimpiego dei residui colturali e della componente organica dei rifiuti solidi urbani per incrementare la sostanza organica nei suoli.*
- d) **CONSERVAZIONE DELLE AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA**
 - *Rimboschimenti compatibili;*
 - *Prevenzione e repressione del fenomeno degli incendi a carico della vegetazione.*

7.2. Uso razionale delle risorse idriche

L'uso razionale delle risorse idriche è una tematica fondamentale per una gestione sostenibile del territorio e coinvolge diversi ambiti territoriali, sociali ed economici a tutte le scale da locale, a nazionale a globale.

In questo caso si prendono in considerazione alcuni aspetti specifici selezionati in base alle caratteristiche fisiche e socio-economiche del bacino del F. Foro e in base alla sensibilità alla desertificazione in esso definita. Si tiene conto del fatto che il bacino del F. Foro è ricco di risorse idriche, per il clima prevalentemente sub-umido se pure con una distribuzione delle precipitazioni disomogenea, e per la presenza di sorgenti di portata elevata; tuttavia tali risorse vengono pesantemente sfruttate sia ad uso potabile (servendo un bacino di utenza di circa 300.000 persone) sia ad uso irriguo per sostenere la fiorente agricoltura. Sono quindi proposte una serie di misure per razionalizzare l'uso delle risorse idriche. Queste azioni, oltre a ridurre i prelievi nel bacino, possono in alcuni casi contribuire a ridurre i fenomeni di erosione del suolo.

Tali misure si integrano con l'attuazione di misure di carattere generale, volte al contenimento degli sprechi, alla riduzione dei consumi ed allo sviluppo ed alla divulgazione di tecnologie per il corretto riutilizzo dell'acqua, già previste e promosse nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque. Per quanto riguarda il comparto civile sono previsti interventi infrastrutturali e politiche tariffarie incentivanti il risparmio idrico. In agricoltura sono promosse iniziative per migliorare l'efficienza della gestione e del trasporto dell'acqua a livello dei comprensori irrigui anche attraverso la diffusione dei metodi di distribuzione dell'acqua ad alta efficienza. Nel settore industriale è promossa una politica che premi l'introduzione di cicli produttivi con minore richiesta di risorsa e di tecnologie che consentono il risparmio dell'acqua ed il suo riutilizzo.

7.2.1. Modifica e adeguamento delle tipologie di sistemi irrigui

Le coltivazioni irrigue della valle del F. Foro riguardano parte dei vigneti, degli oliveti, parte delle coltivazioni foraggere, i frutteti e le coltivazioni ortive. Il sistema di irrigazione è gestito da uno dei consorzi regionali (Consorzio Bonifica Centro; INEA 2001).

La riduzione dei prelievi idrici ad uso irriguo, che contribuiscono pesantemente ad accrescere l'insufficienza idrica, risulta quindi fondamentale ed è possibile attraverso un miglioramento e un cambiamento nelle tecniche irrigue passando dalla irrigazione per gravità a quella pressurizzata alla micro- irrigazione (APAT, 2006).

L'uso di particolari tipologie di sistemi irrigui è notoriamente capace di ridurre le necessità idriche a parità territorio irrigato e contemporaneamente è capace di ridurre i fenomeni di erosione e perdita di suolo, diminuendo i fenomeni di ruscellamento concentrato e diffuso, particolarmente su un territorio collinare argilloso come il bacino del F. Foro nella sua parte pedemontana.

A tal proposito si propone di incentivare il passaggio a tipologie di sistemi irrigui attualmente già in parte diffusi sul territorio; tra essi l'irrigazione a pioggia e l'irrigazione localizzata a bassa pressione e la microirrigazione, opportunamente calibrate in funzione delle caratteristiche e delle necessità delle tipologie colturali presenti sul territorio, possono contribuire a contenere la percolazione e lo scorrimento superficiale delle acque e dei nitrati in esse contenuti e a conseguire valori elevati di efficienza distributiva dell'acqua. *L'irrigazione a pioggia*, prevedendo l'applicazione dell'acqua contemporaneamente sull'intera superficie disponibile, consente una buona uniformità di distribuzione. *L'irrigazione localizzata a bassa pressione*, prevedendo la distribuzione dell'acqua localizzata e con bassa intensità di erogazione (irrigazione a goccia e con spruzzatori), si adatta a tutte le situazioni di terreno e non dà generalmente luogo al ruscellamento.

E importante ricordare che non esiste un metodo migliore di irrigazione in assoluto, qualunque metodo può infatti essere efficiente in base alle condizioni meteo-climatiche in cui viene adottato, alla sua buona progettazione e alla sua buona manutenzione (da Codice di Buona Pratica Agricola; APAT, 2006). Il tipo di irrigazione deve essere, infatti, calibrato e tarato in funzione delle tipologie colturali, delle caratteristiche orografiche dei terreni coltivati e delle condizioni meteo-climatiche. Relativamente a quest'ultimo aspetto il Centro Agrometeorologico Regionale (CAR-ARSSA) già fornisce un bollettino specifico disponibile on-line o su richiesta delle aziende agricole o dei singoli agricoltori.

A tal proposito si propone di incentivare e favorire l'uso dei bollettini del CAR sia nel bacino del F. Foro che in tutto il territorio regionale al fine di razionalizzare l'uso delle risorse per gli scopi irrigui; ciò anche facendo ricorso a tecnologie e sistemi di irrigazione automatici che regolino automaticamente i quantitativi da erogare in funzione delle caratteristiche del territorio e delle condizioni meteorologiche in atto.

Le misure proposte in questo ambito sono attuabili a breve (medio) termine e sono di natura non strutturale; possono inquadrarsi e integrarsi sia nelle misure previste nel Piano di Tutela delle Acque, sia nel Piano di Sviluppo Rurale (2007-2013).

7.2.2. Misure di utilizzo delle acque reflue per l'irrigazione

Come previsto nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque (in corso di approvazione), ai sensi dell' art. 26 comma 2, del DLgs 152/99, a fronte della scarsità attuale e del progressivo depauperamento delle risorse idriche tradizionali, si rendono indispensabili politiche di salvaguardia delle risorse idriche di pregio anche attraverso il ricorso a fonti di approvvigionamento alternative e a risorse idriche non convenzionali.

Il riutilizzo delle acque reflue depurate rappresenta probabilmente la più efficace tra le diverse pratiche volte alla produzione di "risorse idriche non convenzionali" sia a livello tecnico che economico e con indubbi benefici per la salvaguardia dell'ambiente idrico. Il riutilizzo, infatti, consente di realizzare nello stesso tempo un doppio effetto benefico sull'ambiente: gli scarichi delle acque reflue, che altrimenti sarebbero un problema ambientale, sono tramutati in una risorsa.

Attualmente in attuazione del DM n. 185 del 12 giugno 2003 sul riutilizzo delle acque reflue (a sua volta attuazione del art. 26 comma 2, del DLgs 152/99) è stato realizzato un elenco degli impianti presenti nel territorio della Regione Abruzzo (Regione Abruzzo, 2004) individuando impianti immediatamente eleggibili, impianti potenzialmente eleggibili, impianti non immediatamente eleggibili e impianti in fase di realizzazione.

Tra gli impianti immediatamente eleggibili per il riuso delle acque reflue vi è quello di Francavilla al Mare – Foro, gestito da A.C.A. S.p.A. che con pochi interventi, già previsti, ha programmato il riutilizzo delle acque reflue sia a scopo irriguo sia, in parte, ad uso civile. L'impianto è localizzato nella vallata del fiume Foro, attualmente l'effluente ha come corpo idrico recettore il mare Adriatico. Il Consorzio di Bonifica Centro ha redatto un progetto per il riutilizzo ai fini irrigui dell'effluente, avendo sul territorio una rete di irrigazione già esistente. La portata attuale dell'impianto è di 2.000 mc/giorno in inverno e mc/giorno 6.000 mc/giorno in estate (dovuta all'afflusso turistico). Il consorzio è, inoltre, interessato ad un progetto per il recupero del biogas per la produzione di energia elettrica. Aspetto questo, che contribuirebbe ad aumentare ulteriormente l'efficienza e la compatibilità ambientale complessiva dell'impianto.

L'attuazione in tempi brevi del progetto di riutilizzo costituisce a nostro avviso una priorità nell'ambito del Piano di Azioni Locale del bacino del F. Foro. Ciò, infatti, oltre a favorire la razionalizzazione delle risorse idriche nel territorio del bacino, può rappresentare un esempio fondamentale da seguire in tutti gli impianti immediatamente eleggibili per il riuso delle acque reflue in tutto il territorio regionale.

Oltre a ciò, risulta fondamentale il progressivo adeguamento di tutti i depuratori potenzialmente e non immediatamente eleggibili al fine del riutilizzo delle acque reflue a scopi irrigui.

A questo proposito si propone di individuare forme di incentivazione degli investimenti necessari per l'adeguamento degli impianti, che il DM 185 prevede siano a carico del titolare dell'impianto (prestiti a tasso agevolato, tariffazione specifica delle acque da riutilizzare, forme di finanziamento anche in riferimento al PSR 2007-2013); si propone parallelamente di individuare strumenti per favorire gli investimenti necessari perché il refluo possa arrivare all'utilizzatore finale, che sono a carico del titolare della rete di distribuzione.

Le misure proposte sono, quindi, a breve e medio termine, di carattere non strutturale e strutturale.

Obiettivo più generale di questo tipo di misure è quello di favorire un utilizzo multiplo della risorsa idrica, nel suo ideale percorso all'interno del bacino idrografico, da monte verso valle e dalle sorgenti al mare, che preveda l'uso potabile, l'uso irriguo o industriale, eventualmente l'uso idroelettrico e così via; tale percorso deve ovviamente prevedere un continuo controllo della qualità della risorsa idrica nelle diverse tappe al fine di minimizzare l'impatto ambientale del deflusso finale al mare. L'utilizzo multiplo, adeguatamente monitorato e controllato, costituisce uno strumento fondamentale di razionalizzazione e risparmio della risorsa idrica.

7.2.3. Riduzione della vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico

Circa un terzo dell'acqua disponibile in Italia (2 milioni di m³) si disperde lungo le reti fatiscenti e corrose degli acquedotti. Nel caso dell'acqua ad uso irriguo le perdite possono arrivare al 40%. Se si considera che, in questo quadro di riferimento nazionale, per l'Abruzzo sono stimate perdite superiori al 50% (fonte : Presentazione della relazione al Parlamento sullo stato dei Servizi Idrici anno 2001 – Comitato per la vigilanza sull'uso delle risorse idriche) non si può non considerare tra le misure di mitigazione della sensibilità del territorio alla desertificazione del PAL, la riduzione della vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico.

Si tratta di misure di carattere strutturale da attuarsi a lungo termine, già considerate nel Piano di Tutela delle Acque, che mirano a ridurre le perdite al 15-20%. Sono previsti interventi sulle reti acquedottistiche, ottimizzazione delle reti idriche consortili e riassetto del sistema di drenaggio acque meteoriche e reticolo idrografico minore in ambiente urbano.

Nell'ambito del Piano di Azione Locale si propone di favorire la realizzazione di un progetto pilota di riduzione delle perdite nel sistema acquedottistico delle Sorgenti del Foro e nella rete irrigua del Consorzio Bonifica Centro.

7.2.4. Riduzione della domanda idrica attraverso politiche di gestione

A immediato complemento delle misure di riduzione della vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico, sono da affiancare misure per la riduzione della domanda idrica attraverso adeguate politiche di gestione, da attuarsi anche in questo caso a medio-lungo termine tramite interventi sia strutturale che non strutturali. Questo tipo di misure tuttavia fanno riferimento a un quadro più ampio rispetto al Piano di Azione Locale e sono ampiamente considerate nel Piano di Tutela delle Acque in corso di approvazione.

7.2.5. Aumento degli approvvigionamenti idrici

Si tratta di una azione estrema da valutare e prendere in considerazione sono per particolari situazioni di rischio o di necessità socio-economiche. In un quadro di razionalizzazione e risparmio delle risorse idriche, infatti, l'aumento degli approvvigionamenti va necessariamente a depauperare ulteriormente le risorse idriche. Ciò non toglie che si possa in alcuni casi ipotizzare una redistribuzione delle risorse idriche con un aumento dei prelievi idrici in aree più ricche di acqua e una conseguente riduzione in aree meno ricche. Tali misure sono, infatti, da calibrare, in maniera accurata, con le stime e gli adeguamenti relativi al DMV considerato poc'anzi al fine di avere una distribuzione razionale e sostenibile delle risorse idriche all'interno dei bacini idrografici.

7.2.6. Adeguamento del Deflusso Minimo Vitale (DMV) in funzione della sensibilità alla desertificazione

L'analisi, la definizione e le modalità di applicazione del deflusso minimo vitale nei corsi d'acqua del territorio abruzzese sono, anch'essi, approfonditamente trattati nel Piano di Tutela delle Acque in corso di approvazione.

A tal proposito, tuttavia, si propone di effettuare un adeguamento delle modalità di analisi e valutazione del Deflusso Minimo Vitale in funzione della sensibilità alla desertificazione. Tale analisi è applicabile al F. Foro, oggetto del PAL, ma potrà essere esteso a tutti i corsi d'acqua abruzzesi, sempre a seguito di una adeguata taratura della cartografia preliminare realizzata.

Si propone, dunque, di inserire nelle stime del DMV (basate su metodi teorici a partire dalle caratteristiche fisico-ambientali dei bacini idrografici) un fattore specifico, legato alla sensibilità alla desertificazione elaborata all'interno del territorio del bacino. Qualora si prendano, invece, in considerazione metodi empirici o misti si propone comunque di tenere conto, tra i fattori, della distribuzione delle aree a diversa sensibilità alla desertificazione nel bacino idrografico.

Si tratta di una azione a lungo termine che può richiedere l'adeguamento del bilancio idrico del corso d'acqua e soprattutto dei prelievi nel bacino, le cui modalità di attuazione sono già previste e inquadrate nel PTA della Regione Abruzzo.

7.2.7. Monitoraggio delle risorse idriche

La conoscenza delle caratteristiche qualitative e quantitative delle risorse idriche è propedeutica all'individuazione delle misure più opportune per prevenire eventuali problemi di carenza idrica e di inquinamento e risulta determinante al fine della valutazione dell'efficacia delle misure adottate. Si ritiene quindi fondamentale sottolineare l'importanza di disporre di strumenti conoscitivi territoriali confrontabili e coerenti, che consentano l'elaborazione di una strategia di pianificazione integrata, che facciano emergere le priorità di intervento sul territorio e che permettano la stima degli impatti ambientali, economici e sociali dell'applicazione delle misure attive e reattive di riduzione delle domande.

Si propone, quindi, tra le azioni a lungo termine di tipo strutturale, di implementare una rete di monitoraggio integrata per le risorse idriche, costituita da stazioni termo-pluviometriche, stazioni nivometriche, stazioni idrometriche nei corsi d'acqua e stazioni di monitoraggio delle sorgenti.

Le stazioni termo-pluviometriche sono ben diffuse sul territorio e gestite dal Centro Agrometeorologico Regionale (CAR); sono carenti solo nelle zone di alta quota. Le stazioni nivometriche sono carenti e non hanno una gestione integrata con le altre stazioni. Le stazioni idrometriche sono presenti ma richiedono una revisione e integrazione. Il monitoraggio delle sorgenti è attualmente legato essenzialmente alle captazioni per le quali viene monitorata la portata e dipendono in genere dai singoli enti gestori delle captazioni; data la ricchezza di acque sotterranee nella Regione Abruzzo, si ritiene fondamentale a tal proposito la predisposizione di una rete di monitoraggio delle sorgenti, sia di quelle captate, sia di quelle non captate.

Si specifica che l'aspetto fondamentale, per un corretto monitoraggio, è la gestione integrata in un'unica rete, disponibile a tutti gli operatori del settore, di tutte le informazioni e

i dati relativi a: precipitazioni piovose e nevose, deflusso delle acque superficiali e deflusso delle acque sotterranee.

A queste azioni di monitoraggio delle risorse idriche devono necessariamente aggiungersi, come già previsto nel Piano di Tutela delle Acque in ottemperanza e ad integrazione del D.Lgs 152/99, specifiche azioni volte al monitoraggio degli scarichi e degli impianti di depurazione.

La realizzazione di un adeguato monitoraggio delle risorse idriche costituisce, infatti, lo strumento che consente di pianificare adeguatamente tutte le altre misure di razionalizzazione delle risorse idriche successivamente di valutarne l'efficacia in relazione agli obiettivi proposti.

L'azione di monitoraggio delle risorse idriche non può prescindere da un adeguato rilevamento morfologico, geologico e geomorfologico delle aste fluviali, al fine di valutarne la stabilità e la tendenza evolutiva in relazione alle modifiche delle portate verificatesi a causa degli interventi antropici e dell'utilizzo delle risorse idriche.

Inoltre risulta fondamentale il rilevamento della natura e consistenza delle fasce di vegetazione ripariale con particolare riferimento ai seguenti parametri: associazione vegetazionale, consistenza; stato fitosanitario; rendimento depurativo. Ciò può consentire una puntuale e mirata realizzazione e/o potenziamento delle fasce ripariali con funzione tampone di protezione delle acque del fiume.

Tali misure, già previste nel Piano di Tutela delle Acque, contemplano la realizzazione di una sistematica campagna di studio, rilevamento di campo e censimento volta all'acquisizione di tutti i principali parametri morfologici, morfometrici, geologici, geomorfologici e vegetazionali.

7.3. Ridistribuzione delle tipologie di colture e adozione di tecniche agronomiche a basso impatto erosivo

Analizzando l'impatto negativo dell'agricoltura sul territorio si nota che negli ultimi quarant'anni lo sviluppo tecnologico e le strategie commerciali, insieme alle politiche nazionali e europee, hanno condizionato le scelte produttive verso ordinamenti intensivi e la monocoltura. L'uso improprio dei mezzi di produzione, le pratiche agricole intensive e le carenze nella gestione del patrimonio forestale hanno innescato, in molte zone della regione, processi di degrado del suolo, di salinizzazione e di inquinamento delle acque. La concentrazione e specializzazione dell'attività agricola ha reso sempre meno conveniente la coltivazione nelle aree marginali e il conseguente abbandono ha accresciuto i fenomeni erosivi e di desertificazione.

7.3.1. Ridistribuzione delle tipologie di colture

Tra le strategie di contrasto e mitigazione della sensibilità alla desertificazione, si può senz'altro considerare che la distribuzione razionale delle colture nel territorio rappresenta un utile strumento per la salvaguardia e corretta gestione del suolo e per ottenere produzioni di qualità elevata.

Si propone quindi la realizzazione di specifici studi topoclimatici, al fine di ottenere informazioni applicative dettagliate sulle caratteristiche climatiche del territorio. In una regione articolata dal punto di vista orografico, geologico e geomorfologico una adeguata analisi del territorio può consentire di rappresentare adeguatamente le diverse vocazionalità territoriali e di individuare le migliori relazioni tra la pianta e l'ambiente.

In tal modo, le porzioni di territorio con maggiori limitazioni possono ad esempio essere destinate ad una agricoltura di tipo multifunzionale, a basso impatto ambientale, con funzioni paesaggistiche, ambientali e sociali, mentre le colture specializzate possono essere inquadrare nelle aree con minori vincoli di vulnerabilità, la cui conoscenza dettagliata, in ogni caso, permette di esprimere al meglio l'insieme delle potenzialità produttive delle specie, puntando in particolare alla qualità globale, alla sicurezza degli alimenti, alla salvaguardia dell'ambiente in cui si opera.

Per quanto riguarda il bacino del F. Foro l'agricoltura è ormai fortemente caratterizzata dalla presenza di vigneti e in misura minore di uliveti con una manifesta vocazione del territorio per questo tipo di colture. Rimane una parte cospicua di territorio a seminativi e colture ortive (particolarmente diffuse le fragole nella parte bassa della valle). La misura di redistribuzione delle colture fa riferimento in particolare a queste ultime tipologie colturali.

Questo tipo di misura prevede azioni a breve e medio termine e si inquadra chiaramente in quanto previsto a livello di misure e di relativi finanziamenti nel Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013.

7.3.2. Attività agricole poco intensive e poco idroesigenti

Sempre nell'ambito della redistribuzione delle tipologie colturali, la riduzione degli effetti negativi della siccità e, quindi, la riduzione della sensibilità alla desertificazione è possibile attraverso l'utilizzo di specie vegetali poco idroesigenti e resistenti alla siccità e attraverso il passaggio, nelle aree più sensibili, ad attività agricole non intensive.

Come la precedente, questo tipo di misura prevede azioni si inquadra in quanto previsto nel Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013.

7.3.3. Coltive secondo le curve di livello

Nel bacino del F. Foro, e soprattutto nella sua parte pedemontana, prevalgono litotipi e suoli di natura argillosa, oggetto di intensi fenomeni di ruscellamento diffuso, di ruscellamento concentrato e localmente di erosione calanchiva (Capitolo 4). Queste caratteristiche del territorio rendono fondamentale prevedere, tra le misure di riduzione della sensibilità alla desertificazione, il ricorso a tecniche agronomiche a basso impatto erosivo che consentano una efficace protezione del suolo insieme al mantenimento delle capacità produttive del suolo stesso.

A questo proposito si propone il ricorso a incentivi specifici per favorire il ricorso a tecniche agronomiche a basso impatto erosivo. Sulla base delle caratteristiche della valle del F. Foro si devono considerare sicuramente le seguenti tecniche: la realizzazione di colture disposte secondo le curve di livello della topografia ossia a girapoggio, trasversalmente alle pendici; il ricorso a tecniche di aratura anch'esse a girapoggio; per i vigneti, il passaggio da una disposizione a tendone a una disposizione a filari a girapoggio e il mantenimento dell'inerbimento del terreno; quest'ultimo aspetto riguarda anche le aree a uliveto.

Queste azioni sono, infatti capaci di ridurre drasticamente i fenomeni erosivi del suolo, diminuendo la velocità di ruscellamento dell'acqua da monte verso valle e proteggendo direttamente il suolo con il mantenimento della copertura erbacea. Tali tecniche, ovviamente, in relazione alla elevata meccanizzazione delle pratiche agricole, determinano in molti casi un aumento dei costi in funzione delle caratteristiche orografiche del terreno; ad esempio l'aratura a girapoggio rispetto a quella a rittochino (secondo la massima pendenza), richiede macchinari e tecniche più complesse e costose, e in alcuni casi, oltre certi valori di pendenza,

può divenire proibitiva per le macchine agricole. Per questo motivo sono necessari specifici incentivi per favorire il ricorso alle tecniche indicate.

Per quanto riguarda il ricorso alla fresatura del terreno nelle aree a vigneto, vale la pena evidenziare come uno studio specifico condotto in una tenuta sperimentale nella regione Piemonte ha messo in evidenza come il mantenimento dell'inerbimento nei vigneti, anche a prescindere dalla disposizione, determina effetti favorevoli sulla produzione vinicola, se non in termini quantitativi, sicuramente in termini qualitativi (LISA *et alii*, 2006). In particolare l'inerbimento ha determinato: una maggior difesa dai rischi erosivi, una minor erosione superficiale del terreno, una riduzione nelle asportazioni degli elementi nutritivi; il terreno inerbito è caratterizzato da: una maggiore portanza, una maggiore resistenza al traffico delle macchine; infine, l'inerbimento ha comportato: una sensibile riduzione della vigoria delle viti, una sensibile riduzione della produzione d'uva ma un netto aumento delle caratteristiche qualitative. Tali evidenze, in un comparto viti-vinicolo come quello della Val di Foro che punta sempre di più alle produzioni di qualità, suggeriscono l'importanza di favorire la pratica dell'inerbimento dei vigneti contribuendo a creare una sinergia tra miglioramento della produzione vinicola e azioni di protezione del suolo e di riduzione della sensibilità alla desertificazione.

7.4. Recupero e riuso della sostanza organica

Uno dei fenomeni capaci di determinare degradazione delle caratteristiche dei suoli e la conseguente perdita di produttività è proprio la diminuzione della sostanza organica nei suoli stessi. Inoltre terreni con basso contenuto organico hanno, in genere, scarse capacità di ritenzione idrica e sono perciò maggiormente soggetti a rapidi passaggi di acqua con conseguente perdita di nitrati. È perciò importante conservare, o ancora meglio aumentare, il contenuto organico di tali terreni.

Il recupero e il riuso della sostanza organica nei suoli costituisce, quindi, un aspetto fondamentale che può favorire la riduzione della sensibilità alla desertificazione. La sostanza organica da riutilizzare per arricchire i suoli, inoltre, può venire dal recupero dai residui delle attività agricole o della componente organica dei rifiuti solidi urbani; anche in questo caso, come per il riuso delle acque reflue, l'azione determina un beneficio doppio: i rifiuti, il cui smaltimento potrebbe essere fonte di problematiche ambientali complesse, diviene una risorsa.

7.4.1. Reimpiego dei residui colturali e della componente organica dei rifiuti solidi urbani per incrementare la sostanza organica nei suoli

La misura proposta prevede più azioni da svolgersi in parallelo. Da una parte l'incentivazione alla realizzazione di impianti di compostaggio per il trattamento dei residui colturali ed eventualmente dei residui da allevamenti, dall'altra il sempre maggiore ricorso alla raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani con la separazione della componente organica.

Il compost risulta infatti uno strumento particolarmente adatto all'utilizzo finalizzato all'incremento della sostanza organica nei suoli; ha un elevato valore agronomico, soprattutto se confrontato con i reflui zootecnici tal quali. Il compost presenta infatti le seguenti caratteristiche (da Codice Buona Pratica Agricola):

- è un prodotto caratterizzato da un contenuto di sostanza secca del 60-70%, stabilizzato e non maleodorante, ciò implica una riduzione in peso (il peso del prodotto finale rappresenta il 25-30% di quello iniziale), un minore volume occupato, una più omogenea struttura fisica, una gestione semplificata e agevole (è stoccabile in cumulo e convenientemente trasportabile a distanza);
- la sostanza organica presente è stabilizzata e parzialmente umificata; risulta, quindi, convenientemente impiegabile in pieno campo, anche a diretto contatto con le radici, per migliorare il tenore di sostanza organica dei terreni e quindi la loro fertilità;
- fornisce le migliori garanzie di igienizzazione, grazie alle elevate temperature che si raggiungono nel corso del processo;
- in funzione del materiale di partenza (residui colturali, refluo bovino, suino o avicolo), può apportare una discreta quantità di nutrienti;
- grazie alle caratteristiche fisico-chimiche che gli sono proprie, trova impiego come substrato di coltivazione nel settore ortoflorivaistico, e anche in settori extragricoli. Nel recupero di aree degradate, nella realizzazione di manti erbosi, quali parchi, campi sportivi, ecc.

Per tali caratteristiche, il compost può trovare, inoltre, una collocazione all'esterno dell'area di produzione del refluo zootecnico e rappresentare, pertanto, una soluzione quando si verifichi una situazione di eccedenza di liquami rispetto alla possibilità di utilizzazione agronomica in prossimità dell'allevamento o dell'attività agricola.

Tali azioni prevedono il coinvolgimento diretto delle aziende agricole e degli enti locali. Per le prime sono da prevedere incentivazioni specifiche, anche facendo riferimento a quanto considerato del PSR 2007-2013, al riuso del compost e della componente organica dei rifiuti solidi urbani; questi possono venire direttamente dal ciclo vitale dell'azienda agricola, e

quindi essere disponibili direttamente in loco, oppure venire dalla rete di raccolta differenziata degli enti locali, essendo disponibili facilmente in ambito comunale o intracomunale. Per i secondi sono da favorire sistemi di raccolta differenziata e di smaltimento efficiente dei rifiuti creando un ciclo diretto, almeno per le componenti organiche, in stretto collegamento con le aziende agricole locali. Ribadiamo che ciò può consentire un doppio beneficio in termini di abbattimento dei costi di smaltimento dei rifiuti e di riuso e incremento della sostanza organica nei suoli con conseguente aumenti delle capacità produttive e riduzione della sensibilità alla desertificazione.

7.5. Conservazione delle aree a vegetazione boschiva e arbustiva e gestione del patrimonio forestale

Le foreste, ed in parte le aree arbustive, svolgono un ruolo primario per la protezione del territorio. Contribuiscono infatti a determinare la regimazione delle acque di deflusso superficiale e la difesa dall'erosione dei suoli, l'inibizione dei fenomeni franosi, la difesa dalla caduta di massi, dalle valanghe ed anche dall'azione del vento. Sono inoltre fondamentali, come è ovvio, per la depurazione dell'aria e dell'acqua.

La conservazione delle aree a vegetazione boschiva e arbustiva può quindi favorire diversi fenomeni capaci di ridurre la sensibilità del territorio alla desertificazione:

- Diminuzione degli effetti dell'erosione per la presenza della copertura arborea;
- Stabilizzazione dei versanti in seguito all'azione degli apparati radicali;
- Rinnovazione naturale delle specie autoctone;
- Sviluppo della pedogenesi.

Tra le misure proposte nell'ambito del PAL si individuano in particolare l'incentivazione di rimboschimenti compatibili nelle aree sensibili alla desertificazione e la prevenzione e repressione del fenomeno degli incendi a carico della vegetazione.

7.5.1. Rimboschimenti compatibili

Il rimboschimento nelle aree a forte pendenza e lungo le scarpate che caratterizzano la parte alta dei versanti del Foro e dei suoi affluenti principali per l'area pedemontana e collinare può contribuire in maniera importante a mitigare la tendenza all'inaridimento e la sensibilità alla desertificazione. In particolare previene il degrado del suolo, i fenomeni di erosione accelerata e i fenomeni franosi. Inibendo direttamente i fenomeni di

desertificazione. Tali azioni, inoltre, si interfacciano positivamente anche con gli aspetti relativi al rischio idrogeologico secondo quanto indicato nel Piano di Assetto Idrogeologico.

La conservazione delle aree a vegetazione naturale boschiva e arbustiva, costituisce quindi una misura fondamentale tra quelle preposte nell'ambito del Piano di Azione Locale. Anch'essa, come molte delle misure precedentemente discusse, si inquadra con i piani e le normative a livello regionale. La Regione Abruzzo ha, infatti, in corso di approvazione la "legge regionale sulle foreste". Tra le diverse norme della legge, sono previsti finanziamenti specifici per la realizzazione di rimboschimenti compatibili con la vegetazione naturale. La normativa, nella sua forma attuale non ancora approvata, definisce la possibilità di finanziamenti fino al 50 % dell'importo totale dell'intervento.

Si propone a tal proposito di favorire particolarmente il rimboschimento compatibile, secondo le indicazioni della legge regionale sulle foreste, nelle aree sensibili alla desertificazione consentendo di aumentare il contributo regionale fino al 100%, sia nel settore montano che nel settore pedemontano.

7.5.2. Prevenzione e repressione del fenomeno degli incendi a carico della vegetazione

Gli incendi e le conseguenti devastazioni di ingenti porzioni del patrimonio forestale, che hanno interessato il centro-sud Italia, e in particolare l'Abruzzo, nella seconda metà di Luglio del corrente anno 2007, impongono di considerare tra le misure fondamentali di gestione del patrimonio forestale, la prevenzione e repressione del fenomeno degli incendi a carico della vegetazione.

Si tratta ovviamente di misure di carattere generale che richiedono azioni combinate di monitoraggio del territorio, di protezione civile a livello nazionale e regionale.

Nell'ambito del Piano di Azione Locale, si vuole sottolineare come gli incendi della vegetazione arborea e arbustiva siano capaci di innescare fenomeni, a volte irreparabili, di degradazione del suolo, di erosione e di perdita totale del suolo. Determinano, quindi, fenomeni evidenti di desertificazione anche in aree altrimenti non soggette o poco sensibili.

Tra le misure che si possono prevedere a livello locale, c'è sicuramente una forte azione di sensibilizzazione della popolazione e delle istituzioni locali, che chiarisca sempre di più gli effetti devastanti degli incendi sul territorio e sul suo ecosistema a livello sociale, economico e ambientale. Tale azione di sensibilizzazione può contribuire a determinare una azione di monitoraggio in continuo del territorio che solo una popolazione residente attenta può fornire.

7.6. Modalità di applicazione delle misure proposte

Le misure proposte nei paragrafi precedenti, come abbiamo visto caso per caso, si inquadrano già nell'ambito dei piani strategici della Regione Abruzzo e in parte nella Legge regionale sulle foreste in corso di approvazione.

L'applicazione e la messa in opera delle misure proposte può, quindi, in gran parte fare riferimento sia per quanto riguarda gli aspetti normativi che per gli aspetti finanziari specificamente al Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013 e al Piano di Tutela delle Acque in corso di approvazione.

Si prevede a tal proposito che le misure non espressamente previste possano essere integrate e inquadrate in quelle attualmente esistenti, facendo riferimento alle caratteristiche del territorio relativamente alla sensibilità alla desertificazione. Tra queste ricordiamo ad esempio l'integrazione di un fattore legato alla desertificazione nel calcolo del DMV dei corsi d'acqua, l'estensione del finanziamento per il rimboschimento nelle aree ad elevata sensibilità alla desertificazione, o ancora le misure a favore del riuso della sostanza organica nei terreni agricoli.

Tenendo conto delle esperienze condotte in altre regioni italiane (per ed. Basilicata) si vuole, infine, proporre uno strumento che a nostro avviso consente di ottenere benefici molteplici a livello sia ambientale che socio-economico, coinvolgendo direttamente le aziende agricole che operano sul territorio come attori della gestione sostenibile del territorio stesso. Tale strumento consentirebbe di applicare in maniera integrata le diverse misure proposte, tarandole di volta in volta in funzione delle caratteristiche specifiche del territorio, incrementando, così, esponenzialmente l'efficacia delle misure stesse.

Lo strumento proposto è un contratto stipulato tra un imprenditore agricolo e l'Ente territoriale, anche questo è inquadrabile nelle misure previste nel Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013. Con tale negozio giuridico, le due parti s'impegnano rispettivamente a gestire l'azienda in un'ottica di agricoltura sostenibile e multifunzionale e a sostenere finanziariamente il progetto per un periodo di tempo non inferiore ai 5 anni (2007-2013). Il contratto può essere configurato come segue:

- è un contratto individuale inserito in un accordo collettivo;
- è rivolto a tutte le aziende la cui missione è finalizzata alla salvaguardia dell'ambiente e alla valorizzazione delle produzioni tipiche di qualità;
- si fonda su un progetto globale derivante dall'integrazione tra analisi territoriale e obiettivi dell'imprenditore agricolo (approccio "bottom-up");
- integra le priorità agro-ambientali, quelle territoriali e quelle socio-economiche;

- si basa su un progetto-tipo contenente le misure-tipo (tra cui in particolare quelle previste nell'ambito del PAL), in base alle quali l'imprenditore definisce le azioni del progetto;
- è uno strumento finanziabile da tutti i Fondi Strutturali.

Tale strumento è finalizzato all'applicazione integrata delle misure previste nel PAL, integrate a quelle già previste nel Piano di Sviluppo Rurale e mira a definire un ciclo vitale completo per le aziende agricole, che in tutte le sue parti determini una minimizzazione degli impatti ambientali e soprattutto una riduzione drastica della sensibilità alla desertificazione. Tale esigenza nasce dalla consapevolezza che l'applicazione di singole misure può essere efficace, ma spesso può determinare un rapporto costi/benefici non giustificabile. La definizione di un ciclo vitale completo che, una volta a regime, minimizzi la necessità di risorse idriche, riduca l'impatto delle tecniche agricole, protegga il suolo, e anzi determini un suo arricchimento in sostanza organica, e magari favorisca il rimboschimento delle aree non coltivate, può a nostro avviso determinare innegabili vantaggi ambientali a più livelli ma anche ridurre i costi di gestione delle attività agricole e incrementare le potenzialità produttive.

8. BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER D. (1980) - *I calanchi—accelerated erosion in Italy*. Geography 65, 95– 100.
- ALMAGIÀ R. (1910) – *Studi geografici sulle frane in Italia*. Memorie Soc. Geogr. It., 14.
- ALVAREZ W. (1999) – “*Drainage on evolving thrust – belts. A study of transverse canyon in the Appennines*”. Basin Research, 11, 267-284.
- APAT (2005) – *La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000*. Rapporto 36/2005, Roma.
- APAT (2005) – Progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia). www.sinanet.apat.it/progettoiffi
- APAT. (2006) – La lotta alla desertificazione in Italia: stato dell’arte e linee guida per la redazione di proposte progettuali di azioni locali. Manuali e linee guida 41/2006.
- APAT. (2006) – Linee guida per l’individuazione delle aree soggette a fenomeni di siccità. Manuali e linee guida 42/2006; cap. 3, 53.
- ASCIONE A. & CINQUE A. (1999) - *Tectonics and Erosion in the Long Term Relief History of the Southern Apennines (Italy)*. Z. Geomorph. N.E., Suppl.-Bd. 118, 1-16, Berlin
- ASPETTI G.P., IANNETTA M. – *La sostanza organica e la desertificazione: aspetti sperimentali e modellistica*. ENEA, Roma.
- AUCCELLI, CAVINATO & CINQUE (1996) – “Indizi geomorfologici di tettonica plio-quadernaria sul piedimonte adriatico dell’Appennino abruzzese”. Il Quaternario 9(1), pp. 299-302, Verona.
- BARTOLINI C. (1992) – I fattori geologici delle forme del rilievo. Pitagora editrice, Bologna, 193 pp.
- BARTOLINI C., D’AGOSTINO N. & DRAMIS F. (2003) - *Topography, exhumation, and drainage network evolution of the Apennines*. Episodes 26 (3), 212-216.
- BASSIGNANA M. – *La riduzione della disponibilità di risorsa idrica sui sistemi agricoli di montagna: effetti, possibili adattamenti ed elementi normativi*. Institut Agricole Régional, Aosta F. Savoye, E. Viérin, N. Bétemps, Assessorato Agricoltura RAVA. Ministero dell’Ambiente e della Tutela dell’Ambiente e del Mar; Conferenza Nazionale 2007, sui Cambiamenti Climatici.
- BASSO F., BOVE E., DUMONTET S., FERRARA A., PISANTE M., QUARANTA G., TABERNER M. (2000b). *Evaluating Environmental Sensitivity at the basin scale through the use of Geographic Information Systems and Remote Sensed data: an example covering the Agri basin (southern Italy)*. Catena 40: 19–35.
- BASSO F., BOVE E., DUMONTET S., FERRARA A., PISANTE M., QUARANTA G., TABERNER. M. (2000) – *Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin Southern Italy*. Catena 40 (2000) 19–35.
- BASSO F., BOVE E., FERRARA A., PISANTE M., QUARANTA G. (2000a). *Land degradation and desertification processes in Agri Basin: prevention and management methodologies through use of remote sensing, low environment impact techniques and socio-economic issues*. In: Mediterranean desertification. Research results and policy implications, Proceedings International Conference on Mediterranean Desertification, Crete, Greece, 29 October - 01 November, 1996, Vol 2, (Balabanis P, Peter D, Grazi A, Tsogas M, eds), ISBN 92-828-8128-8, European Union 19303, pp. 441-458.
- BATHURST J.C., SHEFFIELD J., LENG X., QUARANTA G. (2003) – *Decision support system for desertification mitigation in the Agri basin, southern Italy*. Physics and Chemistry of the Earth 28 (2003) 579–587.

- BATTAGLIA S., LEONI L., SARTORI F., (2002) – *Mineralogical and grain size composition of clays developing calanchi and biancane erosional landforms*. *Geomorphology* 49, pp. 153–170.
- BERTIN L., DELLAVEDOVA R., GUALMINI M., ROSSI G., TOMASELLI M. (2003) - *Monitoring plant diversity in the Northern Apennines, Italy*. The Gloria Project. *Arch. Geobot.* Vol 7(1) 2001: 71-74.
- BIGI S., CALAMITA F., CELLO G., CENTAMORE E. DEIANA G., PALTRINIERI W., RIDOLFI M. (1995) – *Evoluzione messiniano-pliocenica del sistema catena avanfossa dell'area marchigiano-abruzzese esterna*. *Studi Geol. Camerti*, vol. spec. 1995/1, 171-183. Camerino.
- BIGI S., CENTAMORE E., NISIO S. (1997) – *Caratteri geologico-strutturali dell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese durante il Pleistocene*. *Studi Geol. Camerti*, XIV, 193-200, Camerino.
- BONARELLI G. (1931) – *Il Quaternario della Val di Nora in territorio di Catignano, prov. di Pescara*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, vol. 50, Roma.
- BONI C., BONO P., & CAPELLI G. (1986) – *Schema idrogeologico dell'Italia centrale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 35 (2).
- BORI I. (2006) – *Monitoraggio e valutazione funzionale degli interventi di rimboschimento e olivicoltura per la lotta alla desertificazione in Italia* ». Settore Suolo, Istituto Piante da Legno e Ambiente (IPLA spa) - Seminario Piano di Azioni Locale per la Regione Piemonte; Torino, 28 settembre 2006.
- BOSI C., GALADINI F. & MESSINA P. (1993) - *Neotectonic significance of bedrock fault scarps: case studies from the Lazio-Abruzzi Apennines (Central Italy)*. *Zeit. Geomorph. N.E., Suppl.-Bd.* 94, 187-206.
- BRIGGS D, GIORDANO A, CORNAERT M, PETER D, MAEF J (1992) - *CORINE soil erosion risk and important land resources in the southern regions of the European Community*. EUR 13233, Luxembourg.
- BUCCOLINI M., D'ALESSANDRO L., GENEVOIS R., SCIARRA N. (1994) – *Fontanelle landslide in Chieti territory (Abruzzo, Italy)*. *Congres International – Association International de Geologie de l'Ingenieur – International Congres – International Association of Engineering Geology*, 7, vol. III, 1721-1729.
- BUNTE K. & POESEN J. (1993) - *Effects of rock fragment covers on erosion and transport of non-cohesive sediment by shallow overland flow*. *Water Resources Research* 29,1415-1424.
- CALAMITA F., CELLO G. CENTAMORE E., DEIANA G., MICARELLI A., PALTRINIERI W. & RIDOLFI M. (1991) - *Stile deformativo e cronologia della deformazione lungo tre sezioni bilanciate dall'Appennino umbro-marchigiano alla costa adriatica*. *Studi Geol. Camerti, CROP 03, Vol. spec.*, 295 - 314.
- CALAMITA F., COLTORTI M., PICCININI D., PIERUCCINI P.P., PIZZI A., RIPEPE M., SCISCIANI V. & TURCO E. (2000) – *Quaternary faults and seismicity in the Umbro-Marchean Apennines (Central Italy): evidence from the 1997 Colfiorito earthquake*. *J. Geodyn.* 29, 245-264, 10 ff.
- CALAMITA F., COLTORTI M., PIERUCCINI P., PIZZI A. (1999) – *Evoluzione strutturale e morfogenesi plio-quaternaria dell'Appennino umbro-marchigiano tra il Pedeappennino umbro e la costa adriatica*. *Boll. S.G.I.*, 118, 125-139. Roma.
- CALAMITA F., SCISCIANI V., ADAMOLI L., BEN M.BAREK M. & PELOROSSO M. (2002) – *“Il sistema a thrust del Gran Sasso d'Italia (Appennino centrale)”*. *Studi Geol. Camerti*, n.s. 1/2002, 19-32, 1 tav. f.t.
- CANTALAMESSA G. & DI CELMA C. (2004) - *Sequence response to syndepositional regional uplift: insights from high-resolution sequence stratigraphy of late Early Pleistocene strata, Periadriatic Basin, central Italy*. *Sedimentary Geology*, 164(3-4) 283-309.
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., COLALONGO M.L., MICARELLI A., NANNI T., PASINI G., POTETTI M., RICCI LUCCHI F. (1986) – *Il Plio-Pleistocene delle Marche*”. In “Il Plio-

- Pleistocene marchigiano-abruzzese Guida all'escursione del 73° Congresso della SGI, 7-10/10/1986 Camerino, pp 5-10.
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALOU P., MICARELLI A., PENNESI T., POTETTI M., BIGI S., & NISIO S. (1996) *Ciclicità nella successione marina plio-pleistocenica del bacino periadriatico marchigiano-abruzzese (Italia centrale)*. XIII Conv. Soc. Paleont. It.. Parma 10-13 settembre 1996
- CASTIGLIONI B. (1935a) – *Sulle cause delle deviazioni dei fiumi*. Zeit. fur Geomorph., 8, 224-253, 4 ff.
- CASTIGLIONI B. (1935b) – *Ricerche morfologiche nei terreni Pliocenici dell'Italia centrale*. Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia della R. Università di Roma, serie A, n. 4, Roma.
- CAVINATO G. P., CARUSI C., DALL'ASTA M., MICCADEI E. & PIACENTINI T. (2002) - *Sedimentary and tectonic evolution of Plio-Pleistocene alluvial and lacustrine deposits of Fucino Basin (Central Italy)*. Sedimentary Geology, 148, 29-59, Elsevier Science, B.V., Amsterdam.
- CAVINATO G.P., COSENTINO D., DE RITA D., FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1994) – *Tectonic-sedimentary evolution of intrappenninic basins and correlation with the volcano-tectonic activity in Central Italy*. Mem. Descr. Carta Geol. D'It., 49, 4 figg.
- CECCARELLI T., GIORDANO F., LUISE A., PERINI L. & SALVATI L. (2006) – *La vulnerabilità alla desertificazione in Italia: raccolta, analisi, confronto e verifica delle procedure cartografiche di mappatura e degli indicatori a scala nazionale e locale*. APAT, CRA. Manuali e linee guida 40/2006.
- CELICO P. (1978-79) – *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl. Univ. Napoli, 12. 2-33.
- CELICO P. (1983) – *Idrogeologia dell'Italia centro meridionale*. Quaderni della Cassa del Mezzogiorno 4 (2).
- CENTAMORE E. & NISIO S. (2003) – *Effects of uplift and tilting in the Central-Northern Apennines (Italy)*. Quaternary International, 101-102, 93-101.
- CENTAMORE E. BIGI S. BERTI D. MICARELLI A. (1992) – *Nuovi dati sui depositi neogenici d'avanfossa del pescaraese*. Bollettino SGI, 111, 437-448.
- CENTAMORE E., CICCACI S., DEL MONTE M., FREDI P. & LUPA PALMIERI E. (1996) – *Morphological and morphometric approach to the study of structural arrangement of northeastern Abruzzo (central Italy)*. Geomorphology, 16, 127-137, Amsterdam (Netherlands).
- CENTAMORE E., DRAMIS F., FUBELLI G. & NISIO S. (2003) - *Successioni continentali del settore settentrionale dell'Appennino laziale-abruzzese: elementi stratigrafici e morfologici*. In comitato organizzatore: BOSI C., CAVARRETTA G., CAVINATO G.P., CINQUE A., COLTORTI M., DRAMIS F. & MESSINA P. “Giornate di studio sul tema: successioni continentali nell'Appennino centro-meridionale”, 14-16, Roma, 20-21 febbraio 2003.
- CENTAMORE E., NISIO S., PRESTININZI A. & SCARASCIA MUGNOZZA G. (1997) – “*Evoluzione morfodinamica e fenomeni franosi nel settore periadriatico dell'Abruzzo settentrionale*”. Studi Geologici Camerti, vol. XIV, 9-27.
- CHIARAMONTI D. , GRIMM H.P. , EL BASSAM N. , CENDAGORTA M. (2000) – *Energy crops and bioenergy for rescuing deserting coastal area by desalination: feasibility study*. Bioresource Technology 72, 131-146.
- CHIUCCHIARELLI I., SANTUCCI S., PAOLANTI M. & RIVIECCIO R. (2006) – *Atlante dei suoli - Carta dei Suoli della Regione Abruzzo (scala 1:250.000)*. Centro Studi SAPA - ARSSA Regione Abruzzo.
- CHIUCCHIARELLI I., SANTUCCI S., PAOLANTI M. & RIVIECCIO R. (in stampa a) – *Ambienti e territori – Carta dei suoli della Regione Abruzzo 1:250.000*. Centro Studi SAPA - ARSSA Regione Abruzzo.

- CHIUCCHIARELLI I., SANTUCCI S., PAOLANTI M. & RIVIECCIO R. (in stampa b) – *Carta dei Suoli della Regione Abruzzo (scala 1:250.000)*. Centro Studi SAPA - ARSSA Regione Abruzzo.
- CICCACCI S., FREDI P., LUPIA PALMIERI E. & PUGLIESE F. (1981) – *Contributo dell'analisi geomorfica quantitativa alla valutazione dell'entità dell'erosione nei bacini fluviali*. Boll. Soc. Geol. It., 99, (1980), 455-516.
- CINQUE A., LICCARDO C., PALMA B., PAPPALARDO L., ROSSKOPF C. & SEPE C. (1990) – “*Le tracce glaciali nel Parco Nazionale d'Abruzzo (Appennino centrale): nota preliminare*”. Geogr. Fis. Din. Quat., 13, 121-133.
- CIPOLLARI P. & COSENTINO D. (1996) - *Il sistema Tirreno-Appennino: segmentazione litosferica e propagazione dei fronte compressivo*. In: CELLO G., DEIANA G. & PIERANTONI P.P. "Geodinamica e tettonica attiva del sistema Tirreno-Appennino", Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1995/1, 37-49, Camerino.
- CIPOLLARI, P., COSENTINO, D., PAROTTO, M. (1997) - *Modello cinematicostrutturale dell'Appennino centrale*. In: CELLO, G., DEIANA, G., PIERANTONI, P.P. (Eds.), “Geodinamica e tettonica attiva del sistema Tirreno-Appennino”, Studi Geologici Camerti Camerino, Italy, volume speciale, 1995/2, pp. 135–143.
- COLTORTI M., FARABOLLINI P., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1996) – *Geomorphological evidence for anti-Appennine faults in the Umbro-Marchean Apennines and in the peri-Adriatic basin, Italy*. Geomorphology, 15, 33-45, 6 ff.
- COSTANTINI E. A.C., CASTELLI F. & L'ABATE G. – *User of EPIC Model to Estimate Soil Moisture and Temperature Regimes for Desertification Risk in Italy*. Advances in GeoEcology 36, 251-263.
- COSTANTINI E., BOCCI M., L'ABATE G., FAIS A., LEONI G., LOJ G., MAGINI S., NAPOLI R., NINO P., PAOLANTI M., SALVESTRINI L., TASCONE F., URBANO F. (2004). - *Mapping the State and Risk of Desertification in Italy by means of Remote Sensing, Soil GIS and the EPIC Model. Methodology Validation on the Island of Sardinia, Italy*.
- CRESCENTI U. (1972) – *Sulla deviazione dei fiumi marchigiani*. GEOL. APPL. E IDROG., 7, 45-55. BARI.
- CROP11 Civitavecchia-Vasto", Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1991/2, 287-294, Camerino
- CURRADO C. & D'AMBROGI C. (2002) – *Plio-Pleistocene morphostructural evolution of Chieti sector in the Periadriatic Basin: an example of integrated analysis*. Mem. Soc. Geol. It., 57, 501-508, 5 ff., 2 tabb.
- CURRADO C. & FREDI P. (2000) – *Morphometric parameters of drainage basins and morphotectonic setting of eastern Abruzzo*. Mem. SGI, 55, 411 – 419.
- D'AGOSTINO N., JACKSON J.A., DRAMIS F. & FUNICIELLO R. (2001) - *Interaction between mantle upwelling, drainage evolution and active normal faulting: an example from the central Apennines (Italy)*. Geophys. J. Int., 147, pp. 475-497.
- D'ALESSANDRO L. (1996) - *Sul dissesto geomorfologico in Italia*. Geogr. Fis. e Din. Quat., 19, 94-103. Torino.
- D'ALESSANDRO L. (2006) – *Le spiagge dell'Abruzzo*. Studi Costieri 10, 71-76.
- D'ALESSANDRO L. & PANTALEONE A. (1991) – “*Caratteristiche geomorfologiche e dissesti nell'Abruzzo sud-orientale*”. Mem. Soc. Geol. It., 37, 805-821.
- D'ALESSANDRO L., BERTI D., BUCCOLINI M., MICCADEI E., PIACENTINI T. & URBANI A. (2003a) - *Relationships between the geological-structural framework and landslide types in Abruzzi (Central Apennine)*. In: “Atti 1° Congresso Nazionale AIGA”, Chieti, 19-20 Febbraio 2003”; 255-275. Rendina Editori, Roma ISBN-88-86698-40-2.
- D'ALESSANDRO L., BUCCOLINI M., MICCADEI E., PIACENTINI T., SCALELLA G., PARON P., RICCI F. (2003b) - *Geomorphological framework of the Adriatic shoreline between the*

- Tronto River and the Trigno River*. In: Ozhan E. Ed., Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 03, Ravenna, Italy, 1505-1516.
- D'ALESSANDRO L., MICCADEI E. & PIACENTINI T. (2003c) – *Morphostructural elements of central-eastern Abruzzi– contributions to the study of the role of tectonics on the morphogenesis of the Apennine chain*. In– "Uplift and erosion– driving processes and resulting landforms". Quaternary International, 101-102C, 115-124, Elsevier Science Ltd and INQUA, Oxford U.K.
- D'ALESSANDRO L., MICCADEI E., PIACENTINI T. & BERTI C. (2006) - *Lineamenti morfostrutturali dell'Abruzzo centro-orientale*. In Atti 83° Riunione estiva della Società Geologica Italiana, Chieti, 12-16 settembre 2006; 193-197.
- D'ALESSANDRO L., MICCADEI E. & PIACENTINI T. (in stampa) - *Morphotectonic study of the lower Sangro River valley (Abruzzi, Central Italy)*. In: P. G. Silva, F.A. Audemard and A. E. Mather Eds. "Impact of active tectonics and uplift on fluvial landscapes and river valley development". Geomorphology
- D'ANGELO M., ENNE G., MADRAU S., PERCICH L., PREVITALI F., PULINA G., ZUCCA C. (2000) – *Mitigating land degradation in Mediterranean agro-silvo-pastoral systems: a GIS-based approach*. Catena 40, 37–49.
- DAMIANI A.V. & PANNUZI L. (1987) - *La glaciazione pleistocenica nell'Appennino laziale-abruzzese.IV nota: i ghiacciai del gruppo montuoso della Genzana (Scanno-Sulmona) e considerazioni neotettoniche*. Boll. Serv. Geol. It., 105, 97-136, Roma.
- DE VITA P. , DI PAOLO E., FECONDO G., DI FONZO N., PISANTE M. (2007) – *No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy*. Soil & Tillage Research 92, 69–78.
- DEL MONTE M., DI BUCCI D.& TRIGARI A. (1996) - *Assetto morfotettonico della regione compresa tra la Majella e il Mare adriatico (Appennino Abruzzese)*. Mem. Soc. Geol. It., 51, 419-430.
- DELLA SETA M. (2003) – *L'analisi geomorfica quantitativa nello studio dell'evoluzione morfotettonica recente della fascia peri-adriatica marchigiano-abruzzese*. Tesi di Dottorato, XV ciclo.
- DELLA SETA M., DEL MONTE M., FREDI P., MICCADEI E., NESCI O., PAMBIANCHI G., PIACENTINI T. & TROIANI F. (in stampa) - *Morphotectonic evolution of the Adriatic piedmont of the Apennines: an advancement in the knowledge of the Marche-Abruzzo border area*. In: P. G. Silva, F.A. Audemard and A. E. Mather Eds. "Impact of active tectonics and uplift on fluvial landscapes and river valley development". Geomorphology
- DEMANGEOT J. (1965) – *Géomorphologie des Abruzzes Adriatiques*. Centre Recherche et Documentation Cartographiques Memories et Documents, Numero hors serie, 1-403, Paris.
- DESIDERIO G., NANNI T. & RUSI S. (2003) – "La pianura del fiume Vomano (Abruzzo): idrogeologia, antropizzazione e i suoi effetti sul depauperamento della falda". Boll. Soc. Geol., 122, 421-434.
- DI LENA B., ANTENUCCI F.– *Impiego dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) per l'analisi del regime pluviometrico della regione Abruzzo*. Regione Abruzzo - ARSSA - Centro Agrometeorologico Regionale, 54-55.
- DI STEFANO C., FERRO V. (2005) – *Zonizzazione climatica del territorio siciliano per la determinazione delle aree sensibili alla desertificazione*. Riv. di Ing. Agr. 2, 79-89.
- DRAMIS F. (1992)– *Il ruolo dei sollevamenti tettonici a largo raggio nella genesi del rilievo appenninico*. Studi geologici Camerti, Vol. Spec. 1991/2, 9-15.
- DRAMIS F., PAMBIANCHI G., NESCI O. & CONSOLI M. (1992) - *Il ruolo di elementi strutturali trasversali nell'evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica della regione marchigiana*. In: TOZZI M., CAVINATO G.P. & PAROTTO M. "Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo

- DRAMIS, F., (1993) - *Il ruolo dei sollevamenti tettonici a largo raggio nella genesi del rilievo appenninico*. In (a cura di) Farabollini P., Invernizzi, C., Pizzi, A., Cavinato, G.P., Miccadei, E.,: "Evoluzione geomorfologica e tettonica quaternaria dell'Appennino centro-meridionale", Studi Geologici Camerti, volume speciale, 1992/1, pp. 9-15.
- DRAMIS, F, GENTILI B., COLTORTI M. & CHERUBINI C., (1982) - *Osservazioni geomorfologiche sui calanchi Marchigiani*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 38-45.
- DUFAURE J.J., BOSSUYT D. & RASSE M. (1989) - *Critères Géomorphologiques de néotectonique verticale dans l'Apennin central Adriatique*. Bull. Afeq, 1989/3, pp. 151-160.
- DUNJO G., PARDINI G., GISPERT M. (2004) - *The role of land use-land cover on runoff generation and sediment yield at a microplot scale, in a small Mediterranean catchment*. Journal of Arid Environments 57, 99-116.
- ELMI C. (1991) - *Anomalie del reticolo idrografico nell'Appennino centro-settentrionale: evoluzione geomorfologica e neotettonica*. Giornale di Geologia, ser. 3a vol. 53/2, 81-92, Bologna.
- FARABOLLINI P. (1995) - *Evoluzione geomorfologica quaternaria della fascia periadriatica tra Ancona e Vasto*. Tesi di dottorato inedita, Univ. Perugia.
- FARABOLLINI P., COLTORTI M., MICCADEI E. & PIERUCCINI P. (2004a) - *Late Pleistocene-Holocene fluvial stratigraphy and geomorphology of the eastern Marche-Abruzzi area (Central Italy)*. FLAG-SEQS 2004. Fluvial Archive Group, Subcommission for Quaternary Stratigraphy of Europe. Siena, 7-11 September 2004.
- FARABOLLINI P., MATERAZZI M., MICCADEI E. & PIACENTINI T. (2004b) - *I travertini dell'Italia centrale adriatica - genesi, cronologia e significato geomorfologico e paleoambientale*. Il Quaternario Italian Journal Of Quaternary Sciences, 17 (2/1), 259-272, Roma.
- FERRARA A., BELLOTTI A., FARETTA S., MANCINO G., BAFFARI P., D'OTTAVIO A., TRIVIGNO V. (2005) - *Carta delle aree sensibili alla desertificazione della Regione Basilicata*. Forest@ 2(1), 66-73.
- FERRARA A., BELLOTTI A., FARETTA S., MANCINO G., TABERNER M. (1999). *Identification and assessment of environmentally sensitive areas by Remote Sensing*. MEDALUS III 2.6.2. OU Final Report. King's College, London. Vol 2, pp. 397-442.
- FRANCIS & THORNES, (1990) - *Runhoff Hydrographs from three Mediterranean vegetation cover types*. In: *Vegetation and erosion, processes and environments*. John Wiley & Sons, Chichester, 333-352 pp.
- GEERKEN R., ILAIWI M. (2004) - *Assessment of rangeland degradation and development of a strategy for rehabilitation*. Remote Sensing of Environment 90, 490-504.
- GENESIO L. (2004) - *WP A10 - Azione pilota in Toscana: Integrazione dei dati climatici, telerilevati e socio-economici per la definizione di indicatori di vulnerabilità alla desertificazione*. - IBIMET CNR. International Conference DESERTNET for the UNCCD implementation in the Annex IV Alghero (Italy) 30/9 - 02/10/04.
- GHISSETTI F., VEZZANI L. (1998) - *Ruolo della tettonica trascorrente nella costruzione neogenica della catena appenninica*. Volume del 78° Congresso S.G.I., 78, 480-481. Palermo.
- GIRAUDI C. (1998) - *Nuovi dati sul glacialismo della Montagna della Maiella (Abruzzo, Italia centrale)*. Il Quaternario, It. J. Quat. Sciences, 11(2), 265-271.
- IANNETTA M., FELICI F., DI GENNARO A. (2005) - *Impatto dei cambiamenti d'uso del suolo sui fenomeni di desertificazione*. Convegno ClimAgri, 27-28 giugno 2005, Ancona.
- IMPEDOVO A. (2006) - *Seminario: Il Piano di Azioni Locale (PAL) della Regione Piemonte*. Seminario: Il Piano di Azioni Locale (PAL) della Regione Piemonte; Torino, 28 settembre 2006.
- INEA (2001) - *Lo stato dell'irrigazione in Abruzzo*. Programma Operativo Multiregionale "Ampliamento e adeguamento della disponibilità e dei sistemi di adduzione e di

distribuzione delle risorse idriche nelle Regioni dell'Obiettivo 1" Reg (CEE) n. 2081/93 - QCS 1994/99

- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007a) – *Climate Change 2007: I Principi Fisici di Base – Sintesi per Policymaker*. Contributo del Gruppo di Lavoro I al Quarto Rapporto di Valutazione del Comitato Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici. IPCC Ed. <http://www.ipcc.ch>, pp. 1-21.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007b) – *Climate Change 2007: Gli Impatti dei Cambiamenti Climatici, l'Adattamento e la Vulnerabilità – Sintesi per Policymaker*. Contributo del Gruppo di Lavoro II al Quarto Rapporto di Valutazione del Comitato Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici. IPCC Ed. <http://www.ipcc.ch>, pp. 1-23.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007c) – *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change – Sintesi per Policymaker*. Contributo del Gruppo di Lavoro III al Quarto Rapporto di Valutazione del Comitato Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici. IPCC Ed. <http://www.ipcc.ch>, pp. 1-23.
- ISTAT (2001) – *14° censimento della popolazione e delle abitazioni*. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
- ISTAT (2002) – *5° censimento dell'agricoltura, presentazione dei dati definitivi Abruzzo*. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
- KASSAS M. (1999) – *Rescuing drylands: a project for the world*. Futures 31,949–958.
- KOSMAS C., DANALATOS N. G., POESEN J. & VAN WESEMAEL, B., (1998) - *The effect of water vapour adsorption on soil moisture content under Mediterranean climatic conditions*. Agricultural Water Management J., 36:157-168.
- KOSMAS C., DANALATOS N., CAMMERAAT L.H., CHABART M., DIAMANTOPOULOS J., FARAND R., GUTIERREZ L., JACOB A., MARQUES H., MARTINEZ-FERNANDEZ J., MIZARA, A. MOUSTAKAS N., NICOLAU J.M. OLIVEROS C., PINNA G., PUDDU R., PUIGDEFABREGAS J., ROXO M., SIMAO A., STAMOU G., TOMASI N., USAI D. & VACCA, A. (1997) - *The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions*. Catena, 29:45-59.
- KOSMAS C., KIRBY M. & GEESON N. (1999) – *Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification*. In: the MEDALUS project – Mediterranean desertification and land use. European Commission, Brussels.
- LEO A. (2006). – *Il Piano di Azioni Locale (PAL) della Regione Piemonte*. Seminario: Il Piano di Azioni Locale (PAL) della Regione Piemonte; Torino, 28 settembre 2006.
- LIPPARINI T. (1939) - *I terrazzi fluviali delle Marche*. Giorn. Geol., ser. II, 13, 5-22.
- LISA L., FERRERO A., LISA L., PARENA S., RABINO M., PARAVIDINO E., BONIFACINO G., TRAGNI R., MARCHESE E. (2006) - *Erosione del suolo: confronto tra inerbimento e diverse modalità di lavorazione del terreno nei vigneti*. CNR – IMAMOTER – Torino, Tenuta Cannona Centro Sperimentale Vitivinicolo della Regione Piemonte – Carpeneto (AL). Seminario “Il Piano di Azioni Locale (PAL) della Regione Piemonte”, Torino – Carpeneto (AL), 28-29 settembre 2006.
- LISA L., FERRERO A., PARENA S. – « *Erosione del suolo confronto tra inerbimento e diverse modalità di lavorazione del terreno*». CNR – IMAMOTER – Torino.
- LUPIA PALMIERI E., BIASINI A., CAPUTO C., CENTAMORE E., CICCACCI S., DEL MONTE M., FREDI P. & PUGLIESE F. (2001) – “*Geomorfologia quantitativa e morfodinamica del territorio Abruzzese: III – Il bacino idrografico del F. Saline*”. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, pp. , Torino.
- LUPIA PALMIERI E., CENTAMORE E., CICCACCI S., D’ALESSANDRO L., DEL MONTE M., FREDI P. & PUGLIESE F. (1998) – *Geomorfologia quantitativa e morfodinamica del territorio abruzzese– il bacino idrografico del Fiume Tordino*. Geogr. Fis. Din. Quat., 21, 113-129, Torino.

- LUPIA PALMIERI E., CICACCI S., CIVITELLI G., CORDA L., D'ALESSANDRO L., DEL MONTE M., FREDI P. & PUGLIESE F. (1995) – *Geomorfologia quantitativa e morfodinamica del territorio abruzzese – I – il bacino idrografico del Fiume Sinello*". Geogr. Fis. e Din. Quat., 18, 31-46.
- MANFREDINI M. (1963) – *Caratteristiche geologiche e idrogeologiche della sorgente del Foro*. In: Assessorato LL.PP. Reg. Abruzzo (Eds), Sul filo dell'acqua. Acquadotti d'Abruzzo 1985.
- MAYER L., MENICETTI M., NESCI O. & SAVELLI D. (2003) – *Morphotectonic approach to the drainage analysis in the North Marche region, central Italy*. Quaternary International, 101-102, 157-167.
- MAZZANTI R. & TREVISAN L. (1978) - *Evoluzione della rete idrografica nell'Appennino centro-settentrionale*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1, 55-62, 8 figg., 1 tav.
- MICCADEI E. (1993) - *Geologia dell'area Alto Sagittario-Alto Sangro*. Geologica Romana 29, 463-481, 15 ff, 1 Carta f.t., Roma.
- MICCADEI E., BARBERI R. & CAVINATO G.P. (1999) - *La geologia della Conca di Sulmona*. Geol. Rom. 34 (1998), 58-86, 1 carta f.t., Roma.
- MICCADEI E., BARBERI R., D'ALESSANDRO L. & PIACENTINI T. (2002) - *Morphostructural evolution of the Peligna region during the Quaternary (Central Apennine, Abruzzi, Italy)*. In: Carulli G.B. & Ponton M. eds. "Tra Alpi, Dinaridi e Adriatico, Atti 80° Riunione estiva Società Geologica Italiana", Mem. Soc. Geol. It. 57; 493-500. Roma, 2002.
- MORGAN R.P.C. (2005) - *Soil Erosion and Conservation (third edition)*. Blackwell Publishing, 320 pp.
- MOTRONI A., CANU S., BIANCO G. & LOJ G. (2004)- *Carta delle aree sensibili alla desertificazione (environmentally sensitive areas sto desertification, ESAs)*. Relazione Tecnica.
- NANNI T. & RUSI S. (2003) – *Idrogeologia del massiccio carbonatico della montagna della Macella (Apeino centrale)*. Boll. Soc. Geol. It., 122.
- NESCI O. & SAVELLI D. (2003) - *Diverging drainage in the Marche Apennines (central Italy)*. Quaternary International, 101-102, 203-209.
- NESCI O., SAVELLI D. & VENERI F. (1992) - *Terrazzi vallivi e superfici di spianamento nell'evoluzione del rilievo appenninico nord-marchigiano*. Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1992/1, 175-180, 3 figg.
- NESCI O., SAVELLI D., CALDERONI G., ELMI C. & VENERI F. (1995) - *Le antiche piane di fondovalle nell'Appennino nord-marchigiano*. In: Assetto fisico e problemi ambientali delle pianure italiane. Mem. Soc. Geogr. It., 53, 293-312, 3 figg., 1 tab.
- ORI G.G., SERAFINI G., VISENTINI C., RICCI LUCCHI F., CASNEDI R., COLALONGO M.L. & MOSNA S. (1991) – *The Pliocene – Pleistocene adriatic foredeep (Marche and Abruzzo, Italy)– an integrated approach to surface and subsurface geology*. 3rd E.A.P.G. Conference, Florence.
- PANIZZA M. (1997) - *Breviario dei rapporti fra geomorfologia e neotettonica*. Il Quaternario, 10(2), 267-272, 6 figg.
- PAOLO G AND ROSSI G. (2007) - *Upward migration of vascular plants following a climate warming trend in the Alps*. Basic and Applied Ecology, 9.
- PAROTTO M. & PRATURLON A. (1975) – *Geological summary of the Central Apennines*. In: L. OGNIBEN, M. PAROTTO, A. PRATURLON (Eds): "Structural Model of Italy", Quad. Ric. Sci., 90: 257-311.
- PAROTTO M. (1980) – *Appennino centrale*. Simp. Pubbl. XXVI Congresso Geol. Int. Di Parigi, 33-37.
- PATACCA E. & SCANDONE P. (1989) – *Post Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithospheric slab*". In the Litosphere in Italy, Accademia Nazionale dei Lincei, vol. 80, pp. 157-176, Roma.

- PATACCA E., SCANDONE P. (2007) – Geology of the Southern Apennines. *Boll. Soc. Geol. It. Special Issue 7*, 75-120.
- PAYAN J. C., DE CORTÁZAR A., IÑAKI G., SEGUIN B. (2006) – *Cambiamenti climatici e Risorse idriche, come integrare i dati meteorologici per meglio gestire lo stato idrico del vigneto*. *Entrepreneurs viti-vinicoles Rhône Méditerranée* 2006, 1-15.
- PIZZI A. & SCISCIANI V. (2000) - *Methods for determining the Pleistocene Holocene component of displacement on active faults reactivating pre Quaternary structures. Examples from the Central Apennines*. *Journ. Geodyn.*, 29, 445-457.
- PIZZI A. (2003) – *Plio-Quaternary uplift rates in the outer zone of Central Apennines fold-and-thrust belt, Italy*. *Quat. Intern.*, 101-102, 229-237, 7 ff.
- POESEN J., & LAVÉE H., (1994) - *Rock fragments in top soils: significance and processes*. *Catena*, 23:1-28.
- POESEN J., VAN WESEMAEL B., BUNTE K., & BENET, A., (1998) - *Variation of rock fragment cover and size along semiarid hillslopes: A case study from southern Spain*. *Geomorphology* Volume: 23, Issue: 2-4, June, 1998, pp. 323-335.
- POESEN, J., TORRI, D., & BUNTE K. (1994) - *Effects of rock fragments in soil erosion by water under different spatial scales: a review*. *Catena*, 23:141-166.
- PREFASE (2005) – *The role of UNEP in desertification research and mitigation*. *Journal of Arid Environments* 63, 533–534.
- PROGETTO SEDEMEDI II (2004)– *Lotta alla siccità e alla desertificazione*. Convegno, siccità e desertificazione. Programma Comunitario INTERREG III B MEDOCC.
- QUARANTA G. (2004) – *Il progetto DESERTLINKS e il sistema degli indicatori: DIS for ME uno strumento operativo per la gestione del territorio*». Conferenza Interregionale su Siccità e Desertificazione. Grand Hotel Pianeta Maratea, 22-24 luglio 2004.
- REGIONE ABRUZZO (2004) – *Attuazione del d.m.185/03 (regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'art. 26, comma 2, del Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152)*. Coordinatore del progetto Prof. R. Volpe. Università degli Studi di L'Aquila, Dipartimento di Chimica, Ingegneria chimica e Materiali
- REGIONE ABRUZZO (2004) – *Piano di tutela delle acque*. (L.Dgs. 11.05.1999 n. 152 e s.m.i.). Direzione Territorio, Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Politiche Gestione Dei Bacini Idrografici Regione Abruzzo.
- REGIONE ABRUZZO (2005) - *“Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino del Fiume Sangro”*. (L.R. 18.05 1989 n.81 e L. 24.08.2001). Servizio Difesa del Suolo Regione Abruzzo.
- REGIONE ABRUZZO (IN STAMPA) – *Redazione del Piano di Tutela delle acque: Relazione generale Sezione IV. Il Piano di Tutela delle acque – Quadro programmatico*». REGIONE ABRUZZO Direzione Territorio, Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici.
- RONCHI C. (2006) – *Rilevamento ed elaborazione dei dati sulle precipitazioni e la rappresentazione dell'indice SPI a scala regionale*. Seminario: Il Piano di Azioni Locale (PAL) della Regione Piemonte; Torino 28 Settembre 2006.
- ROSSI G., PAROLO G., DELLAVEDOVA R. (2004) - *Gli organismi vegetali come bioindicatori dei cambiamenti climatici: il progetto GLORIA*. Atti del Convegno Acque a Cremona. In Museo Civico di Storia Naturale di Cremona, pag.81-94
- RUBINO P., LONIGRO A., VOLPE D. – *Uso irriguo di acque reflue urbane depurate su due colture orticole in successione: pomodoro da industria e finocchio*. Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali – Università degli Studi di Bari.

- RUBIO J. L. & BOCHET E. (1998) – *Desertification indicators as diagnosis criteria for desertification risk assessment in Europe*. Journal of Arid Environments 39, 113–120.
- SCISCIANI V.; TAVARNELLI E.; CALAMITA F.; PALTRINIERI W. (2002) – *Pre thrusting normal faults within syn-orogenic basins of the Outer Central Apennines, Italy: implications for Apennine tectonics* Boll. Soc. Geol. It., vol. spec 1, 295-304.
- SERVIZIO GEOLOGICA D'ITALIA (1969) - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 Foglio 141, Pescara*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1970) - *Foglio 147 Lanciano della Carta Geologica d'Italia al 1:100.000 rilevato da V. Catenacci, E. Davico & F. Casella*. Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa) - *Foglio 361 Chieti della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000*. Serv. Geol. d'Italia, Roma.
- SHARMA K. D.(1998) – *The hydrological indicators of desertification*. Journal of Arid Environments 39, 121–132.
- SIVAKUMAR M.V.K., GOMMES R., BAIER W. (2000) – *Agrometeorology and sustainable agriculture*. Agricultural and Forest Meteorology 103, 11–26.
- SPANNA F. – *Il monitoraggio agrometeorologico in Piemonte ed i servizi di divulgazione delle informazioni*. Seminario: Il Piano di Azioni Locale (PAL) della Regione Piemonte; Torino, 28 settembre 2006.
- STANISCI A., PELINO G., GUI SAN A. (2005) - *Cambiamenti climatici ed effetti sulla flora d'alta quota nel Parco nazionale della Majella*. In La biodiversità vegetale nelle aree protette in Abruzzo. Studi ed esperienze a confronto. A cura del Parco Nazionale della Majella. p.192-209.
- STRAHLER A.N. (1956) – *Quantitative slope analysis*. Geol. Soc. American Bull., 67, 571-596.
- THOMAS D.S.G. (1997) - *Science and the desertification debate*. Journal of Arid Environments 37, 599–608.
- TRABAUD L. (1981) - *Man and fire: impacts on Mediterranean vegetation*. in F. di Castri, D. W. GOODAL and R.L. SPECHT (eds). *Mediterranean-type shrublands, Ecosystems of the world*, 11, Elsevier, Amsterdam, 523-537.
- UFFICIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO DI PESCARA (1997) – “*Annali idrologici 1994*”. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- UNCCD (1994) - *Elaboration of an International Convention to combat Desertification in countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa*. Final text of the Convention.
- VERON S.R., PARUELO J.M., OESTERHELD M. (2006) – *Assessing desertification* ». Journal of Arid Environments 66, 751–763.
- VEZZANI L. & GHISETTI F. (1997) - *Domini in compressione e in distensione al retro dei fronti del Gran Sasso - M. Picca e del M. Morrone: il ruolo della zona di taglio Avezzano - Bussi (Appennino centrale)*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1995/2, 475-490.
- VIANELLO G., ZAMBONI N. – *La normativa sull'utilizzo delle acque reflue in agricoltura*. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali – Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo (CSSAS) – Facoltà di Agraria – Università di Bologna.
- VIVEK K. ARORA (2002) – *The use of the aridity index to assess climate change effect on annual runoff*. Journal of Hydrology 265, 164–177.
- WILHELMI O. V. & WILHITE. D. A. (2002) – *Assessing Vulnerability to Agricultural Drought: A Nebraska Case Study*. Natural Hazard 25, 37-58.
- WILHITE D. A., SVOBODA M. D. & HAYES. M. J. (2007) – *Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness*. Water Resource Management 21, 763–774.