



APAT

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici

LA ZONA UMIDA 'TORBIERA': INDIVIDUAZIONE DELLE PRESSIONI E DEL BUFFER

CASO STUDIO:

**'PANTANO ZITTOLA - FEUDO VAL COCCHIARA'
(ISERNIA - MOLISE)**



CTN_NEB

Centro Tematico Nazionale Natura e Biodiversità



La Zona Umida "Torbiera": individuazione delle pressioni e del buffer

**Caso studio: "Pantano Zittola - Feudo Val Cocchiara"
(Isernia - Molise)**



A cura di:

Rosalba Tamburro *
Emanuela Tolve**
Giovanni Sardella**
Annamaria Manuppella**

Responsabile CTN_NEB per APAT Claudio Piccini
Responsabile CTN_NEB per ARPA Sicilia Calogero Di Chiara
Responsabile CTN_NEB Task "Zone Umide" Chantal Trèves

* ARPA MOLISE, Dipartimento Provinciale di Isernia
** Gruppo di Lavoro per il CTN_NEB dell'ARPA Molise



CTN_NEB



Il presente documento è stato redatto nell'ambito di un'attività sperimentale realizzata dall'ARPA Molise per la task del CTN_NeB denominata "Indicatori e indici sullo stato di qualità delle aree protette".

Informazioni legali

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

COORDINATRICE dell'attività e della stesura del documento: Annamaria Manuppella.

REVISIONE ED EDITING del documento: Eduardo Patroni*, Annamaria Manuppella, Rosalba Tamburro.

IMMAGINE DI COPERTINA: Francesco Alaimo

Stampato in Italia
Settembre 2005

APAT Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici
Dipartimento Difesa della natura
Via Curtatone, 3
00185 Roma

ARPA Molise
Direzione Generale
Via D'Amato n° 15 86100 Campobasso
Dipartimento Provinciale di Isernia
Via G. Berta, pal. Provincia 86170 Isernia

* Direttore Tecnico Scientifico ARPA Molise

Si ringraziano per la collaborazione prestata il Dott. Mario Piccirilli e l'Ing. Damiano Santillo (ARPA Molise, Dipartimento Provinciale di Isernia).

Indice

Capitolo 1 – LE ATTIVITA' DEL CTN_NEB PER IL MONITORAGGIO DELLE ZONE UMIDE

1.1 La Task “aree protette” e le zone umide	pag. 7
1.2 La zona umida “Torbiera”	pag. 8
1.2.1 Distribuzione in Europa ed in Italia	pag. 9
1.2.2 Le torbiere come serbatoi di biodiversità	pag. 10
1.2.2.1 Aspetti floristici	pag. 10
1.2.2.2 Aspetti faunistici	pag. 11
1.2.3 Conservazione delle torbiere in Italia	pag. 12
1.2.4 Elementi di fragilità delle torbiere	pag. 14

Capitolo 2 – IL CASO STUDIO DELL'ARPA MOLISE

Premessa	pag. 15
2.1 Inquadramento geografico e descrizione paesaggistica del sito	pag. 15
2.2 Inquadramento geolitologico	pag. 17
2.3 Inquadramento idrogeologico	pag. 19
2.4 Inquadramento fitoclimatico	pag. 21
2.5 Attività antropiche e uso del suolo	pag. 22

Capitolo 3 – METODOLOGIA

Premessa	pag. 23
3.1 Identificazione dei fattori biotici e abiotici	pag. 25
3.2 Definizione e presentazione degli indicatori	pag. 25
3.3 Metodo applicato per la valutazione dei fattori di pressione	pag. 28
3.4 Metodo di calcolo dei buffer per i singoli fattori di pressione	pag. 29

Capitolo 4 – POPOLAMENTO DEGLI INDICATORI DI STATO

Premessa	pag. 31
4.1. Morfologia ed Idrogeologia	pag. 31
4.1.1 Superficie	pag. 31
4.1.2 Esposizione	pag. 33
4.1.3. Qualità delle acque (SECA- SACA)	pag. 34
4.1.4. Morfologia e continuum dei corsi d'acqua (IFF)	pag. 35
4.2 Vegetazione	pag. 36
4.2.1 Naturalità della vegetazione	pag. 36
4.3. Habitat	pag. 40

Capitolo 5 – POPOLAMENTO DEGLI INDICATORI DI PRESSIONE

Premessa	pag. 41
5.1 Morfologia ed Idrogeologia	pag. 42
5.1.1 Acclività dei versanti	pag. 42
5.1.2 Interrimento	pag. 44
5.2. Agricoltura	pag. 46
5.2.1 Superficie Agricola Utilizzata (SAU)	pag. 46
5.2.2 Carichi in N e P da uso del suolo	pag. 48
5.2.3 Compattamento del suolo	pag. 49
5.3. Zootecnia	pag. 50
5.3.1 Carichi in N e P da zootecnia	pag. 50
5.3.2 Carichi organico potenziale da zootecnia	pag. 51
5.3.3 Unità Bovino Adulto (UBA)	pag. 53
5.4 Attività produttive	pag. 53
5.4.1. Carico organico potenziale da Industria	pag. 54
5.5 Urbanizzazione	pag. 55
5.5.1 Carico organico potenziale da impianti di depurazione	pag. 55
5.5.2. Centro abitato	pag. 55
5.6 Turismo	pag. 56
5.6.1 Turismo occasionale	pag. 56
5.6.2 Turismo stagionale	pag. 57
5.7 Infrastrutture lineari e servizi	pag. 58
5.7.1 Strade e linee ferroviarie	pag. 58

Capitolo 6 – RISULTATI

6.1 Valutazione e peso degli indicatori di pressione per l'area in studio	pag. 59
6.2 Stima dell'ampiezza dei buffer di pressione	pag. 64
6.3 Valutazione del buffer e della pressione globale sulla torbiera	pag. 67
CONCLUSIONI	pag. 69
APPENDICE I – LISTA ROSSA DELLE SPECIE FLORISTICHE DELLE TORBIERE (ITALIA E REGIONI)	pag. 71
APPENDICE II – FITOCLIMATOLOGIA – APPROFONDIMENTI	pag. 73
APPENDICE III – ANALYTIC HYERARCHIC PROCESS – APPROFONDIMENTI	pag. 75
APPENDICE IV – ELENCO SPECIE FAUNISTICHE (SCHEDE RETE NATURA 2000)	pag. 79
APPENDICE V – LA TEORIA BIOGEOGRAFICA DELL'INSULARITA'	pag. 81
APPENDICE VI – ELENCO DELLE SPECIE DI TORBIERA APPENNINICA	pag. 83
APPENDICE VII – INDICATORE DI SUPERFICIE PER LE TORBIERE ALPINE – CRITERI PER IL POPOLAMENTO	pag. 86
APPENDICE VIII – CRITERI DI QUALIFICAZIONE DEGLI HABITAT (DIRETTIVA 92/43/CEE - ALLEGATO III)	pag. 92
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE	pag. 94

1.1 – La task “Aree Protette” e le zone umide

Il Centro Tematico Nazionale Natura e Biodiversità dell'APAT (CTN_NEB), nell'ambito dell'area tematica **Biosfera** ha proposto, insieme al CTN_AIM (Acque Interne e Marino Costiere) e al CTN_TES (Territorio e Suolo), il raggiungimento dell'obiettivo OB 04.06: “*Elaborazione di criteri per l'uso di indicatori e indici per la realizzazione di carte tematiche sullo stato di qualità*”.

Tale obiettivo, suddiviso in due task, TK 04.06.04a e TK 04.06.04b, denominate rispettivamente “Indicatori e indici sullo stato di qualità ambientale dell'area costiera” e “Indicatori e indici sullo stato di qualità ambientale delle aree protette”, ha coinvolto e integrato le attività dei tre Centri Tematici, allo scopo di definire quadri valutativi complessi.

Nell'ambito delle attività previste nella task 04.06.04b sono stati presi in considerazione i diversi ambienti umidi (secondo le descrizioni degli habitat contenute nell'*Interpretation Manual of European Union Habitats – EUR25*, con l'esclusione degli habitat marini), con l'obiettivo di affrontare la problematica relativa al loro monitoraggio.

Le “*zone umide*” comprendono un insieme di particolari biotopi caratterizzati da elevati livelli di biodiversità floristica e faunistica; esse modulano i deflussi delle acque continentali, svolgendo importanti funzioni regolatrici del regime idraulico. Queste qualità conferiscono loro un valore economico, culturale, scientifico e ricreativo unici.

Con la *Convenzione di Ramsar* (Iran - 1971)¹ si è raggiunto un accordo internazionale che impegna gli Stati firmatari a tutelare questi habitat fondamentali per la conservazione del patrimonio biologico della terra. L'Italia ha ratificato tale convenzione con il DPR 13 marzo 1976, n. 448, nel quale le zone umide sono distinte in sette tipi principali:

1. zone umide marino-costiere la cui profondità, quando c'è bassa marea, non supera i sei metri;
2. estuari e delta;
3. fiumi e pianure alluvionali;
4. laghi;
5. paludi di acqua dolce;
6. torbiere;
7. zone umide di origine antropica (casse di espansione, invasi di ritenuta, cave di inerti, canali, saline, vasche di colmata artificiali o, ancora, zone deputate al trattamento delle acque reflue provenienti da piccoli agglomerati urbani o al finissaggio degli scarichi già depurati mediante fitodepurazione).

I criteri di massima stabiliti per l'identificazione delle zone suscettibili di designazione sono basati su dati biologici e territoriali, con particolare riferimento all'avifauna acquatica. Una volta designate “*zone umide*”, è possibile svolgere al loro interno attività a carattere produttivo, purché non venga arrecato alcun danno alle caratteristiche ecologiche e non venga modificato lo stato dei luoghi.

Il CTN_NEB ha focalizzato la sua attenzione sulla necessità di strutturare adeguate reti di monitoraggio continuo, quali strumenti per la conservazione dei diversi habitat umidi individuati in Italia in adempimento agli impegni presi a livello internazionale dalla Comunità Europea (Convenzione di Ramsar e Convenzione sulla Biodiversità di Rio de Janeiro), e quindi dai paesi membri.

Il lavoro si è articolato sulla definizione e sul popolamento di indicatori e indici in grado di rappresentare efficacemente sia le componenti fisico-chimiche e biologiche, che quelle di origine antropica per le diverse tipologie di zone umide a livello nazionale, e di fornire una stima delle condizioni delle risorse e della magnitudo dello stress a cui queste sono sottoposte.

¹ Gli Stati sono tenuti a fornire un elenco delle principali zone umide ricadenti nei loro confini in considerazione della rilevanza di tali zone dal punto di vista dell'ecologia, della botanica, della zoologia, della limnologia, dell'idrologia e, più in particolare, della capacità di sostenere regolarmente popolazioni di uccelli acquatici in qualsiasi stagione dell'anno.

A tal fine sono stati proposti tre casi studio relativi ad alcune tipologie di zone umide; l'ARPA Molise si è occupata della definizione di un modello conoscitivo di un particolare tipo di ambiente umido: la **torbiera**.

1.2 - La zona umida "Torbiera"

La "Torbiera" è un ambiente umido che può identificarsi con tipologie di habitat molto diversificate e assai peculiari. Le torbiere ebbero origine nei paesaggi morenici alla fine dell'ultima era glaciale, la "Würmiana", che si concluse verso la fine del Paleolitico superiore, circa 10.000 anni fa. In questo periodo il clima lentamente si mitigò e nelle conche alpine e appenniniche, liberate dal ritiro dei ghiacciai e racchiuse da alte montagne, si accumularono dei microsedimenti, composti prevalentemente da materiali argillosi pressoché impermeabili. Questa condizione creò il presupposto ideale alla formazione delle torbiere, laddove si produceva ristagno d'acqua (di fusione, piovana e di deflusso superficiale).

La caratteristica principale delle torbiere, infatti, è la presenza pressoché costante di acqua, che si accumula per azione diretta delle precipitazioni e/o per risalita capillare dal suolo o, ancora, per situazioni di falda freatica affiorante (aspetto idrogeologico). In tutti questi ambienti di fondovalle il sottosuolo, poco permeabile, impedisce all'acqua di defluire, favorendo condizioni anossiche che ostacolano la decomposizione delle piante morte (aspetto geomorfologico).

Gli organismi anaerobi che si sviluppano sono in grado di decomporre la cellulosa ma non la lignina, che tende così ad accumularsi in un processo lungo migliaia d'anni, formando la torba²; il nome torbiera pertanto, indica, il luogo ove essa si produce e si accumula (con uno spessore di almeno 30 cm), e gli aspetti geologico-minerari, più che quelli biologici, che distinguono questo interessantissimo ecosistema.

Fattori determinanti per lo sviluppo delle torbiere sono, oltre alla **geomorfologia** e all'**idrogeologia**, un **clima temperato** e particolari **condizioni edafiche**. In tali condizioni due processi, spesso fra loro consequenziali, possono generarsi:

- 1) l'**interrimento**, in cui predominano, inizialmente, la deposizione e la sedimentazione di clasti all'interno del bacino (successione allogena); segue una seconda fase di accumulo di resti organici vegetali (successione autogena), dalle sponde verso il centro dello specchio d'acqua (occhio della torbiera);
- 2) l'**impaludamento** di aree precedentemente non interessate da ristagno idrico, favorito da condizioni climatiche fresco-umide e dalla presenza di scorrimenti idrici superficiali, spesso conseguenza di una espansione laterale di ambienti umidi formati per interrimento.

Esistono vari criteri per descrivere e classificare le diverse tipologie di torbiera, con risultati chiaramente non univoci. È possibile caratterizzare questi ambienti riferendosi agli aspetti **geobotanici** dato che, a livello floristico, le torbiere sono contraddistinte dalla presenza di flora altamente specializzata, quindi bioindicatrice di tali zone umide. La Direttiva 92/43/CEE (Allegato I), infatti, per l'indicazione di questi habitat fa riferimento a precise terminologie derivanti dalla descrizione della vegetazione ivi ospitata, secondo il metodo fitosociologico (Braun-Blanquet 1928, 1952).

Rispetto alla presenza di nutrienti, le torbiere sono distinte in: **oligotrofe**, con ridottissima disponibilità di nutrienti ma ricche di acidi umici (dette anche **ombrotrofiche** nelle situazioni estreme), **minerotrofiche**, con carico minerale disciolto nelle acque di falda, ed **eutrofiche**, quando ricche di acidi umici e di nutrienti.

Esse, inoltre, possono essere definite sulla base di caratteri topografici, idrologici, floristici e vegetazionali. Su base idrologica e topografica vengono distinte in tre principali categorie: topogene, soligene e ombrogene.

Le torbiere **topogene** originano da un processo d'interrimento, si sviluppano in depressioni del suolo e vengono alimentate in parte da apporti atmosferici ed in parte dalla falda del bacino idrico in cui sono inserite. Quelle **soligene** si accrescono generalmente su pendii più o meno inclinati e la loro alimentazione, oltre che per via atmosferica, avviene ad opera di scorrimenti idrici superficiali o profondi; in questo caso è verosimile che la loro genesi sia riconducibile ad un processo

² La **torba** è un aggregato di color bruno-nerastro, spugnoso, incoerente, imbevuto d'acqua; una volta estratta e essiccata, ne perde circa il 75 % e, escludendo le sostanze minerali, può contenere il 30-35% di carbonio puro, per cui ha un elevato potere calorifico (3-5000 kcal./kg). Tali caratteristiche hanno incentivato la sua estrazione in anni lontani, anche in Italia, contribuendo alla progressiva rarefazione di questi ambienti.

d'impaludamento. Le torbiere **ombrogene**, invece, sono del tutto svincolate dall'influsso della falda del bacino in cui sono inserite, possedendo una morfologia convessa che determina la formazione di un piano di falda autonomo all'interno della torbiera.

In base alla morfologia complessiva e alla vegetazione, le torbiere topogene e soligene vengono anche dette "**torbiere basse**", in quanto assumono una forma più o meno piatta, coincidente con la configurazione del terreno. Si presentano come praterie con erba bassa e suolo parzialmente allagato e spesso ospitano raccolte d'acqua più o meno estese e profonde, che rappresentano le vestigia del bacino lacustre dal quale si sono originate; in esse la disponibilità di sostanze acide è scarsa, mentre l'abbondanza di calcare e di sostanze nutritive rende tali suoli notevolmente produttivi come prati umidi falciabili.

Le torbiere basse possono evolvere in torbiere alte ombrogene passando attraverso uno stadio intermedio chiamato di "**transizione o a mosaico**", con caratteristiche morfologiche, edafiche e vegetazionali intermedie rispetto alle due tipologie menzionate. In genere il loro profilo è irregolare e, sul piano inondato della torba, si notano numerose depressioni e piccoli dossi alternati ad aggallati (praterie galleggianti) costituiti da sfagni o radici e rizomi di piante superiori (carici e giuncastrelli delle torbiere).

Le torbiere "**alte**" di regola rappresentano il risultato dell'evoluzione di torbiere basse e si differenziano da quest'ultime per la morfologia esterna, che assume un profilo convesso, per l'equilibrio idrico (gli unici apporti sono quelli meteorici) e per le proprietà chimiche del suolo, prevalentemente acido, che condiziona anche il tipo di vegetazione che vi s'insedia.

Quest'ultima è di solito ben riconoscibile per la presenza di cumuli di sfagni (classe *Muscopsida*, sottoclasse *Sphagnidae*). Essi posseggono particolari modalità di crescita: la parte apicale con cellule ricche di cloroplasti si accresce continuamente svincolandosi dalla falda freatica, mentre la parte basale muore e, essendo caratterizzata da numerosi pori, riesce ad assorbire e ad accumulare acqua fino a 30 volte il proprio peso secco. In tale situazione gli unici apporti nutritivi sono rappresentati dalle polveri trasportate dal vento e dalle scarse quantità di azoto deposte dalle precipitazioni in forma ammoniacale.

Gli sfagni, a loro volta, assorbiti i pochi cationi disponibili acidificando il suolo; in tal modo plasmano le condizioni ecologiche delle torbiere a proprio vantaggio e a scapito dei loro concorrenti. Il deposito torboso "acido" che si forma ha valori di pH estremamente bassi, tali da impedire la degradazione della cellulosa che, insieme alla lignina, caratterizza questo tipo di torba. Da ciò consegue che solo le specie che tollerano l'acidità, l'inzuppamento e la scarsità di sostanze nutritive riescono a sopravvivere accanto agli sfagni che fra l'altro, dal punto di vista alimentare, sono privi di interesse per quasi tutti gli insetti fitofagi.

Le torbiere rappresentano, inoltre, siti di notevole valore archeologico: gli strati torbosi ospitano infatti granuli pollinici di numerose specie vegetali poco frequenti e, poiché all'interno di tali strati non è possibile lo spostamento verticale, la successione dei pollini nei vari livelli di deposizione rappresenta efficacemente la storia della vegetazione e delle colture praticate nei territori circostanti. Sotto questo aspetto, esse testimoniano la presenza dell'uomo e dei mutamenti climatici avvenuti nelle fasi più recenti del Quaternario.

Negli strati torbosi, infine, si conservano tutti i materiali resistenti agli acidi deboli, comprese le parti cheratinizzate di animali che, pertanto, documentano le modificazioni dei loro areali di distribuzione dovute ai cambiamenti del clima, in funzione delle specifiche esigenze ecologiche delle specie.

1.2.1 - Distribuzione in Europa ed in Italia

Le torbiere sono habitat tipici dell'Europa centro-settentrionale, ma tendono a rarefarsi mano a mano che si procede da nord verso sud; sono presenti sia nelle pianure che sulle montagne, ovvero nelle fasce altitudinali dove le formazioni forestali rappresentano, di massima, la vegetazione naturale (climax) in assenza di trasformazioni operate dall'uomo.

In Italia, si rinvengono prevalentemente sulle Alpi e sull'Appennino settentrionale e diminuiscono drasticamente scendendo lungo la penisola; rispetto alla tipologia, non abbiamo vere e proprie torbiere "alte", ma solo lembi di vegetazione che le caratterizzano, il più delle volte parzialmente impoveriti, nell'ambito di situazioni di torbiera bassa o di transizione.

Le sfagnete tendono a scomparire con l'indebolimento della Regione Fitoclimatico Temperata (vegetazione medio-europea) e il passaggio a quella Mediterranea; nonostante ciò, esse sono presenti su alcune montagne delle nostre principali Isole (Monte Limbara in Sardegna e Le Madonie in Sicilia).

Dal punto di vista altitudinale, le torbiere “alte” occupano soprattutto il piano montano superiore ed il piano subalpino. Relativamente più frequenti, invece, sono le torbiere a “mosaico”, nelle quali tappeti di ciperacee e graminacee, tipici di torbiere basse e di transizione, si alternano a cumuli di sfagni derivanti dalle torbiere alte; il loro limite altitudinale più basso comprende anche il piano montano inferiore. Le torbiere appenniniche rappresentano lembi relittuali rari rinvenibili dal limite del piano collinare superiore a quello montano.

1.2.2 - Le torbiere come serbatoi di biodiversità

Le torbiere costituiscono veri e propri serbatoi di biodiversità floristica e faunistica a crescente rischio di estinzione; le diverse condizioni microtopografiche, in situazioni stazionarie simili rispetto a clima, altitudine, etc., possono portare a torbiere molto distanti da un punto di vista floristico, per cui la vegetazione potenziale di riferimento può variare molto. Inoltre, gli stadi evolutivi che caratterizzano le successioni vegetazionali delle torbiere (aspetto sindinamico), sono strettamente correlati alle oscillazioni del livello delle acque e solo raramente, in condizioni ambientali molto stabili, rappresentano il termine finale della vegetazione.

Se sfruttate a strame e non concimate sviluppano ambienti a elevata biodiversità: falciate d'autunno, quando la vegetazione si trasforma in fieno, esse permettono alle specie che fioriscono tardi di disseminarsi. Infatti, il taglio dello strame favorisce la diversità di specie da fiore e di conseguenza anche quella degli insetti che si nutrono di nettare, in particolare delle farfalle diurne. Anche le torbiere pascolate estensivamente e non concimate sono assai ricche di specie, in quanto il pascolo contribuisce alla diversificazione strutturale di tali ambienti.

1.2.2.1 - Aspetti floristici

Le torbiere, apparentemente, mostrano una certa uniformità di base a livello di composizione floristica; in realtà, sotto questo aspetto costituiscono habitat molto diversificati, con specie adattate alle peculiari condizioni ambientali presenti, contraddistinte genericamente da carenza di ossigeno, pH acido e scarsità di nutrienti nelle torbiere ombrogene, condizioni basiche e maggiore disponibilità di nutrienti in quelle soligene.

I primi stadi delle **torbiere acide** sono caratterizzati dalla presenza di un tappeto più o meno continuo di sfagni colonizzato da qualche ciperacea (generi *Carex* e *Rhynchospora*). L'associazione più frequente è “*Sphagnetum magellanicum*”; le piante superiori principalmente presenti sono: *Carex pauciflora*, *Drosera rotundifolia* e *D. angelica*. In particolare, la drosera a foglie rotonde è una pianta carnivora ottimamente adattata alle torbiere perché in grado di attingere a fonti alimentari animali³.

Sul tappeto di sfagni, in assenza di disturbo, possono svilupparsi arbusteti; l'associazione più diffusa è “*Pinus mughi-sphagnetum*”, costituita prevalentemente da cormofite quali *Pinus mugo*, *P. sylvestris*, *Betula pubescens*, *Sphagnum medium*, *S. rubellum*, *S. fuscum*; ai bordi, nelle zone alte, sono presenti piccoli arbusti come *Vaccinium oxycoccos* e *V. microcarpum*. Con l'aumentare dell'interrimento ed il mutare del bilancio idrico della torbiera verso situazioni più asciutte altre ciperacee, in particolare *Eriophorum vaginatum* e *Trycophorum caespitosum*, si consociano alle diverse *Carex*, in sostituzione del tappeto di sfagni.

Tale tipologia di torbiera, se rimane indisturbata e non presenta alterazioni del bilancio idrico, può evolvere verso formazioni arbustive quali i vaccinieti o le formazioni arboree a *Pinus rotundata*, dando vita a comunità peculiari chiamate “**torbiere boscoso**”.

L'associazione tipica per le **torbiere di transizione** è “*Caricetum lasiocarpae*”, caratterizzata dalla presenza di *Sphagnum recurvum*, *S. palustre*, *S. teres*, *Carex lasiocarpa*, *Drosera intermedia*, *Viola palustris* e *Potentilla palustris*. Nelle torbiere calcaree prevalgono muschi come *Drepanocladus* e *Scorpidium*, nonché *Carex dioica* e *C. mariscus*; inoltre sono frequenti: *Carex davalliana*, *C. canescens*, *C. flava* s. str., *C. lepidocarpa*, *C. oeder*; molto rare *C. microglochin* e *C. norvegica*, mentre una pianta che si fa notare per la sua bellezza è il **trifoglio acquatico** o fibrino (*Menyanthes trifoliata*). Le torbiere di transizione possono evolvere in pinete torbose a *Pinus uncinata*, con un corteggio nello strato arboreo anche di *Pinus mugo* e di *P. rotundata*.

³ In realtà, i piccoli insetti che rimangono intrappolati sulle secrezioni vischiose delle foglie sono ingeriti da altri di maggiori dimensioni (Emitteri della famiglia dei Reduviidi) i quali vi rilasciano le loro deiezioni, che vengono così assorbite. Tale facoltà, tuttavia, arreca un vantaggio a questa pianta solamente negli ambienti poveri di nutrienti; in condizioni diverse la *Drosera* è soppiantata da altre specie più opportuniste.

Le **torbiere basse calcaree** assumono una fisionomia resa inconfondibile dalle grandi carici, alte erbe appartenenti alla famiglia delle cyperaceae, con circa cento specie diffuse nelle zone costantemente inondate di tutta Italia. Le praterie a grandi carici (magnocariceti) sono caratterizzate da varie specie che dominano a seconda della profondità dell'acqua; spesso queste piante sono molto rare, sia a livello regionale che nazionale. Si tratta di tipi di vegetazione diffusi in tutte le regioni eurosiberiane, con penetrazioni nelle regioni mediterranee, dove rappresentano dei relitti di aggruppamenti favoriti in passato dal clima quaternario, più freddo e umido.

Nei cariceti vivono anche altre interessantissime specie vegetali come *Myosotis scorpioides*, *Caltha palustris*, *Epilobium palustre*, etc.. Tra le specie più frequenti si rinvencono invece il ranuncolo comune (*Ranunculus acris*), il giunco tenace (*Juncus inflexus*), il caglio delle paludi (*Galium palustre*), la festuca falascone (*Festuca arundinacea*), l'equisetolo palustre (*Equisetum palustre*), etc.

I prati umidi e gli ambienti paludosi di torbiera ospitano anche tante specie di **orchidee** idrofile molto rare, se non addirittura in via di estinzione, poiché necessitano di terreni incontaminati, sempre meno comuni allo stato attuale. Fra le specie più frequenti si rinvencono: *Dactylorhiza majalis-fistulosa*, *D. cruenta* e *D. incarnata*. Inoltre, nelle depressioni più o meno costantemente interessate dalla presenza dell'acqua, s'insediano specie palustri come la lisca a foglie strette (*Thypha angustifolia*) e la canna di palude (*Phragmites australis*), due elofite delle acque stagnanti facilmente individuabili fisionomicamente. Esse rivestono un ruolo ecologico importante perché creano l'habitat adeguato alla nidificazione e allo svernamento degli uccelli acquatici.

L'associazione più rappresentativa delle torbiere basse è "*Caricetum davallianae*", caratterizzata da *Carex davalliana*, *C. panicea*, *Equisetum palustre*, *Parnassia palustris*, *Valeriana dioica*. Nelle stazioni alpine più termofile si rinviene l'associazione "*Schoenetum nigricantis*", con specie quali i *Schoenus nigricans*, *S. ferrugineus*, *Juncus subnodulosus*, *Molinia caerulea*, *Succisa pratensis*, *Lysimachia vulgaris*. Le torbiere basse alpine possono evolvere, come le torbiere alte e quelle di transizione, in pinete torbose a *Pinus uncinata*, presentando nello strato arboreo anche *Pinus mugo* e *P. rotundata*. Le torbiere basse appenniniche con suoli più ricchi in calcare, invece, possono esibire fasi finali dei processi d'interrimento caratterizzati da boschi e boscaglie popolati da: *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Populus nigra*, *P. alba*, *Salix alba*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. pentandra*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Ulmus minor*.

1.2.2.2 - Aspetti faunistici

La fauna rinvenibile nelle torbiere è condizionata dalle diverse caratteristiche edafiche, floristiche e vegetazionali specifiche di questi ambienti. Le torbiere alte ospitano in genere specie acidofile di invertebrati: *Nesovitreia spp.*, *Euscnecosum spp.*, *Epuraea spp.*; le rimanenti tipologie ospitano: cnidari, nematodi, oligocheti, molluschi, cladoceri, copepodi, idracari, efemerotteri, plecoteri, odonati, eterotteri, coleotteri.

La fauna a tricoteri è più nota per le torbiere appenniniche. Tali organismi secernono fili di seta con i quali saldano rametti, foglie morte e detriti vari che utilizzano per la costruzione di foderi larvali; essi, essendo detritivori, contribuiscono alla demolizione della sostanza organica grossolana. Le specie più frequenti appartengono ai generi *Limnephilis*, *Micropterna*, *Plectrocnemia*, *Sericostoma*, *Stenophylax*. Fra i ditteri prevalgono i chironomidi, sia detritivori che predatori, ed i culicidi.

Gli invertebrati terrestri sono scarsamente rappresentati, soprattutto nelle condizioni microclimatiche e topografiche tipiche delle torbiere alte; inoltre, la scarsa estensione di queste zone umide non consente lo sviluppo di popolazioni stabili di tali organismi.

Per quanto attiene ai **vertebrati**, le classi meglio rappresentate sono quelle degli anfibi e dei rettili; i primi, frequentatori degli ambienti acquatici per la riproduzione e la vita larvale, sono rappresentati principalmente dagli urodoli e dagli anuri. Fra questi prevalgono il rospo comune (*Bufo bufo*), perfettamente mimetizzato con il colore del terreno e la *Rana temporaria*, che può vivere anche negli alpeggi più elevati, fino ai 2.600 metri di altitudine.

Si rinvencono anche la natrice dal collare (*Natrix natrix*), il tritone alpino (*Triturus alpestris*) e la salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*), che vive in prossimità dell'acqua. Fra i **sauri**, la lucertola vivipara (*Lacerta vivipara*), che ama gli ambienti umidi (dagli 800 ai 2.500 metri), non di rado è presente nelle torbiere alpine.

Per quanto riguarda i **rettili**, nelle torbiere montane si rinvencono: *Vipera berus*, unico serpente velenoso presente in tali ambienti, e *Zootca vivipara*.

Le torbiere sono soprattutto importanti per l'avifauna perché costituiscono punti di sosta durante gli

spostamenti migratori per molte specie; gli **uccelli** le utilizzano in maniera sistematica principalmente nelle aree marginali, spingendosi solo occasionalmente nelle zone interne.

Specie legata alle torbiere è *Anthus spinoletta*; altre specie tipiche di zone umide, per questo rinvenibili anche nelle torbiere sono: airone cenerino (*Ardea cinerea*); airone rosso (*Ardea purpurea*); averla maggiore (*Lanius excubitor*); beccaccino (*Gallinago gallinago*); canapiglia (*Anas strepera*); cannaiola (*Acrocephalus scirpaceus*); c. verdognola (*Acrocephalus palustris*); codone (*Anas acuta*); falco di palude (*Circus aeruginosus*); falco pescatore (*Pandion haliaëtus*); fischione (*Anas penelope*); folaga (*Fulica atra*); gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*); germano reale (*Anas platyrhynchos*); gufo reale (*Bubo bubo*); marzaiola (*Anas querquedula*); nitticora (*Nycticorax nycticorax*); pavoncella (*Vanellus vanellus*); pendolino (*Remiz pendolinus*); pettazzurro (*Luscinia svecica*); porciglione (*Rallus aquaticus*); salciaiola (*Locustella luscinioides*); smeriglio (*Falco lithofalco*); svasso maggiore (*Podiceps cristatus*); tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*); usignolo di fiume (*Cettia cetti*); voltolino (*Porzana porzana*).

I grandi **mammiferi** non utilizzano frequentemente le torbiere; in quelle alpine si rinvengono talvolta i camosci (*Rupicapra rupicapra*), perché tali zone comprendono le uniche raccolte d'acqua disponibili in alta montagna. I piccoli mammiferi sono più diffusi: insettivori (toporagni, crocidare), roditori (topi selvatici, arvicole), chiroterri (pipistrelli).

1.2.3 - Conservazione delle torbiere in Italia

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Direzione per la Protezione della Natura) negli ultimi anni ha promosso numerose iniziative volte alla conservazione degli ambienti naturali in genere, che hanno portato alla pubblicazione della Lista Rossa nazionale, di quelle regionali delle specie rare e minacciate d'Italia e, in collaborazione con la Società Botanica Italiana, al censimento degli habitat d'interesse comunitario (in applicazione della Direttiva CEE 92/43).

Tale Direttiva ha dato un forte impulso anche all'individuazione degli habitat di torbiera e alla loro inclusione in Siti di Interesse Comunitario (SIC), al fine di garantirne una "**conservazione soddisfacente**". La Direttiva fornisce dei chiarimenti sul significato di "conservazione soddisfacente" che, a livello di SIC, viene intesa come "*complesso di misure necessarie per mantenere o ripristinare gli habitat naturali e le popolazioni di specie di fauna e flora selvatiche in uno stato soddisfacente*".

A livello di habitat naturale, essa viene assicurata "*dall'effetto della somma dei fattori che influiscono sull'habitat naturale in causa, nonché sulle specie tipiche che in esso si trovano, che possono alterare a lunga scadenza la sua ripartizione naturale ... struttura e ... funzioni, nonché la sopravvivenza delle sue specie tipiche...*" e, per quest'ultime, "*dall'effetto della somma dei fattori che, influenzando sulle specie in causa, possono alterare a lungo termine la ripartizione e l'importanza delle sue popolazioni*".

Lo stato di conservazione soddisfacente di un habitat naturale o di una specie deve essere considerato nella sua area biogeografica o di ripartizione naturale e, quindi, a livello di rete "Natura 2000". Le misure di conservazione necessarie che i paesi membri sono tenuti ad attuare devono essere conformi "*alle esigenze ecologiche dei tipi di habitat naturali di cui all'allegato I e delle specie di cui all'allegato II presenti nei siti*".

Anche se la Direttiva non contiene una definizione di "*esigenze ecologiche*", la finalità ed il contesto dell'art. 6, par. 1, indicano che esse comprendono tutti i **fattori abiotici e biotici** (aria, acqua, suolo, vegetazione, etc.) necessari per garantire lo stato di conservazione soddisfacente dei tipi di habitat e delle specie.

Queste esigenze si basano su conoscenze scientifiche che possono essere definite unicamente, caso per caso, in funzione dei tipi di habitat naturali dell'allegato I, delle specie dell'allegato II e dei siti che le ospitano. Tali conoscenze sono essenziali per poter elaborare misure di conservazione finalizzate alle diverse situazioni.

Nella Direttiva viene definita anche l'integrità del sito come "*la coerenza della struttura e della funzione ecologica⁴... in tutta la sua superficie ...*"; in pratica quando gli obiettivi di conservazione sono realizzati, la capacità di autoriparazione ed autorinnovamento in condizioni dinamiche è mantenuta e il supporto di gestione esterna necessaria è minimo. Nell'esaminare l'integrità del sito è quindi

⁴ Per la conservazione degli habitat occorre analizzare come struttura e processi ecologici (funzioni ecologiche) si integrano nello spazio e nel tempo, per dare origine alle realtà viventi che supportano; la conoscenza di tali meccanismi assume particolare importanza in rapporto alle pressioni esercitate dalla tecnologia umana sui vari processi ambientali. Più in generale, le popolazioni di produttori, consumatori e decompositori di un ecosistema si organizzano in catene alimentari che formano una rete caratteristica; si viene realizzando, in tal modo, un complesso sistema di interazioni tramite le quali i nutrienti circolano, si accumulano e si trasformano continuamente, l'energia fluisce e si disperde e l'ecosistema realizza meccanismi sempre più complessi di regolazione omeostatica (ricerca di nuovi equilibri).

importante tener conto di vari fattori, tra cui la possibilità di effetti che si manifestano a breve, medio e lungo termine.

Grazie alla collaborazione tra il Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente e la Società Botanica Italiana, sono stati censiti gli habitat prioritari a livello nazionale, definiti nell'allegato I della Direttiva Habitat e della sua integrazione 97/62/CE; tra questi sono ricomprese anche: le torbiere alte attive (habitat 7110, 51.1), le paludi calcaree a "*Cladium mariscus* e *Carex davallianae*" (habitat 7210, 53.3) e le torbiere boschive (habitat 91D0, 44A1, 44A4); per tutte queste tipologie si dispone di una discreta conoscenza delle caratteristiche vegetazionali e floristiche.

La ricerca zoologica, al contrario, ha riguardato solo aree ristrette dell'Italia nordorientale; le conoscenze sulla fauna delle torbiere italiane sono appena agli inizi e, quindi, risultano ardui studi di comparazione e definizione della ricchezza faunistica di tali luoghi. Poco nota nelle torbiere è anche l'incidenza delle specie faunistiche di interesse comunitario, nonché di quelle dell'allegato IV meritevoli di particolare tutela, importanti anche ai fini del Decreto di recepimento della Direttiva Habitat (DPR 8 settembre 1997, n. 357)⁵.

Le torbiere italiane annoverano solo una piccola percentuale delle specie contemplate nel DPR 357/97 (Allegato II), come l'orchidea *Liparis loeseli*, i gasteropodi *Vertigo angustior*, *V. genesii* e *V. geyeri*, la libellula *Leucorrhinia pectoralis*, nonostante numerose entità esclusive di questi luoghi siano oggi seriamente in pericolo. Tale situazione consegue dal concetto stesso insito nella definizione di "specie d'interesse comunitario", che significa entità in pericolo, vulnerabile, rara o minacciata nell'intera Comunità Europea.

La distribuzione boreoalpina della maggior parte delle specie torbicole, la ridotta specificità della loro fauna, accanto all'ampia diffusione delle torbiere principalmente nell'Europa centrale e settentrionale, sono alla base della scarsa rappresentatività delle entità di torbiera, nell'ambito di quelle "di interesse comunitario". Tuttavia, nonostante siano relativamente poche le specie floristiche delle torbiere inserite nella "Lista rossa delle piante d'Italia" pubblicata nel 1992 e nelle successive "Liste rosse regionali delle piante d'Italia" comparse nel 1997, è significativo un esame di tale corteggio floristico alla luce delle condizioni di rischio cui le piante sono sottoposte, espresse secondo le categorie (*status*) previste dall'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (I.U.C.N.).

In Appendice I è riportata la lista di specie floristiche rappresentative degli ambienti di torbiera, con il relativo status a livello nazionale e regionale⁶. Dalla tabella si evince che alcune entità evidenziano una distribuzione estremamente ristretta; inoltre, l'elenco è piuttosto lungo, e riflette le generali condizioni di complessiva precarietà degli habitat di torbiera.

Esistono, poi, entità quali la drosera a foglie tonde e il giuncastrello alpino che, pur non essendo minacciate a livello nazionale, manifestano diffuse condizioni di rischio nelle regioni in cui sono presenti; infine, ad altre specie viene attribuito uno status di minaccia solo negli ambiti amministrativi (regioni centro-meridionali) che hanno una posizione estrema rispetto al loro areale, generalmente europeo o boreale.

In realtà, in Italia le torbiere rivestono un significato relittuale in quanto la loro formazione e colonizzazione da parte delle varie specie, soprattutto floristiche, sembra essere in rapporto con le trascorse fasi fredde quaternarie, piuttosto che con le condizioni climatiche attuali.

Questa condizione di **marginalità**, rispetto alla loro distribuzione fitogeografica principale legata a climi più freschi e oceanici, rende tali ambienti più fragili dal punto di vista ecologico, per cui essi assumono un valore naturalistico e biologico maggiore rispetto ai territori dove sono più diffusi. Di conseguenza, la scomparsa di queste zone è nella maggior parte dei casi irreversibile, in quanto la ricostituzione spontanea potrebbe verificarsi solo, con grandi difficoltà, su piccolissime superfici.

Fortunatamente, molti siti appartenenti a questa tipologia di habitat sono inclusi in aree protette (Parchi Nazionali, Parchi naturali, Oasi etc.) e le relative competenze gestionali vengono affidate agli Enti Locali che operano a livelli diversi. Spesso, inoltre, si ricorre alla protezione di particolari biotopi che ospitano ambienti di questo tipo, o finanche di alcune specie torbicole (ad es. gli eriofori).

In tutti questi casi, all'identificazione di ambienti ecologicamente interessanti si associa una conoscenza molto circostanziata delle entità qualificanti la flora torbicola, del loro livello di rarità su scala regionale e dei tipi di rischio cui sono soggette.

⁵ Tale Decreto vieta non solo la raccolta, la detenzione e la commercializzazione di esemplari, ma anche il danneggiamento o la distruzione delle aree di sosta e di riproduzione.

⁶ La lista è incompleta e da aggiornare via via che si approfondiranno gli studi di tali ambienti.

1.2.4 - Elementi di fragilità delle torbiere

L'insieme delle caratteristiche che contraddistinguono le varie tipologie di "torbiera" connotano ecologicamente tali ambienti come fra i più sensibili ad eventuali modificazioni di alcune condizioni fortemente limitanti, quali: l'abbondanza di **acqua**, la cui riduzione può compromettere l'elevata fragilità delle specie torbicole poco competitive; la disponibilità di **nutrienti**, che deve rimanere limitata, in particolar modo per le torbiere alte; il **suolo prevalentemente argilloso**, il cui compattamento impedisce l'attecchimento delle specie floristiche; l'**estensione** della superficie che, se ridotta, può pregiudicarne l'esistenza.

Tutti gli eventi che implicano una variazione di tali fattori vengono in genere definiti col termine "**pressioni**" a indicare, simbolicamente, pesi che insistono su questi habitat naturali e ne minacciano la conservazione.

Le **pressioni** possono essere sia di origine **antropica** che **naturale**; queste ultime sono in genere di tipo fisico, quali ad esempio l'**interrimento**. In questi luoghi, solitamente pianeggianti e situati nelle depressioni alluvionali, tale fenomeno è consistente poiché viene meno l'energia necessaria al trasporto dei sedimenti presi in carico dalle acque durante il deflusso. A realizzare tale condizione concorre inoltre, in maniera determinante, il deposito "in loco" della vegetazione morta, che col passare degli anni va a formare la torba.

Accanto a questa precaria dinamica naturale, di maggiore rilevanza appaiono le attività antropiche (ad esempio l'estrazione della torba o lo sfruttamento agricolo), che hanno plasmato in modo più o meno marcato le torbiere, determinando modificazioni e perdita di habitat tipici, con conseguente riduzione del numero di specie e, in ultima analisi, complessivo scadimento dei livelli di qualità ambientale.

Nel paesaggio tradizionale della montagna l'allevamento del bestiame e la selvicoltura hanno frequentemente convissuto con le vegetazioni di torbiera con esiti alterni; ad essi si affiancava la ricerca di combustibili disponibili ed economici, che ha reso sempre più frequente l'**estrazione della torba** e compromesso gravemente anche le torbiere di maggiore estensione e pregio naturalistico.

Oggi, in Italia, quest'ultima attività rappresenta un pericolo ridotto; allo stato attuale, le minacce che possono compromettere la sopravvivenza delle torbiere sono principalmente rappresentate dai seguenti fattori:

- il **drenaggio**, effettuato per recuperare superfici agricole o forestali o prati/pascoli pingui, ritenuti più fertili rispetto ai territori occupati dalle torbiere, considerati improduttivi⁷;
- il **pascolamento** esagerato, che può causare fenomeni di **erosione** per eccesso di calpestio e, inoltre, distrugge la vegetazione presente nelle torbiere;
- il **compattamento** del substrato, dovuto al peso delle macchine trattrici e degli animali pascolanti;
- l'**escavazione** delle rive o delle depressioni che le ospitano per la realizzazione di: laghetti per la pesca sportiva, riserve d'acqua per la lotta agli incendi forestali o per l'alimentazione dei cannoni da innevamento artificiale invernale, bacini artificiali⁸ per la produzione dell'energia elettrica;
- la dispersione di **nutrienti azotati e fosfatici** rilasciati dalle varie attività umane;
- il **turismo**, diventato più incisivo per la minore rilevanza che l'agricoltura riveste nell'economia montana.

⁷ Il prosciugamento dei suoli torbosi modifica radicalmente il fattore ecologico essenziale, l'acqua. Con l'abbassamento del livello dell'acqua, l'aria penetra negli interstizi della torba e l'ossigeno atmosferico ne mette in moto la decomposizione; in tal modo la torba viene mineralizzata, libera le sostanze nutrienti prima inaccessibili e diventa più sottile e compatta, mentre specie floristiche più esigenti possono insediarsi e prendere il sopravvento sulle specie torbicole. Un esempio sono le improvvide "bonifiche" sulla Sila a danno di formazioni igrofile riferibili alla tipologia "torbiera", che portarono ad una forte riduzione di una rarità floristica dei luoghi, la rosacea *Sanguisorba officinalis*, e delle poco appetibili ciperacee e juncacee presenti, da cui traeva sostentamento il bestiame nella stagione più arida.

⁸ Casi estremi sono rappresentati dalla distruzione delle torbiere presenti sul fondo e sui versanti delle valli, come la Torbiera di Campotosto in Italia centrale, che sono state inondate a seguito della costruzione di bacini idrici per la produzione di energia elettrica. L'effetto più subdolo di queste trasformazioni è che l'osservatore non esperto non percepisce la sparizione della zona umida di torbiera, ma solo la sua sostituzione con uno specchio d'acqua che viene ritenuto naturale per la successiva comparsa di specie (peraltro cosmopolite, quali la tifa, la cannuccia di palude, talune carici e salici) che conferiscono al sito un aspetto apparentemente accettabile. Anche in questo caso la perdita di biodiversità in termini di specie vegetali rare e di tipi di vegetazione è elevata e irreversibile.

Premessa

Lo scenario descritto nel precedente capitolo evidenzia le condizioni di precario equilibrio in cui si trovano gli ambienti di torbiera, estremamente sensibili e continuamente minacciati dall'attività antropica; tale situazione conferma l'importanza della definizione di un **modello conoscitivo** finalizzato alla descrizione delle singole problematiche, che consenta di leggere l'andamento delle criticità interne ed esterne alle torbiere per darne una valutazione complessiva.

L'obiettivo generale del caso studio ha riguardato l'acquisizione di un procedimento di analisi che facesse riferimento a un modello di valutazione delle caratteristiche delle torbiere e dell'area buffer, in grado di raccogliere la molteplicità delle informazioni ambientali relative alle Pressioni che vi insistono.

Questo obiettivo è ricollegabile sia alla necessità d'individuare strumenti per conservare e/o restaurare la biodiversità, sia all'esigenza di considerare l'adeguatezza delle politiche di conservazione e/o di gestione di queste aree.

In primo luogo si è proceduto alla definizione dell'unità geografica di riferimento idonea alla elaborazione degli indicatori e degli indici, individuando la torbiera quale habitat omogeneo di riferimento; successivamente l'attenzione è stata rivolta alla definizione del buffer, inteso quale area di influenza delle pressioni esterne. È stata considerata limitativa, infatti, l'adozione di un buffer standardizzato a priori in un areale predefinito, in quanto si è ritenuta la dimensione di tale area variabile, in relazione alle aree di incidenza dei fattori di pressione che insistono sulla torbiera.

2.1 - Inquadramento geografico e descrizione paesaggistica del Sito

L'area in esame è raffigurata nel Foglio 153 (Agnone) della carta topografica d'Italia, tavoletta III S.O. (Forli del Sannio), e ricade nel pSIC denominato "Pantano Zittola - Feudo Val Cocchiara" (codice sito IT7212126 tipo B), situato nella zona di Protezione Esterna del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise (longitudine E 14°05'40" e latitudine E 41°42'30" - W/E Greenwich).

Il pSIC ha un'estensione di circa 1247 ha e comprende buona parte dell'area del bacino del torrente Zittola (2065 ha); il solo pianoro del Pantano (torbiera) ha una superficie di 900 ha, con una lunghezza massima di circa 6 Km, da "Bocca del Pantano" a "Ponte Zittola", e una larghezza di circa 1,5 km; le quote oscillano tra gli 820 m circa della Piana del Pantano ed i 1258 m della vetta di Monte Curvale (figura 1).

Il Pantano è attraversato longitudinalmente dal Torrente Zittola, le cui acque tendono a ristagnare nel pianoro insieme a quelle di numerose altre risorgive emergenti nella piana; ne deriva, al di sopra del manto torboso, un particolare biotopo caratterizzato da piante e fauna acquatiche.

Dal punto di vista amministrativo, l'area si colloca nel comune di Montenero Val Cocchiara (IS), appartenente alla Comunità Montana dell'Alto Volturno, il cui territorio è caratterizzato da numerosi siti archeologici e da amenità floristiche, faunistiche e paesaggistiche singolari; si distingue, inoltre, per i vasti pascoli e per le mandrie di bovini e di equini che vi stanziano allo stato brado.

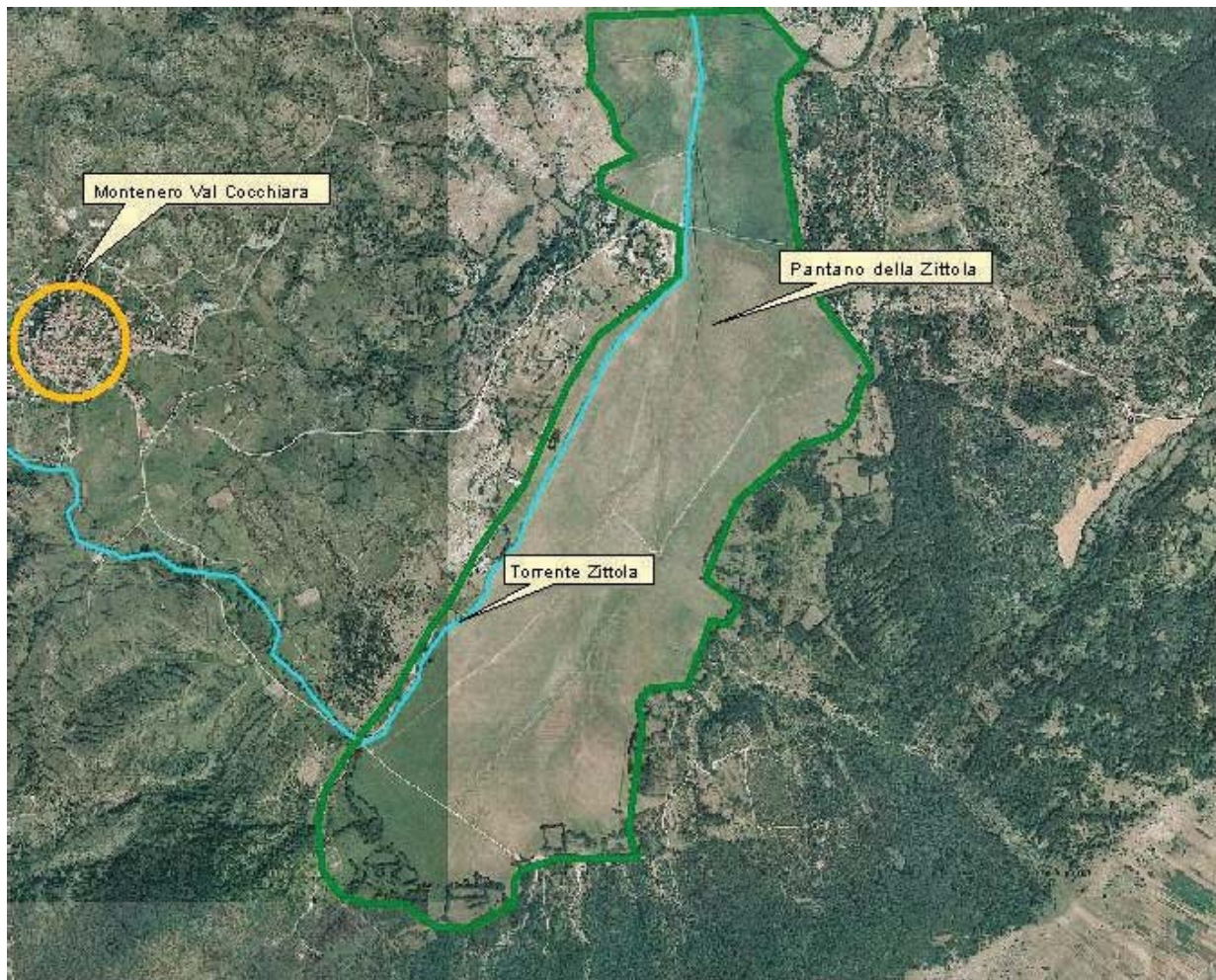


Figura 1 : Ortofoto del Pantano della Zittola.

A livello di paesaggio, l'area presenta un'interessante continuità spaziale con il Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, con altri siti designati e altre riserve naturali caratterizzate da zone umide, quali: "Fiume Volturno dalle sorgenti al Fiume Cavaliere" (IT7212126), "Gola di Chiauci" (IT7211120), Lago di Castel San Vincenzo, Lago di Villetta Barrea, Lago della montagna Spaccata, Lago di Scanno, Valle del Fiume Sangro, Oasi WWF "Le Mortine", Lago del Matese, Lago di Guardialfiera (IT7222248), Lago di Occhito, etc., costituendo un tassello importante nella rete ecologica regionale, interregionale e nazionale.

L'ampia pianura alluvionale, situata a sud est dell'abitato di Montenero Val Cocchiara, costituisce una delle più estese torbiere appenniniche d'Italia. Rispetto alla distinzione effettuata nel paragrafo 1.2, può essere ricondotta alla categoria delle torbiere "soligene", in quanto alimentata da risorgive e da deflussi superficiali e sviluppatasi su un'area leggermente inclinata; tale depressione topografica è bordata da una catena di rilievi disposti in maniera tale da farla apparire come un "anfiteatro naturale".

Il pSIC nel quale essa è inclusa esibisce un'ampia varietà di tipologie di habitat: prateria, palude, torbiera, bosco con aree carsiche, torrente (figura 2), che caratterizzano una zona con evidenti amenità naturalistiche. Gli habitat acquatici favoriscono la presenza e la sosta di specie ornitiche a rischio di estinzione, come pure l'insediarsi di associazioni vegetali che esibiscono caratteri floristici peculiari e rari, importanti ai fini della conservazione della biodiversità.

La vasta estensione dell'area, connessa anche ai rilevanti aspetti naturalistici e paesaggistici, rende quest'ambiente paludoso di particolare pregio e rarità.



Figura 2 : Una veduta del pSIC "Pantano Zittola - Feudo Val Cocchiara".

2.2 - Inquadramento geolitologico

La piana alluvionale del torrente Zittola è costituita da sedimenti Olocenici intercalati a livelli torbosi localmente affioranti (I), formazioni accomodate in ambiente continentale ad opera dell'attività delle acque superficiali (Di Bucci et alii, 1999). Affiorano poi, estesamente, altre formazioni di origine marina riconducibili a differenti domini sedimentari che hanno influenzato notevolmente l'assetto morfologico del paesaggio.

Le pendici dei rilievi circostanti sono impostate su calcareniti stratificate alternate a calcari marnosi e marne dell'Olocene (M^{5-4}). All'Oligocene inferiore - Eocene superiore appartengono invece i calcari grigio-chiari, debolmente marnosi, con liste e noduli selciferi alternate a marne arenacee (M^1-E^2) che in successione si rinvengono sulle calcareniti Oloceniche. Le vette dei monti che bordano il Pantano sono invece costituite da formazioni Mioceniche di calcareniti e brecciole giallastre lentiformi stratificate con livelli basali calciruditici; in particolare, sono riferiti al messiniano le arenaree micacee grigio-giallastre alternate ad argille siltose e a calcari marnosi chiari (M_c^{3-2}) che affiorano in superficie (figura 3).

L'Unità geolitologica dei Colli Campanari, posta nel settore compreso tra il fiume Sangro e il fiume Volturno, è formata dai sedimenti calcareo-silico-marnosi depositi tra il Cretacico ed il Miocene superiore, generalmente in concordanza angolare (E^{3-2}); essi si estendono per circa 58 kmq, tra i comuni di Alfedena, Pizzone, Cerro a Volturno, Cupole, Rionero Sannitico, Castel di Sangro e Montenero Val Cocchiara (Feudo Val Cocchiara).

I sedimenti litoidi che la costituiscono, pur essendo più antichi, per una serie di vicissitudini geologiche giacciono sovrapposti a termini argilloso-arenacei impermeabili di età più recente (Tortoniano) (Corrado et alii, 1998).

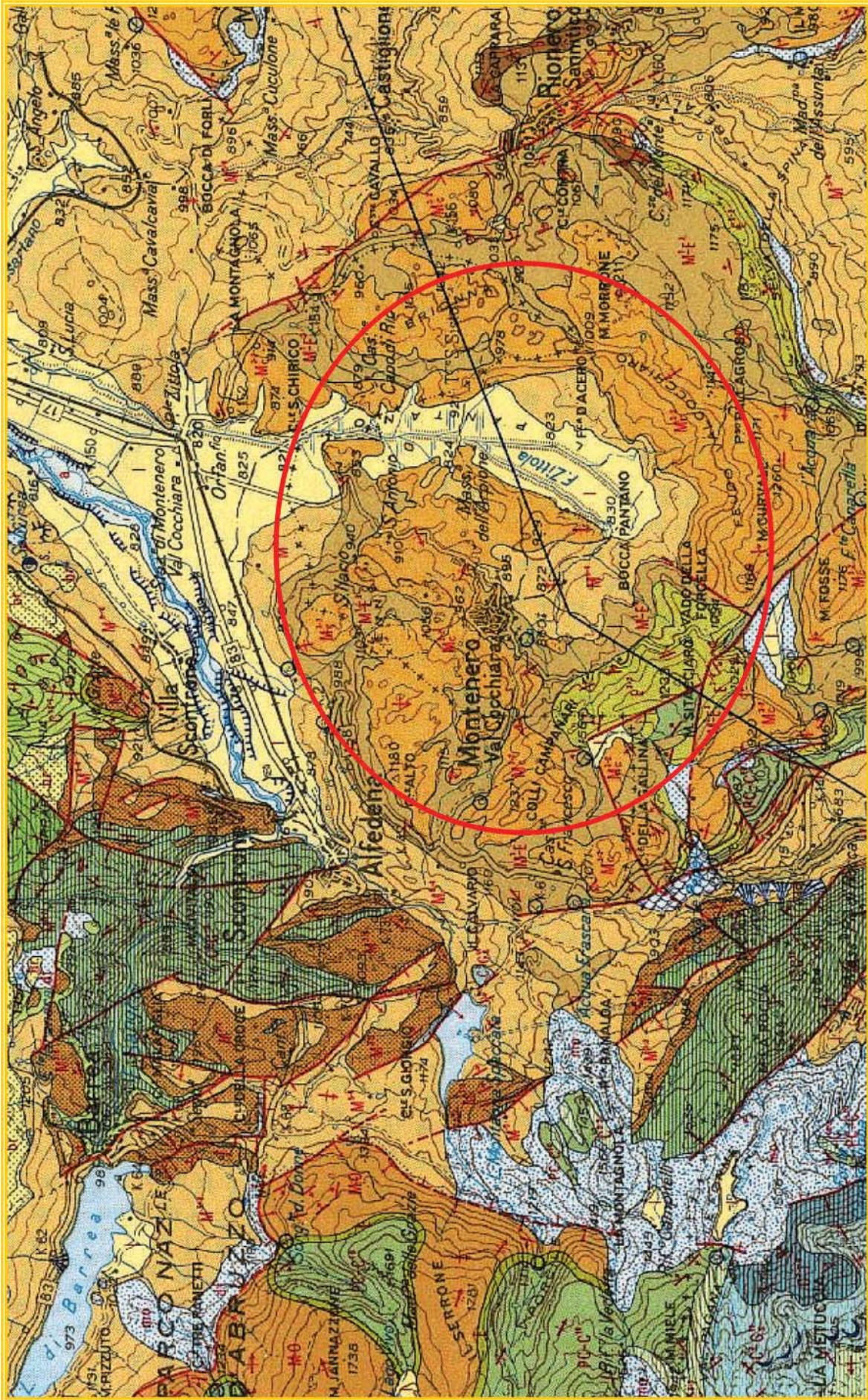


Figura 3: Schema geologico-strutturale dell'area che include il Pantano della Zittola (tratto rosso) - Carta Geologica d'Italia, Foglio 153 "Agnone" (scala 1:100.000).

Tale differenziazione è il risultato della diversa natura litologica delle unità affioranti: alle maggiori altitudini, dove prevalgono le formazioni più strettamente calcaree, i versanti si mostrano più acclivi rispetto alla zona pedemontana; questa, essendo costituita da materiale terrigeno di tipo marnoso, è più facilmente erodibile ed ha subito in misura maggiore il modellamento da parte del ruscellamento superficiale, che ha dato come risultato versanti più dolci.

I detriti, erosi e trasportati a valle dalle acque superficiali insieme ai depositi alluvionali del torrente Zittola, hanno contribuito a colmare la vasta depressione del Pantano che in origine, presumibilmente, era occupata da un lago con acque relativamente profonde, il cui immissario era rappresentato dal torrente Zittola e da numerosi rivoli laterali che discendevano dalle catene montuose circostanti.

I prodotti dell'erosione e del dilavamento delle rocce Eoceniche che si depositavano sul fondo, favorite anche dall'assenza di correnti, hanno formato un banco quasi orizzontale di argilla. Le acque del lago, a causa del riempimento del fondo, trovarono uscita verso il bacino del Sangro, portando alla formazione dell'attuale Pantano.

2.3 - Inquadramento idrogeologico

Le vicissitudini che dal Miocene ad oggi hanno determinato l'assetto geomorfologico del settore abruzzese-molisano hanno altresì condizionato l'idrologia dell'area di studio (Boni et alii, 1986).

I sedimenti litoidi permeabili che costituiscono l'Unità Idrogeologica dei Colli Campanari, pur essendo più antichi, per una serie di traversie geologiche giacciono sovrapposti a termini argilloso-arenacei impermeabili di età più recente (Tortoniano) (paragrafo 2.2); la sovrapposizione di tali rocce permeabili determina, ai nostri climi, l'esistenza di una falda estesa e consistente, che eroga in media 45 l/s di acqua caratterizzata da elevata qualità, sia chimica che microbiologica.

Essa si manifesta principalmente in due località: nella vasta depressione posta a nord della struttura, il Pantano, la cui genesi è ricollegabile ai movimenti tettonici oligo-miocenici che hanno dislocato con pieghe e faglie l'originario basamento calcareo, e sul versante meridionale di essa, a sud di monte Curvale.

La piana si presenta come un'estesa pianura paludosa costituita da un pianoro calcareo ricoperto di sedimenti alluvionali oleocenici a tessitura fine intercalati a livelli torbosi localmente affioranti (figura 4); questo permette il deflusso della falda nello strato permeabile e l'interazione della stessa con il Pantano.

La pianura è attraversata dal torrente Zittola, che nasce a pochi chilometri da Montenero Val Cocchiara sui Colli Campanari (1237 m) e poi discende al Pantano, dopo aver ricevuto l'affluente Acqua Tassetta a sud dell'abitato di Montenero Val Cocchiara, fino a confluire nel fiume Sangro.

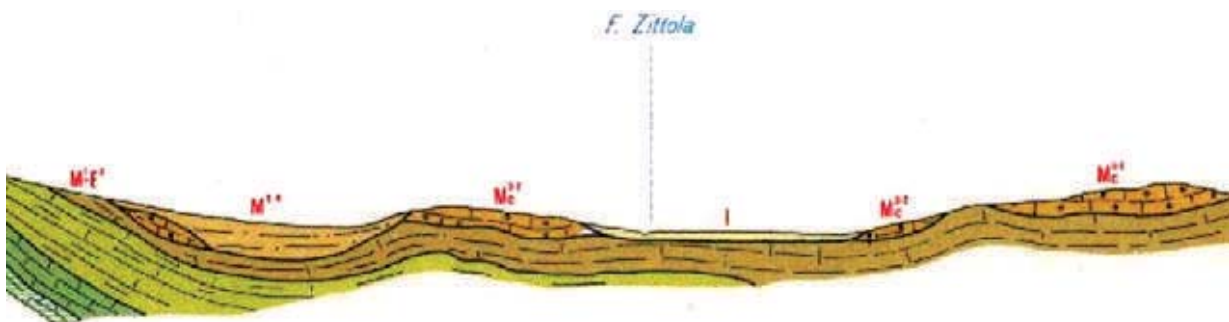


Figura 4: Sezione trasversale del Pantano della Zittola.

Il pianoro rappresenta una naturale cassa d'espansione del bacino idrografico della Zittola di notevole importanza, in quanto preserva il territorio da rischi di carattere idrologico contenendo le acque e regolando i deflussi idrici; esso è circondato da un anfiteatro naturale di versanti montuosi ricoperti da boschi, che delimitano il bacino della Zittola (sottobacino del Sangro) da quello del Volturno.

Le principali caratteristiche geomorfiche del bacino del torrente Zittola sono riportate nella tabella 1.

Tabella 1 : Principali caratteristiche geomorfiche del bacino del torrente Zittola.

Caratteristiche geomorfiche	Unità di misura	Valori
Superficie bacino	km ²	20,65
Quota massima	m slm	1.830
Quota media	m slm	1.325
Quota minima	m slm	820
Pendenza media	%	10
Lunghezza asta	km	9
Lunghezza rete idrica	km	216,43
Densità di drenaggio	km ⁻¹	10,50

La morfologia del territorio e l'assetto strutturale che condizionano i rapporti geometrici tra le varie formazioni geologiche che circondano il Pantano determinano emergenze di tipo diffuso disposte tutte intorno alla piana alluvionale che, associate a un ambiente umido e ad un microclima particolare, hanno generato la formazione della torbiera.

Le acque delle sorgenti più copiose contribuiscono considerevolmente all'allagamento del pianoro e tramite canalizzazioni più o meno perenni dolcemente lo attraversano, per poi alimentare la Zittola in diversi punti.

Nei periodi piovosi l'innalzamento della falda di base contribuisce all'allagamento del Pantano, favorito dalla bassa energia di drenaggio, con interscambio ed alimentazione delle acque stagnanti nel pianoro, verso i recapiti delle alluvioni della Piana di Castel di Sangro. Queste condizioni fanno sì che nella valle alluvionale si collochino un paesaggio e un biotopo unici nell'ambito dell'Appennino centro-meridionale.

Le manifestazioni sorgentizie più importanti della piana di Montenero Val Cocchiara, con le relative portate annuali, sono riportate nella tabella 2.

Tabella 2: Manifestazioni sorgentizie localizzate nella piana di Montenero Val Cocchiara.

Sorgente	Portate (l/s)	
	max	min
1) Fonte La Pescara	248,0	36,0
2) Bocca Pantano 1 e 2	77,7	0,0
3) Capo Foce	60,0	0,0
4) Pozzo Campana	23,0	0,0
5) Il Pozzo	91,0	6,7
6) Molino del Duca	16,0	3,0
7) Cemento	24,7	3,6
8) Fontana	49,0	8,7
9) S. Sisto I e II	242,7	3,5
Totale	831,4	91,5

Le sorgenti Cemento, Fontana e Molino del Duca apportano un eccesso d'acqua che va ad aggiungersi alle portate delle sorgenti Pozzo e La Pescara (da sud a nord). La sorgente Fontana viene captata ed alimenta la fontana comunale; Cemento, Molino del Duca, S. Sisto I e II non sono captate e quindi contribuiscono al costante allagamento del Pantano per buona parte dell'anno.

Si tratta, infatti, di risorgive d'alta quota con una portata stagionale condizionata dall'alternarsi dei

periodi piovosi a quelli aridi estivi, con tempi di ricarica e rilascio della falda abbastanza ravvicinati. Altre sorgenti sono: Fonte delle Fosse, Pantaniello, S. Barbara, S. Ilario, Pozzo Curciglio, Fonte della Torba e molte altre minori.

L'Ente Risorse Idriche del Molise (oggi diventata Azienda Speciale denominata "Molise Acque"), che provvede ai fabbisogni idrici della Regione, dispone di reali misurazioni dei prelievi effettuati dalle singole sorgenti che alimentano gli acquedotti principali; sulla base dei dati forniti si è rilevato che i prelievi relativi al Comune di Montenero Val Cocchiara riguardano solo la sorgente Acqua Tassetta, che va ad alimentare l'acquedotto comunale con un valore medio annuale di 4 l/s di acqua prelevata (ERIM, 2000).

Tale captazione, effettuata a monte del torrente Zittola insieme a quella della sorgente Fontana, non incide significativamente sul bilancio idrico del Pantano, che riceve gli apporti delle altre risorgive. Un contributo significativo proviene anche dagli interscambi con la falda (figura 4), per cui tutti questi afflussi garantiscono il persistere delle condizioni di sommersione del pianoro per buona parte dell'anno.

2.4 - Inquadramento fitoclimatico

L'inquadramento fitoclimatico definisce un sistema di riferimento che, insieme alle caratteristiche lito-morfologiche, consente di formulare ipotesi sulla vegetazione potenziale di un determinato territorio; in questo senso è possibile individuare delle regioni fitoclimatiche e mettere in correlazione elementi di natura ecofisiologica (risposta al freddo e all'aridità) con elementi legati non solo ai valori medi di temperatura e precipitazioni ma, in particolare, ai valori estremi, siano essi giornalieri, mensili o annuali.

I diagrammi climatici maggiormente utilizzati fanno riferimento alle proposte di Emberger (1930) e Bagnouls e Gaussen (1957), successivamente migliorate da Walter e Lieth (1960-67). Nel diagramma ombrotermico o pluviotermico, sulle ascisse vengono posti i mesi dell'anno e sulle ordinate (a sinistra e a destra) le temperature e le precipitazioni (i valori della temperatura hanno una scala doppia rispetto a quella delle precipitazioni, $1^{\circ}\text{C} = 2 \text{ mm}$). L'Appendice II riporta approfondimenti sulle classificazioni fitoclimatiche.

Il diagramma fitoclimatico per l'area in studio (figura 5), è stato ottenuto dai dati rilevati su un trentennio di osservazioni (1969-1999) dalla stazione meteorologica collocata a Castel di Sangro (AQ) ubicata a 805 m slm in prossimità del comune di Montenero Val Cocchiara; per l'estrapolazione dei dati è stato utilizzato il programma DIVA-GIS.

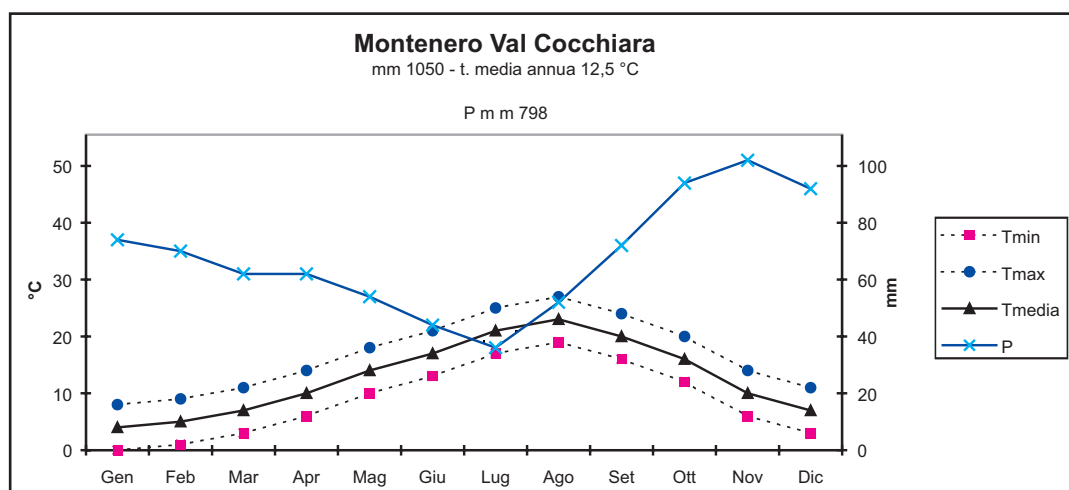


Figura 5: Inquadramento fitoclimatico del pSIC "Pantano Zittola - Feudo Val Cocchiara".

Il clima può essere definito di tipo temperato inquadrate nel contesto dell'Appennino, caratterizzato da inverni lunghi e freddi, con temperature che possono raggiungere punte di $-10/-15^{\circ}\text{C}$, ed estati brevi ma con temperature elevate (con medie di $18/20^{\circ}\text{C}$ fino ad un massimo di 35°C).

Le precipitazioni medie si aggirano intorno ai 798 mm l'anno, con valori minimi di circa 50 mm annui, riscontrabili nei mesi estivi. I più elevati livelli di precipitazioni si verificano per la maggior parte durante il periodo autunnale-invernale, anche in forma nevosa. Quest'ultima tipologia costituisce circa i 2/3 delle precipitazioni totali.

La temperatura media annua è di 12,5°C, la temperatura media minima è di 0,8°C nel mese di gennaio, la temperatura media massima è di 26,3°C nel mese di luglio. Lo stress da freddo, caratterizzato da temperature inferiori ai 10°C, si osserva da novembre fino a marzo. Il quoziente pluviotermico di Emberger, pari a 115,62, corrisponde a un clima umido.

Il diagramma termoudometrico mette in evidenza che l'aridità estiva è limitata al mese di luglio, mentre le precipitazioni sono concentrate nel periodo autunnale, in particolare nel mese di novembre. In relazione ai vari indici climatici la zona rientra nel clima **temperato**, termotipo **collinare**, ombrotipo **umido**.

Le fitocenosi potenziali corrispondenti a questo clima sono rappresentate dalle foreste umide a cerro di transizione verso la faggeta, mentre le praterie di sostituzione presenti su suoli inondata esibiscono evidenti caratteristiche euroasiatiche, che possono evolvere verso foreste igromesofile a frassini (P. M Bianco, 2004).

2.5 – Attività antropiche e uso del suolo

Le principali attività antropiche sono rappresentate dalla zootecnia (allevamento di bovini ed equini allo stato brado o semi-brado) e dall'agricoltura (essenzialmente collegata al pascolo del bestiame) (figura 6). Queste attività determinano da un lato un certo livello d'inquinamento da stallatico delle acque e del suolo e dall'altro la modificazione delle comunità vegetazionali, con il ridimensionamento delle specie autoctone a favore di quelle sinantropiche.

Nella piana del Pantano le specie delle torbiere appenniniche sono presenti ma, a causa del disturbo determinato dal sovrapascolo, non formano vere e proprie comunità, bensì popolamenti all'interno di mosaici. L'area, infatti, risulta infestata da specie nitrofile, alcune delle quali velenose per gli animali in quanto contenenti sostanze ad azione vescicante (P.M. Bianco, 2004).



Figura 6: Pascolo brado di bovini ed equini nel Pantano della Zittola; sullo sfondo la catena montuosa di Feudo Val Cocchiara.

Per quanto riguarda l'uso del suolo, la zona umida che costituisce orograficamente l'area più depressa del bacino della Zittola è interessata da coltivazioni erbacee costituite esclusivamente da foraggiere per il pascolo del bestiame.

Nell'area sommitale del bacino idrografico sono prevalenti formazioni boschive naturali, mentre a ridosso del comune di Montenero Val Cocchiara vi è una vasta zona priva di coltivazioni, con vegetazione costituita essenzialmente da cespugli ed arborati spontanei radi.

Premessa

In relazione alle peculiarità degli aspetti geomorfologici, geolitologici, fitoclimatici, nonché alle attività antropiche presenti nel sito, si è ritenuto opportuno considerare quale unità geografica di riferimento la zona umida "torbiera", focalizzando l'attenzione sui fattori di pressione che vi insistono, e sulla definizione dell'ambito d'influenza di quelli esterni (zona buffer).

La metodologia proposta per la costruzione del modello di analisi privilegia l'aspetto dell'*integrità ecologica* delle aree di torbiera, data la loro particolare fragilità, e evidenzia i diversi **fattori** biotici ed abiotici che ne definiscono ed influenzano la qualità ambientale⁹.

L'attività prioritaria per lo svolgimento dell'intero caso studio ha riguardato l'identificazione di questi fattori in relazione alle importanti Funzioni ecologiche (Stato) che questi ambienti svolgono; tali fattori sono stati considerati solo da un punto di vista qualitativo, al fine di conoscere le caratteristiche e le condizioni del sito. Per quanto attiene alle pressioni ivi esercitate, invece, i relativi fattori, quantificati tramite indicatori scelti ad hoc nell'ambito dei set core dei CTN di riferimento (NEB, AIM e TES), sono stati elaborati mediante analisi multicriteri.

In sintesi, la metodologia adottata si articola nelle seguenti fasi:

1. ricerca di materiale bibliografico e ricognizione delle fonti pregresse di informazioni sul Pantano della Zittola (dati ISTAT, carte tematiche, foto aeree, pubblicazioni, studi universitari, etc.);
2. individuazione e perimetrazione su carta tecnica regionale (1:5000) degli elementi caratteristici dell'area (torbiera, pSIC, bacino idrografico) (figura 7);
3. identificazione dei fattori biotici ed abiotici cruciali per la definizione dello Stato e delle Pressioni, sia per la torbiera che per il buffer;
4. definizione degli indicatori in grado di quantificare tali fattori (modello D.P.S.I.R.) e loro organizzazione in termini di Pressioni e Funzioni ecologiche (Stato);
5. popolamento degli indicatori;
6. applicazione dell'analisi multicriteri ai fattori di pressione;
7. valutazione dei fattori di pressione significativi per la torbiera e per il buffer;
8. definizione dell'ampiezza dell'area *buffer* quale ambito di influenza delle pressioni presenti nel territorio circostante e nella torbiera;
9. interpretazione ed analisi dei risultati.

⁹ Il modello adottato ha cercato di soddisfare i criteri di consistenza scientifica (essere il più possibile quantitativo e riferito a modelli validati, come lo schema DPSIR), esportabilità, applicabilità nonché fattibilità in relazione ad aspetti operativi (ad es. reperimento dei dati, etc.).

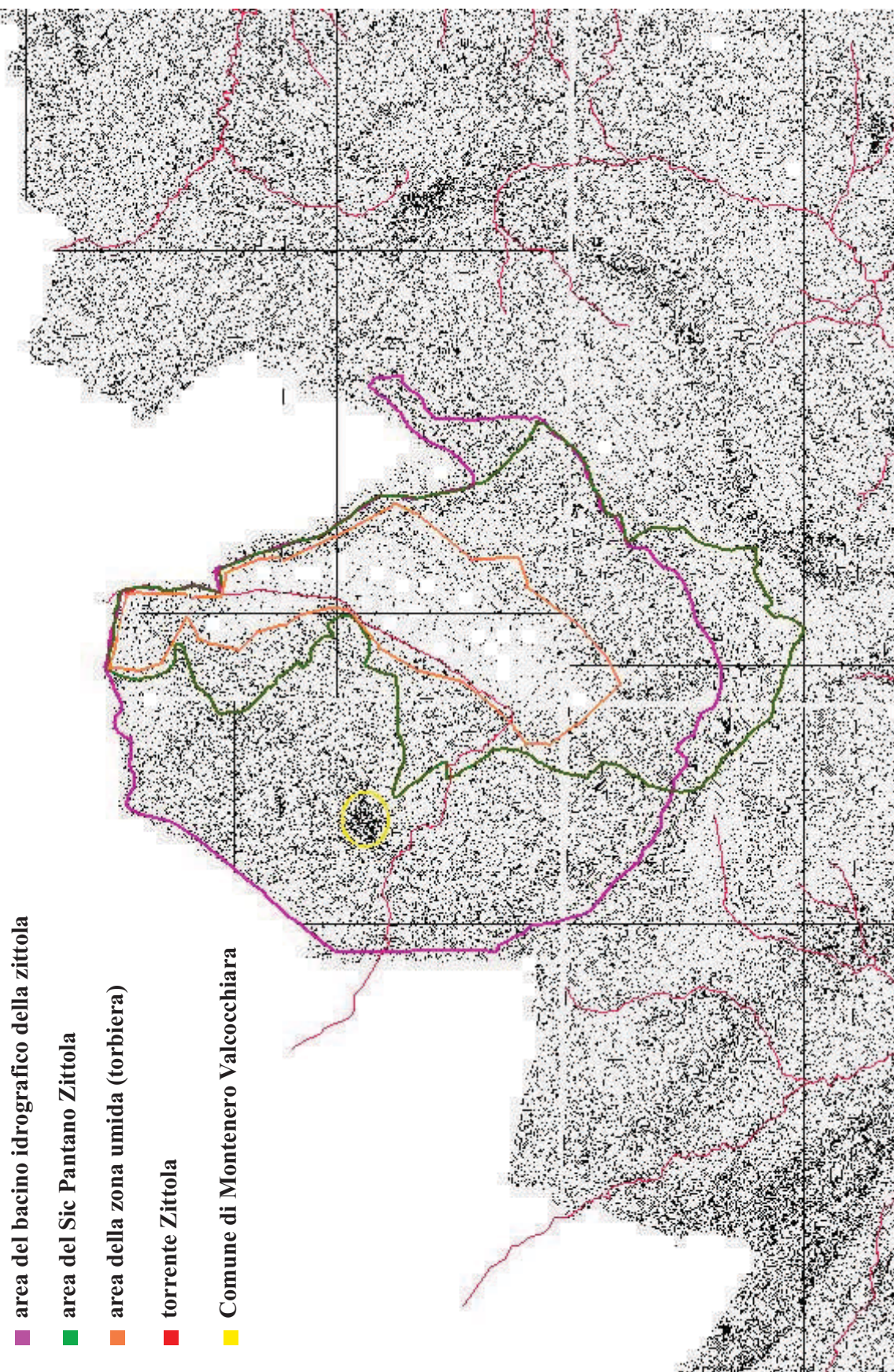


Figura 7: Estratto della Carta Tecnica della Regione Molise (scala 1:5000) - Comune di Montenero Val Cocchiara.

3.1 – Identificazione dei fattori biotici ed abiotici

Terminata la fase ricognitiva (di raccolta cioè delle informazioni pregresse e del materiale bibliografico inerente la zona umida torbiera in generale ed il caso studio in particolare), è stata avviata la fase di identificazione dei fattori biotici ed abiotici ritenuti cruciali per la Torbiera.

Per questi ultimi si è fatto riferimento ai criteri stabiliti nell'Allegato II della Direttiva Habitat per l'individuazione delle torbiere basse alcaline (codice habitat 7230); successivamente sono stati definiti i fattori di pressione relativi al buffer della zona umida torbiera in generale, ed infine sono stati considerati quelli incidenti sull'area oggetto di studio.

In questa fase è stata approfondita tutta la bibliografia riguardante il Pantano-Zittola, nonché quella relativa alle metodologie di definizione e valutazione dei fattori di pressione che possono potenzialmente incidere sulla Stato Ambientale di un area naturale e/o seminaturale di un certo pregio (pubblicazioni, metodologie sperimentali, tesi di laurea, etc).

I principali fattori individuati per l'habitat torbiera che in vario modo ne caratterizzano le funzioni ecologiche e le pressioni sono riportati in tabella 3. In grigio sono evidenziati i fattori analizzati e valutati nel caso studio; i rimanenti fattori non sono stati considerati perché non presenti nell'area in esame (Strutture ricettive e Settore energetico), oppure non valutabili per carenza d'informazioni (Fauna).

Tabella 3: Fattori (biotici e abiotici) di Stato e di Pressione individuati.

FATTORI (biotici o abiotici)	
STATO	PRESSIONI
<i>Morfologia ed Idrogeologia</i>	<i>Morfologia ed Idrogeologia</i>
<i>Vegetazione</i>	<i>Agri coltura</i>
Fauna	<i>Zootecnia</i>
	<i>Attività produttive</i>
	<i>Urbanizzazione</i>
	<i>Turismo</i>
	Strutture ricettive
	<i>Infrastrutture lineari e Servizi</i>
	Settore energetico

3.2 – Definizione e presentazione degli indicatori

Una volta individuati i fattori biotici ed abiotici più importanti è stato definito, per ognuno di essi, il set di indicatori (a volte anche solo uno) in grado di quantificarli opportunamente.

La scelta degli indicatori è stata effettuata primariamente nell'ambito del core set del CTN_NEB, in considerazione, ovviamente, delle peculiari caratteristiche della zona umida torbiera, particolarmente fragile sotto vari aspetti (paragrafo 1.2.4); nei casi in cui non è stato possibile individuarne di adeguati, ci si è orientati verso altri indicatori efficaci dal punto di vista dei contenuti.

Gli indicatori opportunamente individuati, in grado di quantificare efficacemente i fattori di Stato e di Pressione della torbiera sono riportati nelle tabelle 4 e 5. L'elenco comprende anche indicatori che, per motivi di indisponibilità locale dei dati, non sono stati popolati (evidenziati in rosso); questo perché si ritiene fondamentale, ai fini dell'esportabilità del caso studio, fornire indicazioni complete.

Inoltre, poiché il presente lavoro è focalizzato sulla valutazione e stima delle **pressioni**, si è scelto di non seguire l'ordine usuale dello schema DPSIR, ma di suddividere il complesso degli indicatori in due grossi blocchi presentati in sequenza: il primo costituito da tutti gli indicatori di Stato, il secondo dalle DRIVING FORCES e dalle PRESSIONI.

Ciascun indicatore popolabile è stato descritto e motivato in relazione all'importanza che assume per la torbiera in esame.

Tabella 4: Fattori di "Stato" e relativi indicatori

FATTORI	INDICATORE	DPSIR
Morfologia ed Idrogeologia	- Superficie	S
	- Esposizione	S
	- Qualità delle acque: Stato Ecologico ed Ambientale dei Corsi d'Acqua(SECA-SACA)	S
	- Morfologia e continuum dei corsi d'acqua (Indice di Funzionalità Fluviale - IFF)	S
Vegetazione	Naturalità della vegetazione	S
Fauna	Ricchezza di specie animali	S
Habitat	Status degli habitat presenti all'interno delle zone umide	S

Tabella 5: Fattori di "Pressione" e relativi indicatori

FATTORI	INDICATORE	DPSIR
Morfologia ed idrogeologia	<ul style="list-style-type: none"> - Acclività dei versanti - Interrimento 	<p>P</p> <p>S/P</p>
Agricoltura	<ul style="list-style-type: none"> - Assenza di attività - Carichi in azoto e fosforo da uso del suolo - Superficie Agricola Utilizzata (SAU) - Compattamento del suolo - Canalizzazioni 	<p>P</p> <p>D/P</p> <p>P</p> <p>P</p>
Zootecnia	<ul style="list-style-type: none"> - Assenza di attività - Carichi in azoto e fosforo da zootecnia - Carico organico potenziale da zootecnia - Unità di Bovino Adulto (UBA) - Stabulazione fissa 	<p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>D/P</p>
Attività produttive	<ul style="list-style-type: none"> - Assenza di attività produttive - Superficie < a 10.000 mq - Superficie > a 10.000 mq - Carico organico potenziale da industria - Attività estrattive 	<p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p>
Urbanizzazione	<ul style="list-style-type: none"> - Assenza di urbanizzazione - Case sparse - Carico organico potenziale da impianti di depurazione - Piccolo aggregato - Centro abitato - Area urbana 	<p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p>
Turismo	<ul style="list-style-type: none"> - Assenza turismo - Occasionale - Stagionale - Continuo - Attività venatoria e/o alieutica 	<p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p>
Strutture ricettive	<ul style="list-style-type: none"> - Assenza strutture - Tipologie a basso impatto - Campi sportivi - Percorsi per equitazione - mountain-bike - Ippodromi - Piste da sci - Complessi sportivi 	<p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p>
Infrastrutture lineari e servizi	<ul style="list-style-type: none"> - Assenza percorsi veicolari - Strada vicinale - Strada comunale - Strada provinciale - Linee ferroviarie - Strada statale - Autostrada - tangenziale - Sistemi di trattamento e smaltimento rifiuti - Captazioni 	<p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>P</p>
Settore Energetico	<ul style="list-style-type: none"> - Produzione energetica 	<p>P</p>

3.3 – Metodo applicato per la valutazione dei fattori di pressione

La valutazione delle Pressioni incidenti all'esterno e all'interno della Torbiera è stata realizzata utilizzando l'**Analytic Hierarchy Process** (AHP, Saaty, 1990), adatto ad analisi multicriteriali, sia qualitative che quantitative.

La metodologia prevede l'ordinamento gerarchico di diversi attributi e l'analisi degli aspetti qualitativi e quantitativi, che vengono quindi compresi in maniera non arbitraria dentro il processo valutativo.

Tale metodologia è articolata in 6 momenti fondamentali:

- scomposizione dei livelli gerarchici superiori (nello specifico i fattori di pressione), tramite il riconoscimento degli attributi (indicatori di pressione) che li quantificano;
- assegnazione di valori d'incidenza agli attributi sulla scorta di valutazioni dettate dall'analisi del contesto di riferimento;
- valutazione degli attributi mediante giudizi comparati (**matrici dei confronti a coppie**), che viene effettuata utilizzando una scala semantica delle importanze relative detta "**fondamentale**", suddivisa in gradi di preferenza da 1 a 9 (tabella 6);

Tabella 6: Scala semantica delle importanze relative detta "fondamentale".

ATTRIBUTO (INDICATORE)	GIUDIZIO
1	Ugualmente importante
3	Leggermente importante
5	Più importante
7	Molto più importante
9	Estremamente più importante
2, 4, 6, 8	Valori intermedi o di "compromesso"

- aggregazione dei punteggi pesati degli attributi ed evidenziazione della valenza dei relativi livelli gerarchici superiori tramite l'individuazione di un indice sintetico, attraverso la seguente formula:

$$IF_i = C \times F_i = C \times \Sigma V_i$$

dove:

IF_i = Indice del Fattore i-esimo;

C = Coefficiente ponderale del fattore i-esimo (peso);

F_i = Incidenza del Fattore i-esimo;

V_i = Valore d'incidenza degli Indicatori che descrivono il fattore i-esimo.

- sommatoria dei valori d'incidenza degli indicatori, per ciascuno dei livelli gerarchici superiori individuati, e definizione di cinque classi, ciascuna corrispondente ad un giudizio (tabella 7);
- collocazione dell'indice sintetico nell'ambito delle classi individuate e definizione del giudizio associato.

Tabella 7: Classi di corrispondenza per l'indice relativo al livello gerarchico superiore.

Classe	Range	Valore Indice (livello gerarchico superiore)	Giudizio
I	---	0	(irrilevante)
II	---	1	(lievemente rilevante)
III	---	3	(etc.)
IV		5
V		10

In Appendice III sono riportati degli approfondimenti sulla metodologia AHP.

3.4 - Metodo di calcolo dei buffer per i singoli fattori di pressione

Riguardo alla definizione dell'ambito di influenza delle **Pressioni esterne (buffer)**, si ritiene importante sottolineare la centralità di questo momento ai fini della metodologia. Sulla base di valutazioni di natura scientifica nonché spaziale, si è giunti alla conclusione che non è possibile stabilire univocamente un'ampiezza del *buffer* che si adatti a tutte le tipologie di Zona Umida, poiché le situazioni reali differiscono rispetto alle diverse condizioni morfologiche, ambientali e territoriali in cui tali aree possono essere collocate.

Pertanto, in funzione della esportabilità dei risultati, è stato deciso di considerare **variabile** la profondità del *buffer* e di definire tale ampiezza come la superficie massima ottenibile dalla sovrapposizione di tutte le superfici di incidenza dei singoli fattori di pressione esterni, come descritto nella seguente funzione:

$$P_{(buffer)} = f(x_a, y_a, z_a, w_a, \dots, x_b, y_b, z_b, w_b, \dots)$$

dove la profondità (P) è funzione delle variabili (x, y, z, w, \dots) che misurano le superfici d'incidenza dei diversi indicatori che quantificano i fattori di pressione (a, b, c, \dots). La dimensione corretta dell'ambito d'influenza di ciascun fattore di pressione (ad es. a) sarà data, per ogni indicatore (ad es. x_a, y_a, z_a, w_a), dalla sovrapposizione delle diverse estensioni areali d'incidenza della pressione.

L'individuazione dei vari buffer parte dal presupposto che ogni fattore di pressione fa riferimento ad una unità territoriale che può essere di tipo amministrativo (Comune, Provincia, Regione) o geografico (bacino idrografico, sottobacino, SAU, Aree d'influenza delle arterie stradali, delle discariche, delle cave d'inerti etc.). Di conseguenza, ciascun fattore evidenziato è riferibile ad una o più unità territoriali, i cui confini costituiranno il perimetro del buffer.

Una volta individuati i buffer dei fattori a, b, c, d, \dots etc., le relative superfici d'incidenza vengono sovrapposte (*map overlay*) per determinare il buffer globale; esso consente di definire la profondità effettiva dell'ambito di pressione generale che insiste sulla torbiera; contemporaneamente, si evidenziano in questa maniera anche le zone di massima concentrazione delle pressioni, laddove le aree si sovrappongono. La superficie individuata presenterà ovviamente un perimetro irregolare, alla definizione del quale contribuirà ognuno dei buffer relativi ai vari fattori di pressione.

Al fine di poter confrontare le aree e di quantificarne la profondità, il perimetro di ogni superficie può essere stirato fino a portarlo alla dimensione del "cerchio equivalente"; in maniera analoga viene determinato il cerchio equivalente dell'area in studio.

Lo spessore (R) delle corone circolari relative ai cerchi concentrici individuati costituisce la profondità dei buffer (figura 8).

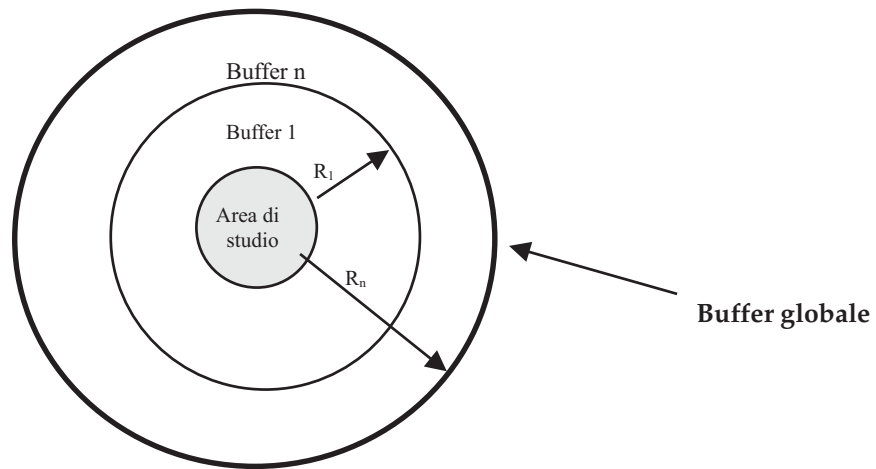


Figura 8: Cerchi equivalenti relativi ai vari buffer individuati e al buffer globale.

POPOLAMENTO DEGLI INDICATORI DI STATO

Premessa

Come già accennato, gli indicatori di Stato sono stati popolati, ma i relativi dati non sono stati ulteriormente elaborati, in quanto lo studio è finalizzato unicamente alla stima delle pressioni. Tuttavia, la metodologia qui esposta non esclude la possibilità di approfondire le elaborazioni anche per tali indicatori, al fine di ottenere una valutazione esaustiva dei fattori che qualificano la torbiera.

Per definire le caratteristiche essenziali dell'area in studio relative ai fattori di Stato sono stati utilizzati indicatori supportati da una base dati derivata dalla cartografia regionale (C.T.R. 1:5.000, DEM della Regione Molise, Corine Land Cover, cartografie tematiche), nonché da campionamenti effettuati nella zona anche da parte dell'ARPA Molise.

Una precisazione è necessaria relativamente al fattore di Stato "Fauna", non popolato per carenza di studi sulla ricchezza e sulle dinamiche delle popolazioni faunistiche del pSIC Pantano-Zittola, relativamente alle specie riportate nella scheda di Rete Natura 2000.

Il sito è ubicato in un crocevia tra il Parco Nazionale D'Abruzzo, Lazio e Molise e altre aree protette a livello Regionale ed extraregionale ("Fiume Volturno dalle sorgenti al Fiume Cavaliere" - IT7212126, "Gola di Chiauci" - IT7211120, Alta Valle del Fiume Sangro, etc.), ed è collegato a raggiera con importanti bacini lacustri (Lago di Castel San Vincenzo, Lago di Villetta Barrea, Lago della montagna Spaccata, Lago di Scanno, Lago di Bomba, Lago di Guardialfiera, Lago di Occhito, Lago del Matese, Lago di Posta Fibрино).

Questa collocazione strategica conferisce alla zona umida Pantano-Zittola lo status di habitat di sosta per numerose specie di uccelli migratori, tra cui la cicogna bianca, (*Ciconia ciconia*) e la rara cicogna nera (*Ciconia nigra*); pertanto la carenza di studi sulle popolazioni ornitiche limita la completezza delle informazioni relative allo Stato.

Inoltre, la favorevole ubicazione del sito ha influito in maniera determinante sulla scelta operata dall'Amministrazione Provinciale di Isernia che, nell'ambito del Piano Faunistico Venatorio (2005), ha dichiarato **Oasi di Protezione** l'area del bacino del torrente Zittola (Comune di Montenero Val Cocchiara); per essa sussiste il divieto assoluto di caccia, in quanto l'area costituisce una superficie utile per il riposo e la sosta della fauna selvatica e in essa sono vietati anche gli interventi di ripopolamento.

In Appendice IV è riportato l'elenco delle specie ornitiche migratorie abituali (scheda Rete Natura 2000) per le quali è segnalata la presenza ma non la consistenza delle popolazioni, né il grado di Conservazione e/o d'Isolamento delle stesse (ad eccezione del falco pellegrino). Per gli invertebrati ed i mammiferi la situazione è analoga, mentre le informazioni sugli anfibi e i rettili sono relativamente più complete.

Ai fini del monitoraggio degli habitat inclusi in Rete Natura 2000 si avverte, evidentemente, l'urgenza di un aggiornamento dei dati delle schede, in particolar modo di quelli relativi alla fauna.

4.1 - Morfologia e idrogeologia (fattore abiotico)

Per quest'ambito di indagine è stato analizzato il grado di naturalità e varietà della configurazione dell'area umida e delle porzioni di territorio (buffer) che in qualche modo ne influenzano le caratteristiche e la stabilità nel tempo. Tra gli elementi morfologici ed idrogeologici, sono stati presi in esame i seguenti:

1. Superficie;
2. Esposizione;
3. Qualità delle acque: Stato Ecologico ed Ambientale dei Corsi d'Acqua (SECA-SACA);
4. Morfologia e continuum dei corsi d'acqua (Indice di Funzionalità Fluviale – IFF).

4.1.1 - Superficie

La superficie dell'area considerata, con riferimento alla teoria della biogeografia insulare, è un primo

indicatore del possibile stato di conservazione della porzione di territorio classificata zona umida e delle implicazioni correlate alla salvaguardia delle specie in essa presenti (R. Mac Arthur e E. O. Wilson, 1970).

I modelli della biogeografia insulare si applicano in maniera ottimale alle torbiere, che per loro natura si presentano sotto forma di piccole "isole" circondate da un "mare" inospitale per tutti gli organismi più specializzati che in esse vivono; risulta quindi determinante salvaguardare, per quanto possibile, un intero "arcipelago" di simili aree di particolare pregio naturalistico.

Molti studi condotti con una sperimentazione biogeografica a piccola scala, hanno verificato le velocità di estinzione in riferimento al numero di specie coesistenti e alle dimensioni dell'isola. Lo studio dell'andamento della curva Area/numero di Specie effettuato su numerosi popolamenti di specie faunistiche e floristiche insediati sulle isole ha portato alla proposta della seguente relazione:

$$S = C \cdot A \cdot z$$

dove:

S è il numero di specie presenti in un'isola;

C è una costante;

A è l'area dell'isola;

z un'altra costante.

Poiché molto spesso il numero delle specie è proporzionale alla radice cubica dell'area, z viene assunto pari a 1/3 circa, e la formula viene riscritta nel modo seguente:

$$S = C \cdot A \cdot 0,3.$$

La formula dimostra che se l'area di un'isola o di una zona protetta viene ridotta a 1/10, il numero delle specie si riduce a metà (o, viceversa, decuplicando l'area raddoppiano le specie).

Data l'importanza che l'estensione areale assume rispetto all'integrità ecologica del biotopo torbiera, è stata elaborata in questo studio una proposta di valutazione della superficie basata sull'assegnazione di punteggi discreti riferiti a "giudizi" sull'estensione della zona umida (tabella 8).

Applicando le considerazioni della teoria insulare al biotopo torbiera occorre innanzi tutto fare riferimento alle sue specie floristiche peculiari. A tale proposito sono stati adottati i criteri individuati per la Svizzera (Grunik et al., 1986), integrati da dati bibliografici sulla flora delle torbiere appenniniche italiane. Tali criteri, determinati statisticamente, qualificano le torbiere di rilevanza nazionale sulla base di un numero minimo di specie esclusive e/o caratteristiche di tali habitat, distribuite su una superficie considerata sufficiente a sostenere tali popolamenti.

Per quanto riguarda la dimensione ottimale idonea a garantire l'integrità degli habitat di torbiera appenninica, occorre precisare che non esistono studi relativi ad una superficie minima appropriata. Una indicazione viene fornita dalle statistiche elaborate dal CTN_NEB (*"Indicatori e indici sullo stato di qualità delle zone umide"*, 2005) riferite ai soli habitat censiti come 7230 (*Torbiere basse alcaline*) e 6430 (*Bordure planiziali, montane e alpine di megaforie igrofile*, che contornano e possono contenere ambienti torbosi), per i quali risulta che la superficie media è pari a circa 60 ettari nel primo caso e 110 ettari nel secondo. Tali valori danno una chiara indicazione della notevole estensione che possono raggiungere questi ambienti.

In considerazione della progressiva riduzione, operata negli anni, di questa tipologia di habitat e della teoria insulare, secondo la quale le specie che s'insediano in un'area raddoppiano o si dimezzano se, rispettivamente, l'estensione decuplica o si riduce a 1/10, si è ritenuta "sufficiente" una **superficie minima di 1 ettaro**. Le classi di superficie sono pertanto state individuate in funzione di tale valore (www.kbnl.ch/site/i/lebensraeume/moorlandschaften/moor_dok/dok05b.pdf).

Il criterio adottato nel presente lavoro per qualificare la **Torbiera Appenninica (TA)**, tipologia alla quale appartiene il Pantano della Zittola, prevede il riscontro di un **numero di specie rappresentative di tale habitat** superiore alle **10 unità** (oppure grado di copertura delle specie torbicole e di palude superiore a quello delle altre specie), distribuite su una **superficie minima di 1 ha**.

Si considerano rappresentative le entità esclusive e/o caratteristiche seguenti: *Dactylorhiza incarnata*, *Epipactis palustris*, *Caltha palustris*, *Carex stellulata*, *C. paniculata*, *Eleocharis palustris*, *Galium palustre*, *G. elongatum*, *Glyceria fluitans*, *Juncus acutiflorus*, *Menyanthes trifoliata*, *Myosotis caespitosa* (Pignatti, 1982; Lucchese 2000; P. M. Bianco, 2004).

Tabella 8: Indicatore di Superficie per le TA.

Superficie (ha)	Valore (V.)*	Giudizio
> 100	10	“Ottimo” perchè l’estensione è ampia e suscettibile di massima biodiversità
> 10	8	“Buono” perchè la torbiera è abbastanza estesa e suscettibile di discreta biodiversità
> 1	6	“Sufficiente” per l’estensione e suscettibile di accettabile biodiversità
> 0,1	3	“Mediocre” perchè la torbiera è poco estesa e suscettibile di biodiversità limitata
< 0,01	1	“Insufficiente” a garantire una biodiversità adeguata

* I valori dispari indicano una situazione intermedia.

In Appendice V, VI e VII sono riportati rispettivamente: approfondimenti relativi alla “teoria biogeografica dell’insularità”, l’elenco delle specie torbicole delle TA ed i criteri per la qualificazione delle Torbiere Alpine.

Popolamento indicatore

Il caso studio prende in considerazione una delle più estese torbiere Appenniniche d’Italia, il Pantano della Zittola, la cui superficie è di circa 900 ha. Si tratta di un residuo ineguagliabile di tale habitat, che si è conservato grazie all’amore degli abitanti locali verso questi luoghi da sempre destinati alla produzione di foraggio, al pascolo bovino ed equino.

In questo territorio, infatti, è sopravvissuta una specie autoctona di razza equina ufficialmente definita “cavallo Pentro” da *Samnium Pentrum*, nome che caratterizzava la Regione. Questa razza è il risultato di secoli di adattamento ad un ambiente ostile, il Pantano della Zittola, che può a pieno titolo essere considerato come una “nicchia ecologica”, sia dal punto di vista zootecnico che vegetazionale.

Infatti, in esso sono state identificate circa 300 specie botaniche, molte delle quali rarissime e talvolta presenti solitamente nelle zone alpine, come *Dactylorhiza incarnata* ed *Epipactis palustris* (orchidee a rischio di estinzione nell’Appennino), *Caltha palustris*, *Carex stellulata*, *C. paniculata*, *Eleocharis palustris*, *Equisetum palustre*, *Galium elongatum*, *G. palustre*, *Glyceria fluitans*, *Juncus acutiflorus*, *Menyanthes trifoliata*, *Myosotis caespitosa*.

L’Università degli Studi del Molise ha condotto studi fitosociologici e floristici sulla torbiera inclusa nel pSIC “Pantano Zittola – Feudo Val Cocchiara” (Lucchese, 2000; P. M. Bianco, 2004), dai quali risulta la presenza di più di 10 specie esclusive e/o caratteristiche distribuite su una superficie minima di 1 ha.

Tali studi consentono di assegnare all’estensione del Pantano della Zittola (900 ettari), per l’Indicatore Superficie, il valore più elevato 10 (giudizio “Ottimo”), corrispondente ad una **Iª classe (TA_(Vs) = 10)**.

Sotto l’aspetto “Superficie”, pertanto, la dimensione della torbiera in studio è in grado di sostenere la massima biodiversità delle specie floristiche e faunistiche caratteristiche di tale habitat.

4.1.2 - Esposizione

L’orientamento dei versanti determina importanti variazioni microclimatiche che si riflettono sulla distribuzione delle differenti serie di vegetazione e sui processi dinamico-evolutivi delle stesse, sui processi pedogenetici e di alterazione superficiale.

La carta dell’orientamento dei versanti può fornire indicazioni utili per approfondimenti di carattere pedologico e vegetazionale, finalizzati alla valutazione della stabilità dei versanti e dell’uso dei suoli. In particolare, versanti esposti a sud ospitano serie di vegetazioni termofile o xerofile, limitando lo sviluppo di quelle mesofile o mesotermofile; queste, infine, trovano condizioni ecologiche adatte al loro insediamento, e successiva evoluzione, sui versanti maggiormente freschi ed umidi con esposizione a nord.

L’analisi dell’esposizione non è di per sé sufficiente a trarre delle particolari indicazioni, ma va confrontata con i dati climatici e geomorfologici in primo luogo, e secondariamente con parametri geologici, morfologici ed idrogeologici.

La disposizione dei versanti controlla in parte, altresì, l’umidità di una valle (effetto di maggiore o minore evaporazione) e può incrementare il rischio di incendi boschivi, in relazione alla esposizione e ai diversi tipi di vento.

In termini generali, la complessa situazione di orientamento dei versanti può influenzare in maniera consistente la formazione dei deflussi a valle che, nel caso delle torbiere basse, è una componente del processo che determina il loro interrimento e contribuisce agli apporti dei carichi inquinanti dispersi (N, P e carico organico originato dal pascolo brado).

Popolamento indicatore

La zona umida “Pantano della Zittola”, derivata da una piana alluvionale di sedimenti olocenici a tessitura fine intercalati a livelli torbosi localmente affioranti, presenta una superficie interamente esposta ai raggi solari, con orientamento prevalente verso sud-est. Le pendici dei rilievi che contornano la piana risultano da lievemente acclivi ad acclivi, con esposizione rivolta verso nord-ovest (Figura 9).

La carta dell’orientamento dei versanti è stata ricavata dal Modello Digitale del Terreno (Digital Elevation Model - DEM) con passo di 40 m, prodotto dal Centro Ricerca Cartografico della Regione Molise.

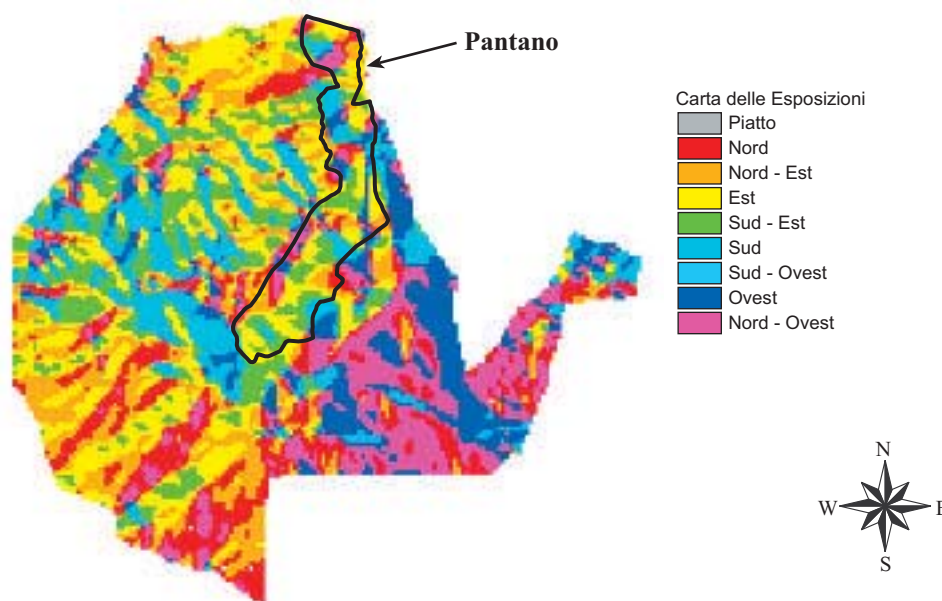


Figura 9: Carta delle Esposizioni – Comune di Montenero Val Cocchiara

L’esposizione del pianoro lo rende idoneo alle colture foraggere (graminacee); i monti che lo contornano, invece, mostrano un’attitudine all’insediamento dei boschi a cerro, che predilige terreni umidi e poco assolati, mentre in quota s’insedia il faggio. Nel sito si osserva una situazione che corrisponde alle attitudini di uso del suolo indicate in base all’esposizione, rispondenti anche al clima della zona (vedi par. 2.4). Relativamente all’esposizione le pratiche agricole della zona risultano efficienti e coerenti con l’insolazione dei versanti.

Rispetto all’influenza sulla formazione dei deflussi verso il Pantano della Zittola, essi prevalgono nelle esposizioni sud/sud-est, che contribuiscono in misura maggiore agli apporti di sedimenti e carichi inquinanti.

4.1.3 - Qualità delle acque (SECA-SACA)

La torbiera oggetto di analisi rappresenta la naturale piana alluvionale del torrente Zittola, che periodicamente esonda depositando anche i carichi inquinanti eventualmente veicolati dalle acque.

A tale riguardo è opportuno valutare la qualità delle acque riferendosi ai dati costituiti dai risultati dei campionamenti IBE e parametri macrodescrittori (LIM), determinati nel corso dell’anno per il corpo idrico. Questi dati sono spesso disponibili nel caso di torrenti che defluiscono in aree protette, poiché tale collocazione conferisce loro importanza ai sensi del D.L. 152/99.

I valori del LIM e dell’IBE consentono di definire lo Stato Ecologico del Corso d’Acqua (SECA) che affluisce alla torbiera; i dati dello Stato Ecologico, incrociati con i valori delle concentrazioni

degli inquinanti inorganici e organici (sostanze pericolose), permettono di determinarne lo Stato di qualità Ambientale (SACA).

Popolamento indicatore

Il torrente Zittola, immissario del Pantano, viene monitorato dall'ARPA Molise in quanto ricade in un'area che, per valori naturalistici e paesaggistici, ha rilevante interesse ambientale (pSIC).

In tabella 9 si riportano i dati relativi a LIM, IBE, SECA e SACA rilevati nel 2004 presso le stazioni di campionamento monitorate, ubicate rispettivamente: a monte del depuratore comunale, subito a valle del paese (Madonna della Fonte), in corrispondenza di Bocca del Pantano (all'entrata del pianoro) e presso Masserie dell'Arpione (zona centrale del Pantano).

Tabella 9: Qualità delle acque del torrente Zittola.

STAZIONE	LIM	IBE*	CLASSE IBE	SECA	SACA
Madonna della Fonte	2	10	I	2	Buono
Bocca del Pantano	3	10	I	3	Sufficiente
Masserie dell'Arpione	2	6	III	3	Sufficiente

* Medie dei valori delle determinazioni stagionali

I dati evidenziano uno scadimento della qualità delle acque presso i siti in corrispondenza delle stazioni Bocca del Pantano e Masserie dell'Arpione. Tale degrado è riconducibile principalmente al pascolo brado di bovini ed equini, che giornalmente si abbeverano presso il torrente.

4.1.4 - Morfologia e continuum dei corsi d'acqua (IFF)

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) fornisce informazioni sul sistema fiume-territorio, derivanti dall'integrazione di una serie di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato; esso consente di valutare la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici e l'idoneità a sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate (D.Lgs. n. 152/99 s.m.i.).

Il metodo prevede un'indagine approfondita sui vari aspetti dell'ecologia fluviale finalizzata a dare una valutazione della morfologia e del continuum del corso d'acqua. A tal fine vengono individuati tratti omogenei rispetto alle caratteristiche che si vanno ad analizzare, esposte sinteticamente in 14 domande: le prime quattro focalizzano l'attenzione sullo stato del territorio circostante e sulla vegetazione presente nella fascia perfluviale, le altre sulla morfologia fluviale, sugli effetti idrodinamici, sulla componente vegetale in alveo bagnato e sulla composizione del detrito e della comunità macrobentonica.

Ad ogni domanda va assegnato un valore. La somma di tali valori viene tradotta in un giudizio di funzionalità fluviale distinto in cinque classi, dalla peggiore (V classe) alla migliore (I classe); ad ogni classe si fa corrispondere un colore convenzionale, in modo da rendere il dato facilmente riproducibile e leggibile in cartografia.

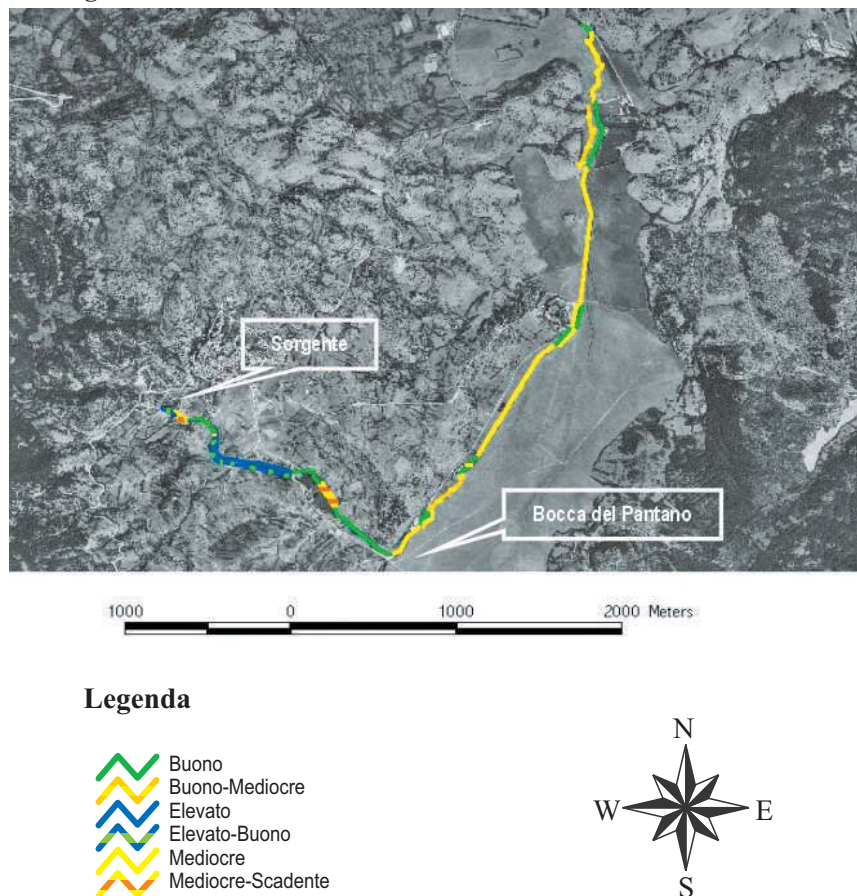
Popolamento indicatore

L'indagine, condotta lungo tutto il torrente Zittola nella primavera-estate del 2004, ha portato all'individuazione di 21 tratti omogenei, per i quali sono stati effettuati altrettanti rilievi secondo la metodologia in uso (Manuale ANPA, Indice di Funzionalità Fluviale, 2000) (figura 10).

Nei pressi della sorgente il torrente scorre all'interno di una piccola forra e raggiunge il massimo della funzionalità. Più a valle l'area è caratterizzata dalla presenza di una estesa fascia di vegetazione perfluviale solo lievemente soggetta a impatti antropici; queste condizioni prossime alla naturalità fanno sì che le risposte a tutte le domande assumano punteggi elevati (funzionalità Elevata-Buona; I-II classe), a indicare uno stato complessivamente soddisfacente delle condizioni ecologiche del corso d'acqua.

Tale condizione si mantiene inalterata fino alla stazione “Bocca del Pantano”, all’entrata del pianoro; da questo punto in poi, infatti, i valori dell’IFF peggiorano, a causa dell’utilizzo cui viene destinato il Pantano (pascolo brado e colture a foraggio) e anche all’assenza della fascia riparia lungo le sponde del torrente.

Figura 10: Carta dei Livelli di Funzionalità del torrente Zittola.



4.2 - *Vegetazione* (fattore biotico)

Il fattore “Vegetazione” è riferito al territorio dell’intero pSIC in cui la torbiera ricade; l’intento è elaborare le informazioni disponibili a livello di sito e ottenere una quantificazione dell’*integrità ecologica* che, secondo i concetti di base dell’ecologia, è strettamente dipendente dalle condizioni complessive del territorio in cui un ecosistema o un habitat è collocato¹⁰.

Inoltre, va considerato il peso del disturbo antropico sull’integrità ecologica dell’intera area oggetto di tutela: in tal senso, l’indicatore qui presentato assume maggiore valenza in quanto lo “status” dell’habitat, da solo, non è indicativo della condizione di salute di un ecosistema, mentre la stima dei parametri che misurano l’integrità ecologica del sito in cui esso è collocato può essere utilizzata come “tracciante” ambientale per identificare cambiamenti a lungo termine.

4.2.1 - *Naturalità della vegetazione*

L’indagine “vegetazionale” focalizza l’attenzione sugli aspetti di naturalità del pSIC che comprende la torbiera attraverso l’indicatore *NATURALITÀ DELLA VEGETAZIONE*; quest’ultimo valuta lo stato di

¹⁰ L’integrità ecologica si definisce come la più idonea misura della *performance* di un ecosistema, intesa come capacità di supportare e mantenere un sistema biologico bilanciato ed integrato comprendente un range completo di elementi e di processi caratteristici di un habitat naturale (Karr & Dudley, 1981).

prossimità di una comunità vegetazionale ad una condizione di elevata stabilità e maturità (*climax*), dovuta all'instaurarsi di relazioni funzionali particolarmente equilibrate con il clima e con il suolo.

Le modificazioni ambientali indotte dal perdurare di determinate pressioni antropiche alterano la composizione di queste comunità, a vantaggio di specie più generaliste e di minor pregio, capaci tuttavia di resistere al peggioramento delle condizioni ambientali ed alla sopravvenuta scarsità delle risorse.

In particolare, si è applicato un metodo semiquantitativo (Rossi, Santi, 1999) che, a partire dalla carta dell'Uso del Suolo, consente la classificazione del territorio secondo una scala di naturalità che va da 1 a 9 (grado crescente di naturalità) basata su tre fattori fondamentali: la posizione occupata da una comunità vegetazionale nella sua serie evolutiva, l'attitudine di una tipologia di copertura del suolo a garantire un'adeguata presenza di elementi naturali e seminaturali e il grado di alterazione antropica del contesto ambientale¹¹.

Il primo passaggio è consistito nell'accorpamento progressivo delle classi della legenda aventi simile valore funzionale, fino all'individuazione di un totale di 10 categorie. Successivamente, attraverso un processo di valutazione comparativa, è stato attribuito a ciascuna classe un valore di naturalità.

La classe "Superfici boscate" ha ottenuto il valore più alto, seguita in ordine decrescente da quelle che presentavano un maggior grado di alterazione di origine antropica, fino ad attribuire il valore più basso alle "Superfici edificate". Infine, sommando i valori di abbondanza relativa (%) di tutte le tipologie di copertura vegetale appartenenti a ciascuna classe di naturalità, è stata calcolata l'abbondanza relativa nel Pantano (%) di ogni classe e, come ultimo passaggio, tale valore è stato moltiplicato per il valore di naturalità corrispondente a quella classe (Figura 11).



Figura 11: Valori di naturalità assegnati alle classi di uso del suolo.

Popolazione indicatore

Allo scopo di fornire una visione il più possibile chiara e completa delle informazioni utilizzate per la stima della naturalità, sono stati riportati in un'unica tabella (tabella 10) i dati di abbondanza relativa (%) sia delle categorie di vegetazione/copertura del suolo, che delle classi di naturalità. La tabella è stata ordinata secondo l'ordine decrescente dei valori di naturalità, in quanto questo è il tema di interesse (dal valore 9 di "Boschi e foreste" al valore 2 dei "Seminativi"); per questo motivo le categorie di copertura del suolo non risultano ordinate in maniera progressiva. Nella colonna consuntiva di destra, infine, viene riportata la stima della naturalità del pSIC Pantano-Zittola.

Dall'analisi dei dati è possibile notare alcuni elementi che, integrati e confrontati con la distribuzione spaziale degli habitat presentata in figura 12 (carta elaborata in ambiente GIS), forniscono gli spunti per alcune importanti riflessioni.

¹¹ In alternativa a questa modalità di calcolo si può utilizzare quella specificata dall'ARPA Piemonte nel lavoro "Sperimentazione di modelli valutativi per la definizione della qualità ambientale. Metodo per lo screening delle risorse ecosistemiche delle fasce fluviali a supporto della pianificazione". In questo lavoro la valutazione della naturalità viene effettuata per area, e non per classi: dopo l'assegnazione dei valori di naturalità a ciascuna classe, l'indice di naturalità dell'area viene calcolato sommando i valori dei tipi vegetazionali ponderati per la loro estensione.

In primo luogo si nota che il pSIC, nel suo complesso, è dotato di una notevole naturalità, in virtù del fatto che circa il 70% del suo territorio risulta coperto da classi ad elevata naturalità: “Boschi e Foreste”, “Praterie” e “Vegetazione in evoluzione” (valori di naturalità tra 9, 8 e 7). In particolare, è interessante notare che, tra queste classi, la più “presente” è quella “Boschi e Foreste”, con una percentuale di copertura pari a quasi il 40% di tutto il SIC, e che la stessa è direttamente a ridosso della torbiera (qui specificatamente individuata dalla classe “Prati Stabili”), con una lunghezza di contatto pari a circa la metà del perimetro totale del pianoro.

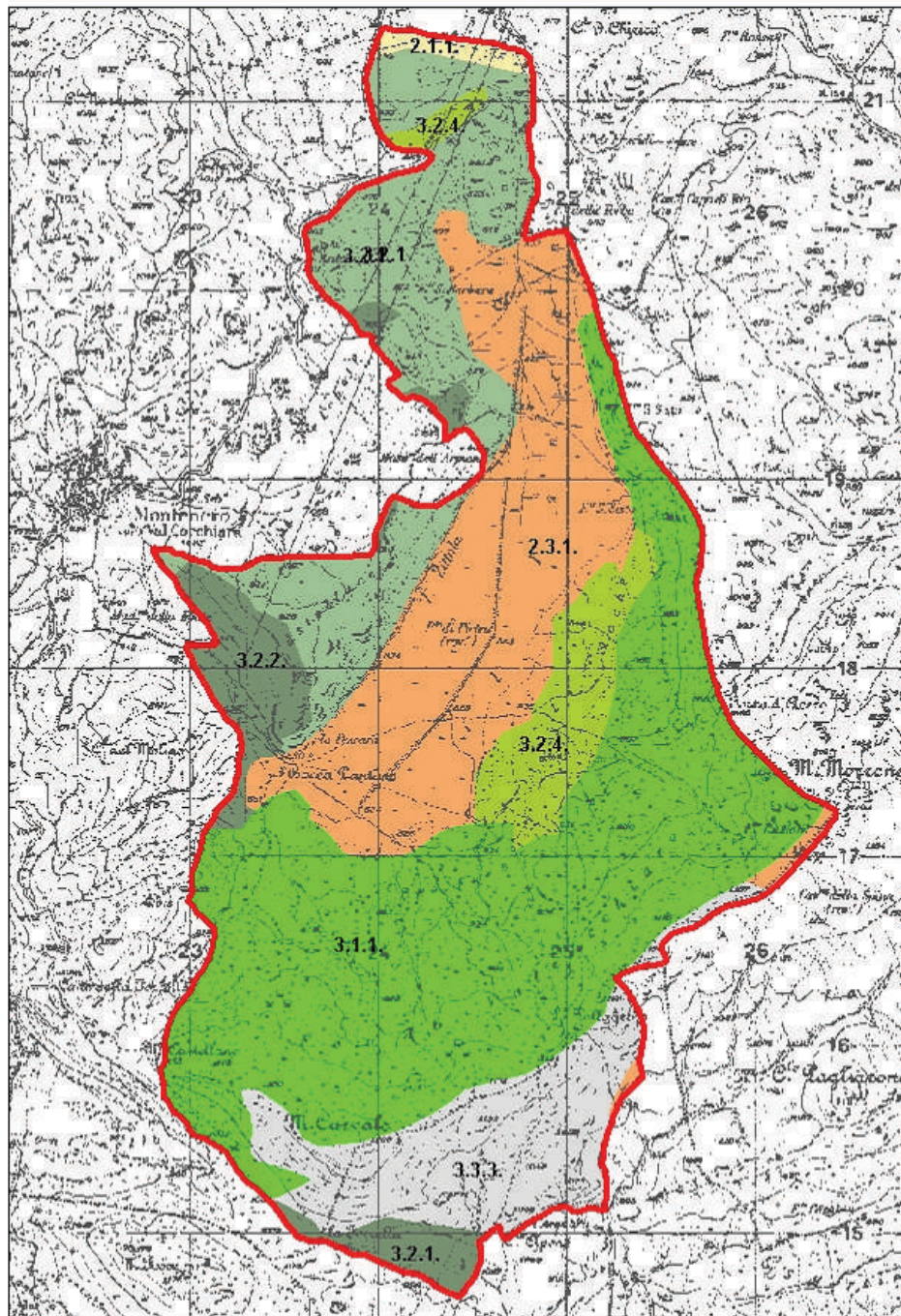
Questa situazione, considerando che il resto del bordo della torbiera è adiacente a tipologie comunque a forte connotazione naturale (“Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione”, da considerarsi mantello del bosco, e “Aree a pascolo naturale e praterie”), consente di affermare che il Pantano della Zittola si trova in una condizione di discreta integrità ecologica.

Il contesto territoriale in cui è collocata la torbiera, quindi, garantisce il mantenimento delle relazioni funzionali ecologiche fondamentali, in quanto dotato di elevata naturalità. Inoltre, l’evidenza che il 40% del territorio è coperto da boschi, tipologia vegetazionale e di copertura del suolo specificatamente stabile e matura, testimonia la notevole stabilità del Sistema Ambientale in esame.

Tabella 10 – Abbondanza relativa e Naturalità delle classi di vegetazione/copertura del suolo del pSIC Pantano Zittola – Feudo Val Cocchiara.

VEGETAZIONE/COPERTURA DEL SUOLO		NATURALITÀ			STIMA DELLA NATURALITÀ DEL SIC PANTANO-ZITTOLA (naturalità · abbondanza relativa)
CLASSI (legenda del CORINE Land Cover III livello di dettaglio)	ABBONDANZA RELATIVA (%)	CLASSI	VALORI	ABBONDANZA RELATIVA (%)	
3.1.1 Boschi di latifoglie	39,73	BOSCHI E FORESTE	9	39,73	$(39,73 \cdot 9) = 357,6$
3.2.1 Aree a pascolo naturale e praterie	15,19	PRATERIE	8	15,19	$(15,19 \cdot 8) = 121,5$
3.2.2 Brughiere e cespuglietti	6,15	VEGETAZIONE IN EVOLUZIONE	7	11,75	$(11,75 \cdot 7) = 82,3$
3.2.4 Aree con vegetazione arbustiva in evoluzione	5,60				
3.3.3 Aree con vegetazione rada	10,62	SPAZI APERTI CON VEGETAZIONE RADA	3	10,62	$(10,62 \cdot 3) = 31,9$
2.1.1 Seminativi in aree non irrigue	0,73	SEMINATIVI	2	22,7	$(22,7 \cdot 2) = 45,4$
2.3.1 Prati stabili	21,97				

Vegetazione/Copertura del Suolo "Pantano-Zittola"



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue 2.3.1. Prati stabili 3.1.1. Boschi di latifoglie | <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1. Aree a pascolo naturale 3.2.2. Brughiere e cespuglieti 3.2.4. Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione 3.3.3. Aree con vegetazione rada |
|--|---|



1:30.000

Figura 12: Carta della Vegetazione/Copertura del suolo del pSIC "Pantano-Zittola".

4.3 - Habitat (fattore biotico)

Analogamente al fattore "Vegetazione", il fattore "Habitat" è riferito al territorio dell'intero pSIC in cui la torbiera ricade; anche in questo caso l'intento è elaborare le informazioni disponibili a livello di sito e ottenere una valutazione complementare della "integrità ecologica".

L'indicatore che quantifica tale fattore, "STATO DI CONSERVAZIONE DEI PSIC" (Neb Bio 21), individua il grado di conservazione degli habitat inclusi nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE, sulla base delle informazioni presenti nelle schede di Rete Natura 2000; la valutazione deriva da una stima qualitativa relativamente a struttura, funzionalità e possibilità di ripristino.

Tale indicatore descrive unicamente il "grado di conservazione", ma si è ritenuto opportuno articolarlo in diversi sub-indicatori per rappresentare tutti gli aspetti utili alla stima dello status degli habitat presenti nel sito in oggetto. Questi aspetti sono stati desunti dalle schede Bioitaly, secondo quanto definito nell'Allegato III della Direttiva 92/43/CEE e successiva integrazione Dir. 97/62/CE. Nella fattispecie, sono state riportate le voci: "copertura" (espressa in %), "rappresentatività", "superficie relativa", "grado di conservazione" ed infine "valutazione globale", queste ultime espresse secondo una scala semiqualitativa: A, B e C.

In Appendice VIII sono riportati i criteri di qualificazione degli Habitat elencati nell'Allegato III della Direttiva 92/43/CEE.

Popolamento dell'indicatore

Nel caso del pSIC "Pantano Zittola – Feudo Val Cocchiara", i valori della scheda di campo "Bioitaly" sono riportati nella tabella 11.

Tabella 11: Stato di conservazione degli habitat nel pSIC Pantano-Zittola Feudo Val cocchiara.

cod.	Tipi di habitat (all.1 Direttiva Habitat)	copertura	rappresentatività (all. 3 Direttiva Habitat)	superficie relativa	grado di conservazione	valutazione globale
9210 *	Faggeti degli Appennini con <i>Taxus</i> e <i>Ilex</i>	5	B	C	B	B
3280	Fiumi mediterranei a flusso permanente con il <i>Paspalo-Agrostidion</i> e con filari ripari di <i>Salix</i> e <i>Populus alba</i>	10	B	C	B	B
3150	Laghi eutrofici naturali con vegetazione del <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i>	5	A	B	B	B
6430	Bordure planiziali, montane e alpine di megaforbie igrofile	30	A	C	A	A

I dati evidenziano che gli habitat del pSIC si trovano per il 75% in uno stato di conservazione globale (colonna evidenziata in verde) BUONO, con un 25% in stato ECCELLENTE corrispondente all'habitat torbiera (6430- "...megaforbie igrofile") che ha, fra l'altro, la maggiore rappresentatività¹².

Coerentemente con quanto evidenziato nella valutazione della "Naturalità della vegetazione", l'indicatore fornisce una stima dell'attitudine degli habitat a preservare l'integrità ecologica dell'ecosistema globale in esame; i giudizi relativi allo stato di conservazione consentono di affermare che lo stato degli habitat a contatto con la torbiera (ed i relativi rapporti funzionali ecologici con la stessa) è tale da garantire la sua integrità e conservazione, in quanto tali ambienti sono caratterizzati da qualità e stabilità.

In tal senso, essi sono in grado di consolidare i livelli di "omeostasi" dell'habitat torbiera, svolgendo nei confronti di quest'ultima una funzione "cuscinetto" di assorbimento delle eventuali pressioni esterne.

¹² Si è constatata una lacuna nella compilazione delle schede Bioitaly, in quanto in esse si fa corrispondere il Pantano della Zittola per intero al codice 6430, che interessa parte della piana, mentre è presente anche la tipologia "torbiera bassa alcalina" (codice CORINE Bioitaly 7230).

CAPITOLO 5

POPOLAMENTO DEGLI INDICATORI DI PRESSIONE

Premessa

I fattori di pressione, sia naturali che antropici, sono stati considerati in funzione dei dati reperibili per ognuno di essi; i fattori “*Strutture ricettive*” e “*Settore energetico*” non sono stati trattati perché non presenti nell’ambito del territorio analizzato, così pure gli indicatori riportati in rosso nella tabella 5 del capitolo 3.

Un’ulteriore precisazione è opportuna per gli indicatori “*Sistemi di trattamento e smaltimento rifiuti*” e “*Captazioni*”, anch’essi non popolati, che concorrono alla determinazione dell’indice di pressione relativo al fattore “*Infrastrutture lineari e servizi*”.

Per quanto riguarda il primo, il Comune di Montenero Val Cocchiara, pur non disponendo di propri sistemi di trattamento e smaltimento dei rifiuti, ha comunque predisposto appositi contenitori per la raccolta differenziata, in adeguamento ai dettami del D. Lgs. 5 febbraio 1997 n. 22. I materiali derivanti da tale raccolta sono conferiti a due impianti preposti al loro recupero, mentre i rifiuti urbani non selezionati vengono smaltiti presso una discarica autorizzata; in entrambi i casi il trattamento e lo smaltimento dei materiali differenziati e dei rifiuti avvengono al di fuori dell’ambito comunale.

Relativamente alle captazioni, come riportato nel paragrafo 2.3, nel territorio comunale viene effettuato un unico prelievo (4 l/s) dalla sorgente Acqua Tassetta, posta a monte del torrente Zittola, per alimentare l’acquedotto comunale; un altro prelievo di scarsa entità riguarda la sorgente Fontana, che alimenta la fontana pubblica del centro abitato. Tali captazioni non incidono in maniera significativa sul bilancio idrico della torbiera, al quale concorrono gli apporti cospicui delle numerose risorgive localizzate nella piana; un ulteriore contributo deriva dagli interscambi con la falda (tabella 2, figura 4). Questi afflussi garantiscono il persistere delle condizioni di sommersione del Pantano per buona parte dell’anno; di conseguenza, le modeste captazioni effettuate non rivestono significatività in termini di pressione.

Va infine sottolineato che gli indicatori valutati assumono rilevanza, in base alla loro peculiarità, per la sola zona interna (torbiera), per l’esterna (buffer), o per entrambe le zone (torbiera e buffer).

Per agevolare la percezione dell’area d’incidenza degli indicatori, in tabella 12 viene riportato il loro elenco, ordinato per fattori e ambito territoriale interessato.

Tabella 12: Fattori di pressione e relativi indicatori popolati

FATTORI	INDICATORI	
	Zona Interna (Torbiera)	Zona Esterna (Buffer)
Morfologia ed Idrogeologia	Interrimento	Acclività
Agricoltura	Superficie Agricola Utilizzata (SAU)	Superficie Agricola Utilizzata (SAU)
	Carichi di N e P	Carichi di N e P
	Compattamento del suolo	
Zootecnia	Carichi in azoto e fosforo da zootecnia	Carichi in azoto e fosforo da zootecnia
	Carico organico potenziale da zootecnia	Carico organico potenziale da zootecnia
	Unità di Bovino Adulto (UBA)	Unità di Bovino Adulto (UBA)
Attività produttive	Assenza di attività produttive	Carico organico potenziale da industria
Urbanizzazione	Assenza urbanizzazione	Carico organico potenziale da impianti di depurazione
		Centro abitato
Turismo	Occasionale	Stagionale
Infrastrutture lineari e Servizi	Assenza percorsi veicolari	Strada vicinale Strada comunale Strada provinciale

5.1 - *Morfologia e idrogeologia* (Fattore abiotico)

Per la valutazione degli elementi morfologici ed idrogeologici, sono stati presi in esame i seguenti indicatori di pressione:

1. **Acclività dei versanti** (esterno alla torbiera);
2. **Interrimento** (interno alla torbiera).

5.1.1 - *Acclività dei Versanti*¹²

L'assetto litologico e strutturale del territorio è un elemento determinante dell'evoluzione del paesaggio e del suolo in genere. Infatti, in corrispondenza di litotipi con proprietà fisiche e giaciture diverse e, quindi, differente grado di resistenza all'erosione ed al dissesto, gli agenti morfogenetici producono effetti che danno origine alle diverse condizioni strutturali.

L'acclività del pendio determina, con l'aumentare dei valori angolari, incrementi proporzionali dell'energia cinetica dell'acqua che scorre sui versanti e, di conseguenza, della capacità erosiva delle acque di dilavamento. La lunghezza del pendio condiziona l'incremento della velocità e dell'energia di tali acque.

Dati statistici derivati da numerose misure indicano che non sempre l'intensità dell'erosione è direttamente proporzionale alla lunghezza del versante, ma esiste una distanza critica alla quale ha inizio un processo di dilavamento più accentuato.

Gussak (1937) ha ricavato la seguente relazione fra erosione (E) e inclinazione (S) (Zachar 1982):

$$E = f(S^{0.4}).$$

La funzione dà l'andamento dell'erosione al variare della pendenza dei versanti.

Popolamento indicatore

Per definire le caratteristiche essenziali dell'area di studio relativamente alla stabilità dei versanti, si è scelto di utilizzare l'indicatore geomorfologico sintetico "Acclività dei versanti", supportato da una base dati derivata dalla carta in formato digitale del terreno della Regione Molise (Modello DEM). L'elaborato viene denominato "*Carta della Acclività dei versanti*" e raffigura le pendenze dei versanti dell'intero bacino della Zittola, riunite in classi di intervallo predefinite.

Lo Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise (2001) riporta le aree in dissesto censite e lo stato di attività per ogni singolo Comune della Regione; relativamente alla superficie del comune di Montenero Val Cocchiara, pari a 21,89 kmq, risulta che 21,39 kmq sono stabili, 0,06 kmq sono occupati da frane attive e 0,44 kmq da frane quiescenti; l'area totale in frana risultante è di 0,50 kmq, che equivale ad una porzione di territorio comunale in dissesto pari a 2,28%.

Da tale studio si evince che nel territorio in analisi non sono particolarmente diffusi fenomeni gravitativi, frequenti invece in gran parte del rimanente territorio regionale.

¹² Indicatore di pressione esterno alla torbiera.

Dall'elaborazione del DEM Gauss-Boaga, con passo della maglia reticolare di 40 m, è stato possibile ottenere la Carta della Acclività dei versanti (figura 13).

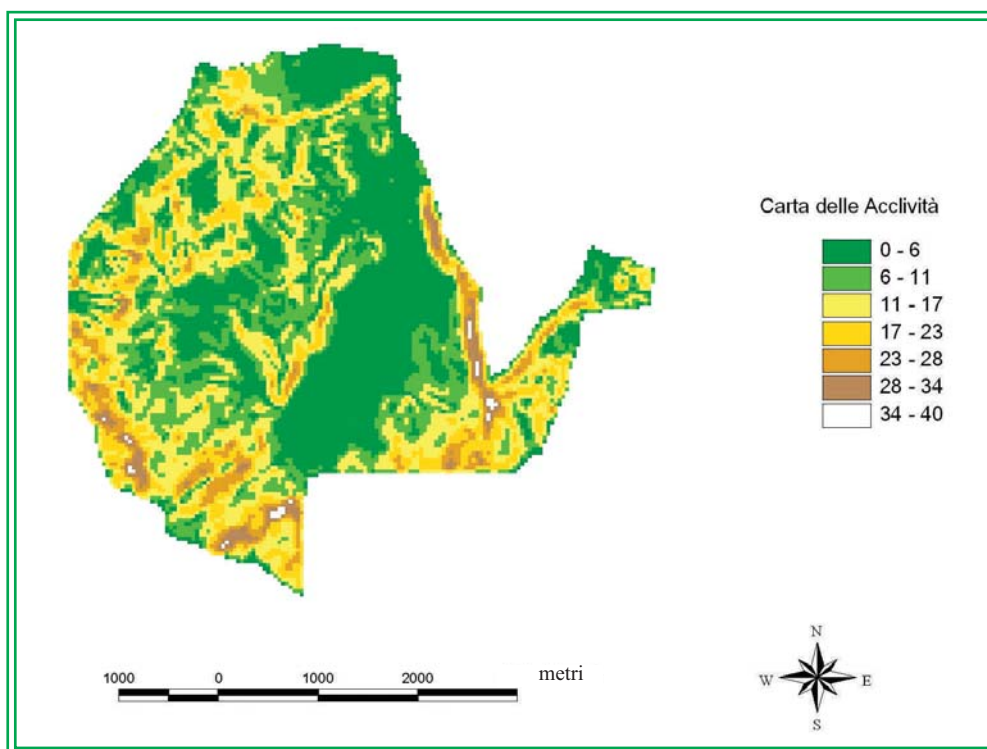


Figura 13: Carta della Acclività dei versanti - Comune di Montenero Val Cocchiara.

Le variazioni di pendenza, riportate in gradi, sono state definite in questo studio individuando sette classi di riferimento, come mostrato in tabella 13.

Tabella 13: Classi di acclività individuate nel Comune di Montenero Val Cocchiara

Acclività (in gradi)	Classe	Giudizio
0 - 6	I	Da trascurabile a lieve
6 - 11	II	Lieve
11 - 17	III	Da lieve a moderata
17 - 23	IV	Moderata
23 - 28	V	Da moderata a marcata
28 - 34	VI	Da marcata a forte
34 - 40	VII	Forte

I valori delle pendenze non forniscono informazioni univoche sulla instabilità dei versanti, ma sicuramente danno indicazioni sulla velocità che possono raggiungere le acque meteoriche all'interno dell'area presa in esame e sull'intensità dell'erosione che, come riferito in precedenza, da studi statistici risulta essere correlata all'acclività (formula di Gussak).

Limitatamente ai rilievi che bordano il Pantano, questi ricadono mediamente in una seconda classe di acclività, riferibile a un livello di pendenza lieve. Si registrano, poi, classi di pendenza via via maggiori che interessano il 30% del territorio comunale, in media riconducibili ad un'acclività da moderata a marcata (classe V).

Nel complesso carbonatico che caratterizza l'assetto geologico-strutturale dei monti che circondano il pianoro (capitolo 2, par. 2.2), i processi morfogenetici prevalenti sono costituiti da sporadici eventi

franosì, per la maggior parte quiescenti, e da fenomeni legati al carsismo e all'incisione fluviale. Questi eventi rappresentano comunque una minaccia per il Pantano, in quanto potrebbero contribuire al fenomeno dell'interrimento.

Tuttavia, i versanti di queste unità geolitologiche sono quasi interamente ricoperti di boschi, la cui funzione stabilizzante e di mitigazione dell'energia delle acque meteoriche e di deflusso contribuisce in maniera decisiva alla riduzione dell'erosione; di conseguenza, l'assetto litologico-strutturale del territorio circostante l'area del Pantano della Zittola assume un'incidenza "irrelevante" in termini di erosione e di contributo significativo al fenomeno dell'interrimento.

5.1.2 Interrimento¹³

L'erosione e il dilavamento dei versanti, come già accennato nel precedente paragrafo, sono dovuti a più fattori, quali: la natura del materiale, la morfologia del territorio considerato, il clima, il tipo di copertura vegetale e le attività antropiche. La suddivisione dell'area in classi di altitudine per kmq dà una prima idea del tipo di ambiente (pianeggiante, collinare o montano) che caratterizza la zona in esame.

L'elaborazione di un file DEM dell'area considerata ha permesso di ottenere le classi fondamentali per l'applicazione di modelli di erosione/sedimentazione; questi modelli rendono possibile la previsione dell'interrimento delle torbiere, fenomeno che pone a rischio la loro stessa sopravvivenza. L'eventuale colmamento della pianura comporterebbe, infatti la trasformazione dell'habitat torbiera in un ambiente più asciutto, con conseguente impoverimento della biodiversità.

Nella previsione della sedimentazione nelle torbiere va calcolata l'erosione (calo di denudamento) del bacino imbrifero sotteso, ma va considerato che non tutti i sedimenti giungono al sito, in quanto si verifica sempre una rideposizione interna al bacino idrografico, prima che essi raggiungano la torbiera.

Nel caso specifico, non tutto il materiale eroso dalla superficie del bacino imbrifero viene trasportato al pianoro del Pantano, ma una parte viene depositata prima, dove le pendenze diventano più lievi, in seguito alla perdita di energia da parte delle acque (il carico solido viene infatti in parte depositato sul fondo del corso d'acqua).

È importante in questi calcoli il parametro "capacità di cattura dei sedimenti" da parte del Pantano (originato appunto da un lago interrato), che esprime il rapporto percentuale fra la quantità di sedimenti depositatisi e quella dei sedimenti che vi affluiscono. Ai fini del calcolo della sedimentazione è stata considerata l'area relativa alla sezione sottesa dal torrente Zittola fino al confine con l'Abruzzo.

Un modello di Previsione dell'Interrimento applicato ai Serbatoi Artificiali (PISA), sviluppato per gli ambienti del nostro paese e, per analogia, applicabile anche al caso studio, è quello di Bazzoffi (1988).

Si tratta di un modello di regressione lineare multipla derivato da elaborazioni statistiche effettuate sui dati relativi a 44 invasi realizzati dall'ENEL. Tale modello permette la stima del volume medio annuo di sedimenti (S_{annua}) presi in carico dal reticolo idrografico, come m^3 di sedimenti umidi per km^2 dell'area del bacino considerato¹⁴.

Le variabili indipendenti prese in considerazione dal modello PISA sono:

- 1) **l'Area del Bacino** in km^2 (**AB**);
- 2) **l'Area Erodibile** in km^2 (**AE**), che è l'intera area scolante formata dai solchi, più 1/16 (6,25%) delle aree non interessate dall'erosione incanalata e da quelle forestate, escluso l'apporto della roccia nuda (il 6,25% è derivato dalle tabelle USLE, Wischmeier e Smith 1978);
- 3) **l'Acclività media del Bacino** in % (**A_mB**);
- 4) **le Precipitazioni medie annue** in mm (**P_{ma}**), su un minimo di 30 anni;
- 5) **la Densità di Drenaggio** per km (**DD**), data dal rapporto tra la lunghezza totale dei segmenti d'alveo (**Σl**) e la superficie di drenaggio costituita dall'area del bacino scolante (**A**) contenuta entro la linea degli spartiacque (**DD = Σl/A**).

¹³ Indicatore di pressione interno alla torbiera.

¹⁴ Le unità volumetriche sono più convenienti del peso secco, dato che i sedimenti sono nella condizione idratata (umida); per convertire in peso secco il volume deve essere moltiplicato per 0,865 t/m³, che rappresenta la densità media di sedimenti sommersi permanentemente, osservati negli invasi considerati dal modello.

La formula derivata dal modello matematico che meglio interpreta la retta di regressione ottenuta dai dati sperimentali forniti dall'ENEL per i 44 siti è la seguente:

$$S_{\text{annua}} (\text{m}^3\text{km}^{-2}) = B + AB \cdot B1 + AE \cdot B2 + A_m B \cdot B3 + P_{\text{ma}} \cdot B4 + DD \cdot B5;$$

i valori di B (1, 2, ..5) rappresentano i coefficienti di regressione estrapolati dal modello per ogni variabile indipendente (tabella 14):

Tabella 14: Valori dei coefficienti di regressione delle variabili indipendenti.

Variabile Indipendente	Valore Coeff. Regressione (B)
Intercetta	881,318
Area del Bacino	- 0,653
Area Erodibile	4,391
Acclività media del Bacino	- 12,773
Precipitazioni medie annue	- 0,388
Densità di Drenaggio	137,189

Popolamento indicatore

I dati richiesti dal modello PISA per il calcolo della sedimentazione nel Pantano della Zittola sono i seguenti:

- 1) **Area del Bacino (AB)** = 20,65 km²;
- 2) **Area Erodibile (AE)** = 20,65 km² (area bacino) – 9,00 km² (area Pantano) = 11,65 km²
 11,65 km² * 40%⁽¹⁵⁾ = 4,95 km² (area scolante);
 (11,65 – 4,95) km² = 6,70 km² (area boschiva);
 4,95 km² + (1/16 * 6,70) km² = 5,37 km²;
- 3) **Acclività media del Bacino (A_mB)** = 10 %;
- 4) **Precipitazioni medie annue (P_{ma})** = 1050 mm;
- 5) **Densità di Drenaggio (DD)** = I/A = 216,93 km / 20,65 km² = 10,50 km⁻¹.

Si ottiene:

$$S_{\text{annua}} = 881,318 + (-0,653 \cdot 20,65) + (5,37 \cdot 4,391) + (10\%) \cdot (-12,773) + (1050) \cdot (-0,388) + (10,5 \cdot 137,189) = \text{m}^3\text{km}^{-2} \text{ 1923,22};$$

$$\text{m}^3 \text{ 1923,22} / 1.000.000 \text{ m}^2 = 0,0019 \text{ m} = 1,9 \text{ mm}$$

Lo spessore dei sedimenti ottenuto per m² corrisponde ad un sottile strato di circa 2 mm, distribuito teoricamente in maniera uniforme sull'area della torbiera¹⁶. A questi sedimenti si aggiungono i residui organici derivanti dallo sfalcio delle foraggere, in quanto il Pantano della Zittola viene annualmente destinato alla produzione di fieno.

¹⁵ La percentuale di area scolante è stata calcolata dalla carta delle acclività ed è relativa alle superfici occupate dagli impluvi.

¹⁶ In effetti le acque depositano tutto il loro carico nella piana alluvionale della Zittola, in seguito alla perdita d'energia dovuta all'allargamento della sezione idraulica (alveo) corrispondente con il pianoro del Pantano, in modo non uniforme ma con una maggiore deposizione ai bordi, agevolate anche dalla fitta vegetazione, che contribuisce alla cattura dei sedimenti.

Questi residui vengono schiacciati dalle macchine agricole utilizzate durante lo sfalcio e in parte anche dal calpestio dovuto al pascolo degli animali; un ruolo inferiore in tale fenomeno è assunto dall'acqua che li sommerge e ne permette la trasformazione in torba. In genere, si deposita 1 mm di vegetazione morta all'anno.

Il valore totale di sedimentazione calcolato va riferito alla capacità d'invaso della Torbiera. A tal fine risulta indispensabile un'accurata determinazione del piano quotato del Pantano della Zittola, per poter conoscere con esattezza le depressioni medie dell'area che permettono il ristagno dell'acqua; oltre questa soglia, le acque seguono la linea di massima pendenza e defluiscono verso la valle del Sangro.

Nel Pantano della Zittola si rileva una lieve depressione rispetto al piano campagna di 0,5 m; è allora possibile stimare l'incidenza percentuale dell'interrimento nella piana alluvionale, che risulta teoricamente pari allo 0,6%¹⁷. Questo valore, convertito in una scala temporale, mostra che i sedimenti impiegherebbero oltre 166 anni per colmare la depressione ($100/0,6 = 166,66$), un tempo sufficientemente lungo da permettere l'adozione di provvedimenti idonei alla salvaguardia di questo biotopo.

Nel contesto analizzato, i risultati ottenuti porterebbero a ritenere lo spessore teorico dei sedimenti **rilevante** rispetto alla capacità d'invaso idrico superficiale e ai tempi geologici di formazione delle torbiere, la cui origine risale a circa 10.000 anni fa (capitolo 1 - par. 1.2).

Tuttavia, in letteratura¹⁸ sono riportati numerosi esempi di gestione di zone umide, non eccessivamente dispendiosi, volti a prevenire l'interrimento e a preservare l'integrità degli ambienti di palude e/o torbiera. In genere è richiesta una manutenzione periodica di tali aree per favorire la loro rigenerazione e la conservazione delle caratteristiche floristiche e faunistiche peculiari¹⁹. Nel caso del Pantano della Zittola un tale obiettivo è ragionevolmente perseguibile e da inserire nel piano di gestione del pSIC.

Tale considerazione porta a ritenere opportuno attribuire all'indicatore "**Interrimento**" un livello d'incidenza "*lievamente rilevante*".

5.2 Agricoltura (fattore antropico)

Per il fattore Agricoltura sono stati presi in esame i seguenti indicatori di pressione:

1. **Superficie Agricola Utilizzata - SAU** (interno ed esterno alla torbiera);
2. **Carichi in N e P da uso del suolo** (interno ed esterno alla torbiera);
3. **Compattamento** (interno alla torbiera).

5.2.1 Superficie Agricola Utilizzata (SAU)²⁰

Nell'esame degli usi del suolo che possono comportare pressioni significative sulla torbiera, bisogna senz'altro considerare quelli di tipo agricolo. I dati relativi alle superfici agricole utilizzate possono essere facilmente reperiti dal sito WEB dell'Istituto Statistico Nazionale (V° Censimento dell'Agricoltura 2000); il livello di dettaglio è l'amministrazione comunale.

Il valore della Superficie Agricola Utilizzata (SAU), composta dalla somma delle SAU relative alle coltivazioni a seminativo, ai prati permanenti, ai pascoli, alle coltivazioni legnose agrarie, agli orti familiari, in rapporto alla Superficie Totale (ST)²¹ fornisce indicazioni circa la quota di territorio

¹⁷ Valore ottenuto dal rapporto tra lo spessore annuo dei sedimenti, dato da circa 2 mm d'interrimento più 1 mm dovuto al deposito della vegetazione, rispetto all'avvallamento medio del Pantano ($3 \text{ mm} / 500 \text{ mm} * 100 = 0,6\%$).

¹⁸ Tinarelli R., Marchesi F., 1996. Baumgartner H., Gonet C., Küchler M., Waldis R., 2002.

¹⁹ È necessario il riallagamento della zona umida e devono essere mantenuti settori di canneto maturo pur provvedendo, a rotazione, al suo ringiovanimento, da effettuarsi con tagli periodici nel corso della stagione autunnale (settembre-ottobre) o agli inizi della primavera (metà marzo-metà aprile). Al canneto invecchiato sono vincolate emergenze come il tarabusino, l'airone rosso, la salciaiola, il forapaglie castagnolo e il basettino.

²⁰ Indicatore di pressione sia interno che esterno alla torbiera.

²¹ Per Superficie Totale, secondo la definizione ISTAT, si intende l'intera superficie di proprietà dell'azienda (SAU + Superfici boschive + altre Superfici).

effettivamente destinata alle attività agricole produttive e, in ultima analisi, sulla pressione che tale attività esercita sul suolo.

L'insieme delle attività agricole, infatti, è potenziale generatore di inquinamento, sia in termini di contaminanti chimici derivanti dalle concimazioni e dall'uso di fitofarmaci, che di contaminanti biologici derivanti dalle deiezioni degli animali allevati. Non meno importante è l'influenza generata dalle attività agricole sulle modificazioni del paesaggio e su tutte le componenti della flora e della fauna in esso presenti. L'unità di misura con cui viene espresso l'indicatore è l'ettaro, mentre il rapporto SAU/ST è riportato in valore percentuale.

Popolamento indicatore

La tabella 15 mostra i dati relativi all'uso del suolo censiti dall'ISTAT per il Comune di Montenero Val Cocchiara e per la Regione Molise, relativamente alle classi SAU e ST; è interessante notare che una parte consistente della superficie aziendale comunale è costituita da bosco ceduo di latifoglie e non sono presenti coltivazioni intensive che possono contaminare suolo e falda con i relativi apporti in fertilizzanti e fitofarmaci.

Tabella 15: Uso del Suolo (Comune di Montenero Val Cocchiara – Regione Molise).

Comune di Montenero Val Cocchiara						Regione Molise			
Superficie comunale (ha)	Seminativi e colture legnose	Prati permanenti e pascoli	Arboricoltura da legno e boschi (ha)	Superficie agricola non utilizzata e altra superficie (ha)	Totale superficie aziendale comunale ST (ha)	SAU/ST %	SAU (ha)	ST (ha)	SAU/ST %
	SAU (ha)								
2189	52,95	739,35	291,18	78,55	1162,03	68	214.941,49	296.177,39	73

Per l'individuazione delle aree interessate dalle diverse categorie ISTAT di Uso del Suolo, si è fatto riferimento alla Corine Land Cover (CLC) del 2000; la corrispondenza tra le categorie è riportata in tabella 16. Per la visualizzazione delle aree a diversa destinazione di Uso del Suolo si rimanda alle figure 7 (cap. 3) e 11 (cap. 4).

Tabella n. 16: Corrispondenza tra le categorie di Uso del Suolo ISTAT e CLC

SAU (ISTAT)	USO SUOLO (CLC)	SUP. (ha)	USO SUOLO (ISTAT)	USO SUOLO (CLC)	SUP. (ha)
- Seminativi - Colture legnose agrarie	- Seminativi (2.1) - Colture permanenti - Zone agricole eterogenee	52,95	Arboricoltura da legno e boschi	Zone boscate (3.1)	291,18
Prati permanenti e pascoli	- Prati stabili (2.3) - Aree a pascolo naturale (3.2) - Zone aperte con vegetazione rada o assente (3.3)	739,35	Superficie agricola non utilizzata e altra superficie	- Zone urbanizzate di tipo residenziale Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali - Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati - Zone verdi artificiali non agricole - Zone umide interne - Acque continentali	78,55

I dati evidenziano una forte prevalenza delle coltivazioni foraggere ad uso zootecnico realizzate senza alcun utilizzo di fertilizzanti e gestite sia con lo sfalcio, sia con il pascolamento diretto degli animali. Tale contesto delinea un quadro della situazione molto semplice, in cui le uniche potenziali fonti di inquinamento da parte delle attività agricole derivano dalle colture foraggere.

Dalla carta dell'uso del suolo si evince che le categorie che popolano la SAU (in particolare "Prati permanenti e pascoli", che partecipa con il 93%), interessano essenzialmente l'area della torbiera, mentre le altre sono confinate nella zona esterna, per cui si registra una maggiore incidenza da SAU sul Pantano rispetto al resto della superficie comunale. Tuttavia, tale destinazione d'uso del suolo è fra le più rispettose in termini di uso agricolo e d'inquinamento ambientale.

Il confronto dei dati censuari registrati per il Comune di Montenero Val Cocchiara (SAU 792,3 ha) con quanto rilevato per la Regione Molise (SAU 214.941 ha), evidenzia che la SAU nel comune è pari allo 0,4% rispetto al totale regionale.

Tali considerazioni influiscono sul giudizio che viene assegnato all'Indicatore SAU, che viene valutato "lievemente rilevante" per la zona interna e "irrilevante" per quella esterna.

5.2.2 Carichi in azoto e fosforo da uso del suolo²²

Con questo indicatore viene valutato il carico teorico dei nutrienti dovuto all'uso del suolo, di probabile impatto nell'area di studio. Tale carico è stimato secondo il modello Loading Environmental Model (L.E.M.), in base alla Superficie Agricola Utilizzata (S.A.U.) e alle restanti superfici aziendali non destinate a fini agricoli, suddivise per tipologia di utilizzazione del territorio; i dati derivano dal V° Censimento dell'Agricoltura (ISTAT 2000).

Per poter definire un calcolo teorico uniforme per l'uso del suolo sono stati utilizzati i relativi coefficienti specifici forniti dal CTN_AIM (tabella 17) che, moltiplicati per la somma delle superfici utilizzate a fini agricoli, forniscono un valore confrontabile.

Tabella 17: Loading Environmental Model

Categorie di Uso del Suolo (Km ²)	Coeff.	Coeff.
	N	P
Coltivato	110	130
Prato e/o pascolo	850	70
bosco	240	10
improduttivo / urb.	160	6
Ritenzione del suolo = 68,2%		

Popolamento indicatore

Come previsto dal modello, i valori di azoto (N) e fosforo (P) ottenuti sono stati decurtati di una quota pari al 68%, che rappresenta la capacità stimata di ritenzione esercitata dal suolo nei confronti dei due elementi.

Il calcolo dell'apporto potenziale di queste componenti (kg/anno) che si evince dalla tabella 18, evidenzia l'esiguità dei valori complessivi di azoto e fosforo rilasciati nel suolo, che potenzialmente arrivano nell'area della zona umida.

Tale considerazione è motivata dal fatto che i suoli hanno in genere una naturale dotazione di questi due elementi derivante dalla degradazione dei residui organici della vegetazione morta; inoltre, nei suoli agrari la maggior parte delle colture praticate necessita di quantità unitarie di azoto e fosforo ben più alte rispetto a quelle riscontrate nell'area in studio.

Tabella 18: Carichi di Azoto (N) e Fosforo (P) da uso del suolo - Comune di Montenero Val Cocchiara.

Seminativi e colture legnose				Prati permanenti e pascoli				Arboricoltura da legno e boschi				Superficie agricola non utilizzata e altra superficie				TOTALE	
N		P		N		P		N		P		N		P		N	P
Kg/anno	%	Kg/anno	%	Kg/anno	%	Kg/anno	%	Kg/anno	%	Kg/anno	%	Kg/anno	%	Kg/anno	%	Kg/anno	Kg/anno
58	0,81	69	11	6284	87,68	518	83,41	699	9,75	29	4,67	126	1,76	5	0,8	7167	621

²² Indicatore di pressione sia interno che esterno alla torbiera.

Tuttavia, i dati evidenziano un valore più elevato per la categoria “Prati permanenti e pascoli”, che interessa essenzialmente la zona interna della torbiera (87,7 % di N e 83,4% di P) rispetto ai valori totali; tali valutazioni rendono il livello d’incidenza dell’indicatore “Carichi in N e P da uso del suolo” “irrelevante” per la zona esterna e “lievemente rilevante” per la zona interna.

5.2.3 Compattamento del suolo²³

Una delle principali cause di degradazione del suolo è il suo compattamento, dovuto essenzialmente alle attività antropiche, in particolare all’utilizzazione in agricoltura di macchine sempre più potenti e pesanti e, in misura minore, anche al calpestio degli animali; per questo motivo si è ritenuto opportuno inserire l’indicatore nell’ambito del fattore Agricoltura.

Un compattamento eccessivo del suolo impedisce l’attecchimento delle piante; occorre quindi quantificare l’entità del compattamento e soprattutto conoscere il limite entro cui i suoi effetti devono essere mantenuti, per individuare i rimedi atti a contenere tale fenomeno.

Il danno viene valutato in termini di alterazione del sistema dei pori, in relazione anche agli effetti negativi sull’infiltrazione dell’acqua.

Per quanto riguarda l’attitudine al compattamento, lo studio delle variazioni nel tempo della porosità dà una indicazione della capacità di rigenerazione strutturale del terreno; esperimenti in proposito hanno dimostrato che in terreni argillosi occorrono tempi lunghi (oltre un anno) per una buona rigenerazione strutturale (Bazzoffi P., 2001).

Popolamento indicatore

Questo tipo di degrado interessa in maniera consistente il Pantano della Zittola, la cui piana alluvionale è costituita da sedimenti olocenici a tessitura fine prevalentemente argillosi.

La stima dell’attitudine al compattamento di tali suoli è stata effettuata dall’Ente Regionale di Sviluppo Agricolo per il Molise (ERSAM, 2002), nell’ambito di uno studio sulle caratteristiche dei suoli dell’Alto Molise. Gli esiti di tale indagine hanno portato all’identificazione di aree omogenee alle quali è stata assegnata una classe di rischio del potenziale compattamento del suolo (tabella 19).

Tabella 19: Classi di rischio per l’indicatore “Compattamento del suolo”.

CLASSE	CATEGORIA DI RISCHIO	GIUDIZIO
R1	Rischio moderato	I danni dovuti al compattamento sono marginali
R2	Rischio medio	I danni dovuti al compattamento non pregiudicano la struttura del terreno
R3	Rischio elevato	I danni dovuti al compattamento sono rilevanti
R4	Rischio molto elevato	I danni dovuti al compattamento sono molto rilevanti

Da “Bocca del Pantano” al confine abruzzese sono state individuate tre unità omogenee di gestione del suolo, per le quali si osserva un aumento progressivo del rischio da compattamento: la prima unità cartografica “Ponte di Pietra” mostra un’attitudine al compattamento media (R2) e, per essa, vengono suggerite alcune misure di precauzione gestionali, quali l’accesso al pascolo del bestiame e alle macchine operatrici solo quando il suolo ha contenuti idrici lontani dalla capacità di campo.

Per la successiva unità omogenea “Zittola”, il rischio di compattamento diviene elevato (R3), e si consiglia il transito del bestiame e delle macchine operatrici nel periodo successivo allo sfalcio (giugno-luglio), quando il suolo è asciutto; nel rispetto di tale cautela, l’unità diviene altamente adatta alla produzione foraggera.

Le analisi condotte sull’ultima unità omogenea “Pantano” hanno evidenziato livelli di compattamento superficiale del suolo variabili dal 10% al 30% rispetto al livello massimo possibile, imputabili in misura maggiore alle macchine agricole e in parte al pascolo.

²³ Indicatore di pressione interno alla torbiera.

Questi dati evidenziano un rischio di compattamento potenziale corrispondente al livello più elevato (R4); di conseguenza l'unità omogenea "Pantano" viene qualificata come marginalmente adatta alla produzione foraggera, anche per la scadente pabularità del cotico.

I risultati di tale studio hanno evidenziato un gradiente di suscettibilità al compattamento delle unità omogenee, per le quali sono state fornite indicazioni volte alla minimizzazione del degrado. In tal senso, le prime due unità omogenee vengono destinate alla produzione di foraggio ed opportunamente recintate per impedire l'accesso agli animali, mentre l'ultima viene utilizzata per il pascolo brado nel periodo estivo; ad agosto si procede con un unico sfalcio dello strame, dopo di che viene rimosso il recinto e permesso agli animali di pascolare nell'intera area.

Durante le altre stagioni queste unità non sono praticabili per l'eccesso di acqua che ristagna su tutta la superficie e, limitatamente a questo periodo, risultano esenti da compattamento.

L'adozione delle misure preventive del degrado da compattamento adottate nella gestione del Pantano della Zittola garantisce un minimo rischio di compattamento ed una stima del grado d'incidenza di questo indicatore di pressione di tipo "moderatamente rilevante".

5.3 Zootecnia (fattore antropico)

Per il fattore Zootecnia sono stati presi in esame i seguenti indicatori di pressione:

1. Carichi in N e P da uso del suolo (interno ed esterno alla torbiera);
2. Carico organico potenziale da zootecnia (interno ed esterno alla torbiera);
3. Unità Bovino Adulto – UBA (interno ed esterno alla torbiera).

5.3.1 Carichi in azoto e fosforo da zootecnia²⁴

Analogamente a quanto effettuato per l'indicatore "Carichi in N e P da uso del suolo", con questo indicatore viene valutato il carico teorico dei nutrienti di origine zootecnica, stimato secondo il modello Loading Environmental Model (L.E.M.); il modello prevede coefficienti diversi per le singole specie zootecniche che, moltiplicati per il numero totale di individui allevati, forniscono un valore confrontabile (tabella 20).

Tabella 20: Loading Environmental Model.

Categorie Zootecniche (n° capi)	Coeff. N	Coeff. P
Bovini	2,74	0,37
ovini-caprini	0,25	0,04
equini	3,1	0,435
suini	0,57	0,19
pollame	0,024	0,009
conigli	0,083	0,013
itticoltura (ton)	85	15
Ritenzione del suolo = 68,2%		

Popolamento indicatore

Il calcolo dell'apporto potenziale di queste componenti che si evince dalla tabella 21, evidenzia, anche in questo caso, l'esiguità dei valori complessivi di azoto e fosforo (kg/anno) teoricamente convogliati nell'area della zona umida, quale contributo derivante dalla componente zootecnica.

²⁴ Indicatore di pressione sia interno che esterno alla torbiera.

Come previsto dal modello, i valori di azoto e fosforo ottenuti sono stati decurtati di una quota pari al 68%, che rappresenta la capacità stimata di ritenzione esercitata dal suolo nei confronti dei due elementi.

Tabella 21: Carichi di N e P da zootecnia – Comune di Montenero Val Cocchiara.

Bovini		Ovini e caprini		Equini		Suini		Avicoli		Totali	
N Kg/anno	P Kg/anno	N Kg/anno	P Kg/anno	N Kg/anno	P Kg/anno	N Kg/anno	P Kg/anno	N Kg/anno	P Kg/anno	N Kg/anno	P Kg/anno
4557	615	83	13	1330	187	55	18	9	3	6034	836

Dall'osservazione dei dati si evince che l'apporto in nutrienti è imputabile principalmente ai bovini ed agli equini, che caratterizzano l'attività agricola dell'area con valori complessivi di N (97,6%) e di P (95,9%) elevati, rispetto ai valori totali. Tali capi di bestiame gravano principalmente sull'area della torbiera (900 ha); per questo motivo, i valori teorici di N e P si considerano incidenti principalmente su tale area e la pressione di origine zootecnica esercitata dai nutrienti va considerata "*moderatamente rilevante*" sul Pantano della Zittola, "*lievemente rilevante*" nella zona esterna.

5.3.2 Carico organico potenziale da zootecnia²⁵

L'indicatore quantifica l'entità del carico inquinante di origine organica che teoricamente drena dal bacino idrografico al Pantano della Zittola, ed è definito in termini di "Abitanti Equivalenti" (AbEq.) relativi alla popolazione zootecnica presente nell'area di studio.

I dati relativi agli allevamenti derivano dai Censimenti ISTAT (2000), mentre il riferimento geografico è quello comunale.

Gli abitanti equivalenti si ottengono moltiplicando dei coefficienti specifici riferiti alle diverse specie zootecniche per il numero di capi allevati (tabella 22); i coefficienti, desunti dal CNR-IRSA (Quaderno 90, 1991), sono riferiti alla classificazione ATECO5 del Censimento ISTAT (1996).

Attività zootecniche: AbEq. = Coeff. X n° Capi allevati

Tabella 22: Coefficienti di conversione per la Zootecnia.

Categorie zootecniche	Coeff.
Bovini	8,16
Equini	8,08
Ovicaprini	1,78
Suini	1,95
Pollame	0,20

Popolamento indicatore

E' da evidenziare la quasi perfetta corrispondenza tra il territorio del bacino idrografico del torrente Zittola e la superficie del Comune di Montenero Val Cocchiara, che facilita il confronto dei dati.

In tabella 23 sono riportate le informazioni relative alle attività zootecniche del Comune di Montenero Val Cocchiara, in tabella 24 è illustrato il carico organico derivante da tali attività.

²⁵ Indicatore di pressione sia interno che esterno alla torbiera.

Tabella 23: Attività zootecniche - Comune di Montenero Val Cocchiara.

% Superficie comunale ricadente nel bacino	N° Aziende zootecniche	Bovini e bufalini	Ovini e caprini	Equini	Suini	Avicoli
100	48	1663	332	429	97	386

Tabella 24: Carico Organico Potenziale da Zootecnia.

Bovini (AbEq.)	Equini (AbEq.)	Ovicaprini (AbEq.)	Suini (AbEq.)	Pollame (AbEq.)	Totale (AbEq.)
13570	3466	590	189	77	17892

Dall'osservazione dei dati si evince che il carico organico potenziale da attività zootecniche è sostenuto principalmente da bovini ed equini che, considerati cumulativamente, rappresentano il 95% degli AbEq. Tale carico grava in misura maggiore sulla torbiera, anche se con una densità variabile durante l'anno, in dipendenza dell'allagamento della piana.

L'Università degli Studi del Molise ha effettuato uno studio sui sistemi di allevamento e sull'identificazione del carico di bestiame per ettaro in relazione allo spostamento delle mandrie nel corso dell'anno, allo scopo di determinare il tempo medio trascorso dagli animali nella pianura.

Dalle osservazioni condotte durante un intero anno è risultato che nel periodo autunno/inverno (mediamente da novembre a febbraio-marzo) le mandrie trascorrono la maggior parte del tempo sulle colline circostanti. Successivamente, l'allagamento della pianura comincia a ridursi e buona parte di essa diviene accessibile agli animali.

All'inizio del mese di aprile una vasta area del Pantano viene interdetta al pascolamento e riservata alla produzione di fieno, e fino a tutto il mese di luglio il carico animale viene concentrato su una superficie pari a 400 ha. Nei successivi mesi (agosto-ottobre), tale carico è distribuito in maniera uniforme su tutta l'area della torbiera.

Al fine di valutare la significatività dei carichi in questione, è stata considerata la "ratio" tra abitanti equivalenti dovuti alla zootecnia e abitanti residenti, sia per il comune di Montenero Val Cocchiara che per l'intera Regione.

Tale valore è stato calcolato esclusivamente in riferimento ai bovini ed equini, preponderanti rispetto a tutte le altre categorie zootecniche. Inoltre, è stata calcolata la densità di tali categorie (in termini di AbEq.) sulla superficie a pascolo, anche in questo caso per il comune di Montenero Val Cocchiara e per l'intera Regione. I risultati sono riportati in tabella 25.

Tabella 25: Densità su pascolo e "ratio" (Comune Montenero Val Cocchiara e Regione Molise).

COMUNE DI MONTENERO VAL COCCHIARA							REGIONE MOLISE						
AbEq. bovini	AbEq. equini	totale	SAU "Prati permanenti e pascoli"	densità su pascolo (AbEq./ha)	Residenti	ratio	AbEq. bovini	AbEq. equini	totale	SAU "Prati permanenti e pascoli"	densità su pascolo (AbEq./ha)	residenti	ratio
13570	3466	17036	739,35	23,04	608	28	302556	24029	326585	37886	8,62	320701	1,02

Dall'osservazione dei dati si evince che sia la densità su pascolo che la ratio sono notevolmente superiori ai medesimi valori medi regionali; tale circostanza rende particolarmente significativo il "Carico organico potenziale da Zootecnia", connotando tale indicatore con un livello d'incidenza "notevolmente rilevante" nel Pantano, "rilevante" nella zona esterna.

5.3.3 Unità Bovino Adulto (UBA)²⁶

Questo indicatore valuta la pressione dovuta alla stabulazione libera degli animali connessa con gli effetti negativi sui componenti biologici e strutturali dei suoli, che possono essere così sintetizzati:

- compattamento e riduzione della capacità idrica dei suoli;
- carico dovuto al sovraccumulo di nutrienti;
- alterazioni delle associazioni vegetali, che degradano con l'ingressione di specie nitrofile scarsamente appetibili e a volte dannose per gli animali.

I dati relativi agli allevamenti derivano dai Censimenti ISTAT (2000), il riferimento geografico è quello comunale.

Popolazione indicatore

L'allevamento dei bovini ed equini nel comune di Montenero Val Cocchiara rappresenta l'attività lavorativa prevalente.

Le UBA, per le varie tipologie di animali allevate, sono state calcolate moltiplicando il numero di capi di bestiame per i rispettivi coefficienti di conversione, riportati in tabella 26.

Tabella 26: Coefficienti di conversione per le UBA.

Categorie zootecniche	Coeff. UBA
Bovini > 2 anni	1
Bovini < 2 anni	0,6
Ovicapriini	0,15
Equini	1

Tabella 27: Carico da UBA - Comune di Montenero Val Cocchiara.

Bovini	UBA Bovini	Ovini	Capriini	Ovicapriini	UBA Ovicapriini	Equini	UBA Equini	UBA totali	SAU	UBA/SAU
1663	1348,56	330	2	332	39,33	429	376,49	1764,38	792,3	2,23

Da un'analisi dei valori ottenuti (tabella 27) si evince che le UBA bovini sono preponderanti rispetto a tutte le altre, seguite dalle UBA equini; queste due categorie, considerate cumulativamente (1725,05 UBA), costituiscono il 97,8% delle UBA totali. Il rapporto UBA totali/SAU, superiore a 2, evidenzia un sovrappascolamento in riferimento al carico ottimale per ettaro, che è di 1-1,5 UBA (Miraglia, Lucchese, Marino, 2000).

I dati della tabella sono in accordo con quelli relativi all'indicatore "Carico organico potenziale da zootecnia"; si sottolinea che, come già accennato in precedenza, il pascolo grava prioritariamente sul pianoro del Pantano; di conseguenza l'indicatore "UBA" assume un livello d'incidenza "notevolmente rilevante" nella Torbiera, "moderatamente rilevante" nella zona esterna.

5.4 Attività produttive (fattore antropico)

Per il fattore Attività Produttive è stato considerato il seguente indicatore di pressione:

Carico organico potenziale da industria (esterno alla torbiera);

²⁶ Indicatore di pressione sia interno che esterno alla torbiera.

5.4.1 Carico organico potenziale da industria²⁷

L'indicatore, in forma teorica, quantifica in termini di abitanti equivalenti l'entità del carico inquinante di origine organica dovuto a impianti industriali localizzati che confluiscono i propri reflui nell'ambito del bacino idrografico interessato.

I carichi organici derivanti da attività produttive non sono omogenei tra loro, in quanto variano a seconda del tipo di ciclo produttivo e della materia prima utilizzata. Anche per gli insediamenti industriali sono stati calcolati dei coefficienti di popolazione equivalente (CNR-IRSA - quaderno, 1991), in funzione della tipologia produttiva (ATECO5 del censimento 1996 ISTAT).

Le classi di attività industriale considerate sono quelle cosiddette "idroesigenti", che utilizzano acqua nel loro ciclo produttivo, prelevandola dall'ambiente e restituendola con caratteristiche di qualità modificate rispetto alle iniziali.

Popolamento indicatore

I dati relativi alle attività economiche che confluiscono nel bacino idrografico del torrente Zittola sono stati forniti dalla Camera di Commercio della Provincia di Isernia (2002) (tabella 28).

Tabella 28: Attività economiche – Comune di Montenero Valcocchiara.

Numero addetti per Tipo di attività			
Imprese edili	Attività commerciali	Attività Industriali	Totale comune
8	7	2	17
7	6	2	15

In tabella 29 sono riportate le attività economiche idroesigenti (Attività industriali) che insistono nel territorio di Montenero Val Cocchiara e i rispettivi coefficienti specifici di carico organico.

Tabella 29: Coefficienti specifici di carico organico (AE) per addetto di attività industriale.

Classificazione ATECO5 (1996) e coefficienti di calcolo del CNR -IRSA		
Codice attività (ATECO5)	Tipo Attività	Coeff. (1991)
15.81.1 A	Panificazione	24
18.22.1 A	Confezione di capi di abbigliamento	0,6

Anche per questo indicatore la corrispondenza tra il territorio del bacino idrografico e la superficie del Comune di Montenero Val Cocchiara facilita il confronto dei dati. Per il calcolo del carico complessivo il coefficiente è stato moltiplicato per il numero degli addetti, secondo il seguente schema:

Attività industriali o idroesigenti: $AbEq. = Coeff. \times n^{\circ} \text{ Addetti}$

La tabella 30 riassume schematicamente le attività economiche idroesigenti.

²⁷ Indicatore di pressione esterno alla torbiera.

Tabella 30: Abitanti Equivalenti da attività industriali – Comune di Montenero Val Cocchiara.

Indipendenti (Datori di Lavoro)	Dipendenti	Tipo Attività	Cod. Attività	AbEq.
1	0	Panificazione	15.81.1 A	24
1	0	Confezione di capi di abbigliamento	18.22.1 A	0,6
TOTALI				24,6

I risultati ottenuti in termini di abitanti equivalenti industriali (AbEq. 24,6) consentono di attribuire all'indicatore **“Carico organico potenziale da industria”** un livello d'incidenza **“irrelevante”**.

5.5 - *Urbanizzazione* (fattore antropico)

Per il fattore urbanizzazione sono stati presi in esame i seguenti indicatori di pressione:

1. **Carico organico potenziale da impianti di depurazione** (esterno alla torbiera);
2. **Centro abitato** (esterno alla torbiera).

5.5.1 - *Carico organico potenziale da impianti di depurazione*²⁸

L'indicatore, in forma teorica, quantifica in termini di abitanti equivalenti l'entità del carico inquinante di origine organica che confluisce nell'area di studio dovuto agli insediamenti urbani.

I carichi organici di origine civile, essendo considerati omogenei, sono stimati attraverso la popolazione residente (un abitante equivalente civile corrisponde a un residente).

I dati relativi alla popolazione residente derivano dal Censimento demografico ISTAT (2001); il riferimento geografico è quello comunale.

Popolamento indicatore

I residenti del comune di Montenero Val Cocchiara sono 608 (Censimento ISTAT 2001), che equivale ad un medesimo apporto in abitanti equivalenti; a questo valore vanno aggiunti gli abitanti fluttuanti²⁹, censiti mediante interviste agli abitanti del Comune, risultati essere pari a 50.

Il totale degli AbEq. è quindi pari a 658 unità, valore che, rispetto al dimensionamento dell'impianto di depurazione (dati di progetto: 1350 AbEq.), risulta adeguato alle capacità di trattamento. L'indicatore, pertanto, assume un livello d'incidenza **“irrelevante”**.

5.5.2 - *Centro abitato*³⁰

Gli insediamenti urbani, in generale, comportano una serie di pressioni sui luoghi limitrofi proporzionali alla densità della popolazione e alla superficie sottratta alle aree naturali, da valutare caso per caso.

²⁸ Indicatore di pressione esterno alla torbiera.

²⁹ Abitanti Fluttuanti sono gli abitanti, oltre a quelli normalmente residenti, presenti solo nei periodi di punta turistica o di altro tipo (di norma tale numero corrisponde alla capacità ricettiva alberghiera e/o turistica ingenerale) oppure, nel caso di zone artigianali, industriali, etc. sono rappresentati dai dipendenti delle attività lavorative domiciliate in zone servite da un diverso bacino di fognatura.

³⁰ Indicatore di pressione esterno alla torbiera.

Per quantificare la pressione che un centro abitato esercita sulle aree protette, risulta adeguato e facilmente popolabile l'indicatore di pressione NEB Ap2, relativamente al sottoindicatore "Pressione da Popolamento in aree protette" (PP), espresso in abitanti/kmq:

$$PP = \text{abitanti/kmq.}$$

Popolamento indicatore

Come riportato nel precedente paragrafo, il Comune di Montenero Val Cocchiara registra un numero di abitanti residenti pari a 608, concentrati prevalentemente nel centro abitato.

L'indicatore "PP" espresso in ab/kmq, è stato popolato in riferimento all'intero territorio comunale.

$$PP = 608/21,89 \text{ (kmq)} = 27,8 \text{ abitanti kmq}^{-1}$$

La densità demografica per il Comune di Montenero Val Cocchiara (27,8 ab. kmq⁻¹), confrontata con il valore regionale (58,8 ab. kmq⁻¹) e con il dato nazionale (187 ab. kmq⁻¹) (Censimento demografico ISTAT 2001), risulta di oltre il 50% inferiore rispetto a quella registrata a livello regionale, e di oltre l'80 % rispetto alla media nazionale.

L'analisi di questo indicatore mostra pertanto che la pressione derivante dalla densità demografica è "irrilevante".

5.6 - Turismo (Fattore abiotico)

Per un monitoraggio della pressione derivante dal turismo sulla torbiera è opportuno utilizzare un indicatore che valuti la densità di afflusso che incide sulla zona umida per limitati periodi, e un altro che quantifichi la pressione conseguente al turismo stagionale in relazione ai residenti.

Per il fattore "Turismo" sono stati utilizzati, pertanto, i seguenti indicatori di pressione:

1. **Turismo occasionale** (interno alla torbiera);
2. **Turismo stagionale** (esterno alla torbiera).

5.6.1 – Turismo occasionale³¹

Il turismo nelle aree naturali dev'essere rispettoso delle peculiarità floristiche che le caratterizzano e arrecare il minimo disturbo alla fauna locale; questa corretta fruizione dovrebbe essere garantita dai Piani di gestione delle aree naturali protette.

Un indicatore che valuti la densità del flusso turistico rispetto alla superficie dell'habitat trova giustificazione nel fatto che presso i siti protetti si verificano, spesso, afflussi consistenti di visitatori concentrati in alcuni giorni dell'anno (in concomitanza del ferragosto o di qualche sagra/fiera particolare o di eventi/manifestazioni di richiamo, etc.).

Tali avvenimenti, frequenti nel periodo estivo, connotano una presenza turistica di tipo occasionale per la quale si avverte l'esigenza di quantificare la pressione esercitata dai visitatori sull'area in studio, quando questa è certamente riferibile solo all'habitat valutato. Nel caso in cui non sia possibile isolare il dato per la sola zona umida, il valore di riferimento per essa sarà dato dalla densità riscontrata sull'intera area protetta.

La quantificazione di questo dato è in grado di dare un'indicazione sui possibili livelli di disturbo arrecati alla fauna e alla flora derivanti dal calpestio, dai rifiuti lasciati incautamente in queste zone e dall'inquinamento da rumore prodotto dalle autovetture che giungono al sito (incluso l'effetto d'inquinamento secondario dovuto al deposito delle polveri).

Una valutazione utile per il turismo occasionale è data dall'indicatore "Densità Turistica giornaliera"(DT), che prende in considerazione il numero medio di visitatori registrati nei giorni di afflusso e lo rapporta alla superficie dell'habitat (o del SIC), secondo la seguente formula:

$$DT = \text{media n}^\circ \text{ visitatori giornalieri} / \text{superficie habitat (o SIC).}$$

³¹ Indicatore di pressione interno alla torbiera.

Popolamento indicatore

Il turismo occasionale investe il pianoro del Pantano la prima domenica di agosto, nella quale si svolge la manifestazione denominata "Il Rodeo Pentro-Caraceno"; tale evento vede come protagonisti i cavalli allevati allo stato brado e i cavalieri locali. Questa manifestazione è di grande richiamo e si fa risalire agli antichi Pentri, famosi guerrieri abili nel montare i cavalli selvaggi, che costituivano una delle principali tribù sannitiche.

Gli attuali discendenti hanno ereditato questa abilità; essi utilizzano una tecnica particolare, differente da quella dei rodei americani. La manifestazione consiste in una rustica esibizione equestre: vengono domati i puledri selvaggi, e si gareggia con i cavalli bradi cavalcati senza sella.

Vengono collocati lungo la strada vicinale che corre sulla sinistra idrografica della Zittola numerosi stand gastronomici e organizzati spettacoli folcloristici.

Questa grande manifestazione, di tipo occasionale, richiama presso il pianoro numerosi turisti; non si ha una stima certa degli afflussi, ma da interviste ai residenti, verosimilmente questa supera le 1000 unità, che si vanno ad aggiungere ai residenti (608).

Il rodeo non interessa l'intera superficie del Pantano, ma solo la parte che viene adibita alla manifestazione, dalla quale resta escluso il pubblico. L'incidenza di questo afflusso è dato dall'indicatore "Densità Turistica giornaliera"(DT):

$$DT = 1608 / 900 \text{ ha} = 1,78.$$

Il valore di densità ottenuto risulta notevolmente superiore a quello relativo alla densità demografica registrata nel comune (0,304 abitanti/ha); tale dato renderebbe rilevante il livello d'incidenza di questo indicatore.

Tuttavia, in considerazione del fatto che la manifestazione *Rodeo – Pentro Saraceno* è limitata a 2 sole giornate nell'arco dell'anno, si ritiene opportuno considerare "irrilevante" la pressione esercitata dal turismo occasionale.

5.6.2 - Turismo stagionale³²

Per la valutazione della pressione esercitata al di fuori dell'habitat in studio da parte dei turisti stagionali, quando questi alloggiano nel centro abitato prossimo all'area protetta, è opportuno considerare il rapporto tra la permanenza media turistica³³ in un determinato periodo dell'anno, rispetto al numero di residenti. Questo tipo di analisi fornisce una indicazione delle pressioni sull'ambiente associate alla permanenza quali, per esempio, consumo idrico, smaltimento dei rifiuti, etc.

L'indicatore utilizzato è NEBAp2, in riferimento al sottoindicatore "Pressione da Presenze Turistiche" (PPT); l'algoritmo per l'elaborazione dei dati sugli afflussi turistici è il seguente:

$$PPT = \text{Presenze turistiche per trimestre} / (\text{numero di residenti} * 91).$$

Le presenze turistiche sono considerate come numero di notti trascorse nella struttura ricettiva; 91 è il numero di notti medie di un trimestre (invernale, primaverile, estivo).

Popolamento indicatore

Da interviste ai residenti si è accertato che solo nel periodo estivo si registrano presenze turistiche nel comune di Montenero Val Cocchiara; in media l'afflusso è pari a 200 persone al mese, tra nativi (90%) e turisti, in luglio ed agosto; un'affluenza decisamente più contenuta si registra nei mesi di giugno e settembre (viene considerato il solo periodo estivo), con una media di 50 persone per mese, in quest'ultimo caso relativamente ai nativi e ai residenti in altre Province.

Per quanto riguarda i turisti (10%), questi vengono ospitati in strutture ricettive nel Comune di Montenero Val Cocchiara ottenute da alloggi riattati resi disponibili nel periodo estivo e tutti ricadenti nel borgo del paese, di origine longobarda. L'incidenza di questo afflusso è data dall'indicatore

³² Indicatore di pressione esterno alla torbiera.

³³ La permanenza media è il rapporto tra il numero delle notti trascorse (presenza) e il numero dei clienti arrivati nella struttura ricettiva (arrivi) (definizione ISTAT).

“Pressione da Presenze Turistiche” (PPT), che utilizza il seguente algoritmo:

$$PPT = (200*60+50*30) / (608*91) = 0,24 \text{ (numero).}$$

Il valore ottenuto mostra che nel periodo estivo si assiste ad un incremento della popolazione relativamente significativo, in quanto la pressione derivante dalle presenze turistiche, in rapporto alla presenza costante della popolazione residente, incrementa di un quarto circa il carico degli abitanti residenti.

Tale circostanza consente di attribuire a questo indicatore un livello d’incidenza “*irrilevante*”.

5.7 - *Infrastrutture lineari e servizi* (Fattore abiotico)

Per il fattore “Infrastrutture lineari e servizi” è stato preso in esame il seguente indicatore di pressione:

1. **Strade e linee ferroviarie** (esterno alla torbiera).

5.7.1 – *Strade e linee ferroviarie*³⁴

Le infrastrutture viarie hanno effetti significativi sulla natura in termini di distruzione di habitat; tali effetti riguardano, ad esempio, il consumo di suolo per la costruzione di nuove strade, che rappresentano barriere al movimento delle specie ed impediscono la dispersione dai loro habitat originali, la migrazione e la ricerca di cibo.

Ulteriori conseguenze sono rappresentate da: ferimento ed uccisione di animali investiti da autoveicoli e treni e disturbo dovuto al rumore, alla luce e al movimento provocato dalle attività umane. Tutti questi fattori comportano mutamenti della naturalità e della vita selvatica, perdita di habitat di qualità e riduzione della biodiversità.

Un indicatore idoneo a quantificare la pressione derivante dalla rete viaria e ferroviaria è il NEBAp3 “*Pressione da Infrastrutture di Comunicazione sulle aree protette*” (PIC).

Per il calcolo si contano i km delle diverse infrastrutture di comunicazione che insistono sull’Area Protetta rispetto alla sua superficie.

$$PIC = (\text{Km str. vicinali} + \text{km str. comunali} + \text{km str. provinciali} + \text{km str. statali} + \text{km ferrovia} / \text{kmq}).$$

Popolamento indicatore

Per il popolamento di questo indicatore si è fatto riferimento all’area del pSIC che ospita la torbiera.

Il sito è interessato da tipologie viarie di tipo: vicinale, comunale e provinciale per tratti brevi; per questo motivo le stesse tipologie vengono trattate insieme e in forma sintetica. Da Bocca del Pantano si snoda una strada vicinale sulla sinistra idrografica della Zittola fino a Masseria dell’Arpione per una lunghezza di 1,00 Km.

Le strade comunali, relativamente poche e a servizio del Pantano o di qualche casa sparsa della zona, misurano km 0,6. Inoltre vi è una sola strada provinciale, quella di Montenero Val Cocchiara, che corre lontano dal Pantano e sostiene un flusso veicolare limitato ai residenti. La strada segna il confine posto a nord-ovest del pSIC, per un tratto lungo km 0,8.

Di seguito viene calcolato l’indicatore *Pressione da Infrastrutture di Comunicazione sulle aree protette*” (PIC):

$$PIC = (1,0 + 0,6 + 0,8) \text{ km} / 12,46 \text{ kmq} = 0,19 \text{ km}^{-1}$$

Il valore di densità per km per il pSIC è inferiore a quello analogo sia della Regione Molise (0,44 km/kmq), che dell’Italia (0,38 km/kmq). Tale dato consente di affermare che l’area protetta è poco frammentata e quindi preserva habitat intatti sotto questo aspetto. L’indicatore assume pertanto una valenza “*irrilevante*”.

³⁴ Indicatore di pressione esterno alla torbiera.

CAPITOLO 6

RISULTATI

6.1 - Valutazione e peso degli indicatori di pressione per l'area in studio

L'applicazione dell'analisi multicriteri (AHP) mediante il confronto a coppie ha consentito di valutare l'incidenza dei singoli fattori di pressione individuati per la torbiera e per la zona buffer.

Tali fattori sono stati caratterizzati quantitativamente attraverso degli indicatori, ai quali è stato assegnato in questo studio un valore discreto compreso tra 0 (che corrisponde pressione irrilevante) e 10 (situazione con pressione massima), proporzionale all'incidenza che ciascuno di essi esercita sulle risorse naturali presenti all'interno dell'area in studio (tabella 31); l'attribuzione dei valori è stata effettuata considerando contemporaneamente la pressione intrinseca rappresentata dagli indicatori e il contesto territoriale di riferimento.

Tabella 31: Fattori di pressione e indicatori con i relativi valori d'incidenza.

FATTORI	INDICATORE	DPSIR	VALORE D'INCIDENZA
Morfologia ed idrogeologia	- Acclività dei versanti	S/P	5
	- Interrimento	P	10
Agricoltura	- Assenza di attività		0
	- Carichi in azoto e fosforo da uso del suolo	P	2
	- Superficie Agricola Utilizzata (SAU)	D/P	5
	- Canalizzazioni	P	7
	- Compattamento del suolo	P	10
Zootecnia	- Assenza di attività		0
	- Carichi in azoto e fosforo da zootecnia	P	5
	- Carico organico potenziale da zootecnia	P	7
	- Unità di Bovino Adulto (UBA)	P	9
	- Stabulazione fissa	D/P	10
Attività produttive	- Assenza di attività produttive		0
	- Superficie < a 10.000 mq	P	3
	- Superficie > a 10.000 mq	P	6
	- Carico organico potenziale da industria	P	8
	- Attività estrattive	P	10
Urbanizzazione	- Assenza di urbanizzazione		0
	- Case sparse	P	1
	- Carico organico potenziale da impianti di depurazione	P	2
	- Piccolo aggregato	P	3
	- Centro abitato	P	4
	- Area urbana	P	10
Turismo	- Assenza turismo		0
	- Occasionale	P	3
	- Stagionale	P	6
	- Continuo	P	8
	- Attività venatoria e/o alieutica	P	10
Strutture ricettive	- Assenza strutture		0
	- Tipologie a basso impatto	P	2
	- Campi sportivi	P	4
	- Percorsi per equitazione - mountain-bike	P	6
	- Ippodromi	P	8
	- Piste da sci	P	9
	- Complessi sportivi	P	10
Infrastrutture lineari e servizi	- Assenza percorsi veicolari		0
	- Strada vicinale	P	1
	- Strada comunale	P	2
	- Strada provinciale	P	3
	- Linee ferroviarie	P	4
	- Strada statale	P	5
	- Autostrada - tangenziale	P	7
	- Sistemi di trattamento e smaltimento rifiuti	P	9
	- Captazioni	P	10
	Settore energetico	- Produzione di energia	P

Una volta assegnati i valori di incidenza, è stato effettuato il confronto a coppie tra tutti i fattori di pressione che insistono sulla torbiera (di seguito definita anche “zona interna”) e, allo stesso modo, sulla zona esterna ad essa (buffer), al fine di determinare i coefficienti ponderali riferiti a ciascun fattore.

Per la valutazione comparata dei fattori di pressione si è tenuto conto di quanto è emerso dal popolamento degli indicatori relativi a ciascun fattore, facendo riferimento alla scala semantica delle importanze (tabella 6).

In tabella 31 sono riportati i livelli d’incidenza relativi agli indicatori considerati, ordinati per fattore e per ambito territoriale interessato.

Tabella 31: Indicatori di pressione e relativi giudizi ordinati per fattore e per ambito territoriale interessato.

FATTORI	ZONA INTERNA (TORBIERA)		ZONA ESTERNA (BUFFER)	
	INDICATORI	GIUDIZIO	INDICATORI	GIUDIZIO
Morfologia ed Idrogeologia	Interrimento	Lievemente rilevante	Acclività	Irrilevante
Agricoltura	Superficie Agricola Utilizzata (SAU)	Lievemente rilevante	Superficie Agricola Utilizzata (SAU)	Irrilevante
	Carichi di N e P	Lievemente rilevante	Carichi di N e P	Irrilevante
	Compattamento del suolo	Moderatamente rilevante		
Zootecnia	Carichi in azoto e fosforo da zootecnia	Moderatamente rilevante	Carichi in azoto e fosforo da zootecnia	Lievemente rilevante
	Carico organico potenziale da zootecnia	Notevolmente rilevante	Carico organico potenziale da zootecnia	Rilevante
	Unità di Bovino Adulto (UBA)	Notevolmente rilevante	Unità di Bovino Adulto (UBA)	Moderatamente rilevante
Attività produttive	Assenza di attività produttive	—	Carico organico potenziale da industria	Irrilevante
Urbanizzazione	Assenza urbanizzazione	—	Carico organico potenziale da impianti di depurazione	Irrilevante
			Centro abitato	Irrilevante
Turismo	Occasionale	Irrilevante	Stagionale	Irrilevante
Infrastrutture lineari e Servizi	Assenza percorsi veicolari	—	Strada vicinale Strada comunale Strada provinciale	Irrilevante

Di seguito si riporta il confronto a coppie eseguito per i fattori di pressione individuati per le zone interna ed esterna alla torbiera (tabelle 32 e 33).

Tabella 32: Confronto a coppie per i fattori di pressione interni.

	ZOOTECNIA	AGRICOLTURA	MORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	TURISMO
ZOOTECNIA	1	5	7	9
AGRICOLTURA	0,20	1	5	7
MORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	0,14	0,20	1	3
TURISMO	0,11	0,14	0,33	1
TOTALI	1,45	6,34	13,33	20

Tabella 33: Confronto a coppie per i fattori di pressione esterni.

	ZOOTECNIA	AGRICOLTURA	URBANIZZAZIONE	ATTIVITÀ PRODUTTIVE	TURISMO	INFRASTRUTTURE LINEARI E SERVIZI	MORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA
ZOOTECNIA	1	3	5	6	7	8	9
AGRICOLTURA	0,33	1	3	5	6	7	8
URBANIZZAZIONE	0,20	0,33	1	2	4	6	7
ATTIVITÀ PRODUTTIVE	0,17	0,20	0,50	1	3	5	7
TURISMO	0,14	0,17	0,25	0,33	1	3	5
INFRASTRUTTURE LINEARI E SERVIZI	0,13	0,14	1,17	0,20	0,33	1	3
MORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	0,11	0,13	0,14	0,14	0,20	0,33	1
TOTALI	2,08	4,97	10,06	14,67	21,53	30,33	40

I coefficienti ponderali individuati secondo la metodologia su esposta vengono riportati in tabella 34.

Tabella 34: Coefficienti di ponderazione (PESI) per i fattori di pressione interni ed esterni.

FATTORI	(PESI) Esterni	(PESI) Interni
Morfologia e Idrogeologia	0,06	0,09
Agricoltura	0,24	0,26
Zootecnia	0,40	0,61
Attività produttive	0,11	-
Urbanizzazione	0,14	-
Turismo	0,02	0,04
Infrastrutture lineari e servizi	0,03	-

Individuati i valori di incidenza ed effettuata la stima dei pesi, è stata fatta la valutazione di ciascun fattore di pressione applicando la relativa formula, qui riproposta:

$$IPF_i = C_P \times PF_i = C_P \times V_I$$

dove:

IPF_i = Indice di Pressione del Fattore i-esimo;

C_P = Coefficiente ponderale del fattore i-esimo (peso);

PF_i = Pressione del Fattore i-esimo;

V_I = Valore d'incidenza degli Indicatori che descrivono il fattore i-esimo.

Tale calcolo è stato effettuato separatamente per i fattori presenti all'interno e all'esterno dell'area di studio.

Fattori interni

Gli indici di pressione ottenuti per i fattori che insistono all'interno della Torbiera sono:

$$\text{Morfologia e Idrogeologia} = 0,09 \times 10 = \mathbf{0,9}$$

$$\text{Zootecnia} = 0,61 \times \Sigma 5 + 7 + 9 = \mathbf{12,81}$$

$$\text{Agricoltura} = 0,26 \times \Sigma 2 + 5 + 10 = \mathbf{4,42}$$

$$\text{Turismo} = 0,04 \times 3 = \mathbf{0,12}$$

Come accennato in precedenza, per la definizione delle classi è stata effettuata la sommatoria dei valori d'incidenza degli indicatori relativi ad ogni fattore, ottenendo gli intervalli tra le classi; ad esempio: per il fattore zootecnia il valore ottenuto dalla sommatoria dei valori d'incidenza dei relativi indicatori, pari a 31, è stato ripartito nell'ambito di 5 classi (range 6,2); per gli altri fattori si è proceduto in maniera analoga.

Nelle tabelle 35, 36, 37 e 38 sono riportati i risultati ottenuti, in termini di valori di incidenza della pressione esercitata, per i fattori: Zootecnia, Agricoltura, Morfologia ed Idrogeologia e Turismo, considerati significativi per la zona interna.

Tabella 35: Classi di corrispondenza individuate per l'Indice di pressione "Zootecnia".

Classe	Range	Valore Indice di Pressione (V _{IP})	Giudizio
I	0 - 6,2	1	(irrilevante)
II	6,3 - 12,4	3	(lievemente rilevante)
III	12,5 - 18,6	5	(moderatamente rilevante)
IV	18,7 - 24,8	7	(rilevante)
V	24,9 - 31	10	(notevolmente rilevante)

Per la "Zootecnia" il valore riscontrato (12,81) rientra in una **III^a classe**, corrispondente a una "pressione moderatamente rilevante". Tale valore conferma sostanzialmente le indicazioni ottenute dalla valutazione dei singoli indicatori che contribuiscono alla stima di questo fattore di pressione.

Infatti, i carichi dei nutrienti, il carico organico potenziale e le UBA sono risultati significativi, con un livello d'incidenza da **moderatamente rilevante a notevolmente rilevante** (tabella 31).

In relazione a ciò, la pressione esercitata dalla Zootecnia potrebbe generare situazioni di degrado principalmente nell'area della torbiera, determinando compattamento e riduzione idrica del suolo, carico dovuto al sovraccumulo di nutrienti ed alterazioni delle associazioni vegetali che potrebbero degradare, con l'ingresso di specie nitrofile scarsamente appetibili a volte dannose per gli animali.

Tabella 36: Classi di corrispondenza individuate per l'Indice di Pressione "Agricoltura".

Classe	Range	Valore Indice di Pressione (V _{IP})	Giudizio
I	0 - 4,8	1	(irrilevante)
II	4,9 - 9,6	3	(lievemente rilevante)
III	9,7 - 14,4	5	(moderatamente rilevante)
IV	14,5 - 19,2	7	(rilevante)
V	19,3 - 24	10	(notevolmente rilevante)

Per l'“Agricoltura” il valore calcolato rientra in una I^a classe, corrispondente ad una “pressione irrilevante”. Tuttavia, il valore d'incidenza ottenuto (4,42) è prossimo al limite superiore della classe (4,8); tale situazione è attribuibile all'utilizzo cui è destinato il Pantano della Zittola; gli indicatori valutati interessano, infatti, principalmente l'area della torbiera (“Compattamento” con lo sfalcio eseguito dalle macchine agricole, “SAU” con le colture a foraggio e “Carichi di N e P da uso del suolo” con le concentrazioni dei nutrienti).

Tutto ciò è indicativo di una pressione potenziale che potrebbe facilmente evolvere negativamente, determinando situazioni di degrado che collocherebbero il fattore in una seconda classe di qualità.

Tabella 37: Classi di corrispondenza individuate per l'Indice di Pressione “Morfologia ed Idrogeologia”.

Classe	Range	Valore Indice di Pressione (V _{IP})	Giudizio
I	0 - 3	1	(irrilevante)
II	4 - 6	3	(lievemente rilevante)
III	7 - 9	5	(moderatamente rilevante)
IV	10 - 12	7	(rilevante)
V	13 - 15	10	(notevolmente rilevante)

Per la “Morfologia e l'Idrogeologia” il valore ottenuto (0,9) rientra in una I^a classe, corrispondente ad una “pressione irrilevante”. Infatti tale fattore, quantificato dall'unico indicatore “Interrimento”, ha evidenziato che lo spessore teorico dei sedimenti è poco significativo rispetto alla capacità d'invaso superficiale del Pantano della Zittola e alle possibilità di prevenire il fenomeno e di preservare l'integrità della torbiera.

Tabella 38: Classi di corrispondenza individuate per l'Indice di Pressione “Turismo”.

Classe	Range	Valore Indice di Pressione (V _{IP})	Giudizio
I	0 - 5,4	1	(irrilevante)
II	5,5 - 10,8	3	(lievemente rilevante)
III	10,9 - 16,2	5	(moderatamente rilevante)
IV	16,3 - 21,6	7	(rilevante)
V	21,7 - 27	10	(notevolmente rilevante)

Anche per il “Turismo” il valore rilevato (0,12) ricade in una I^a classe, corrispondente ad una “pressione irrilevante”. Infatti, per l'indicatore “Densità Turistica giornaliera” è stato riscontrato un livello d'incidenza non significativo, in quanto l'afflusso di turisti si manifesta nell'ambito di due sole giornate nell'arco dell'anno. Di conseguenza, la pressione da turismo occasionale per il Pantano della Zittola assume scarso significato.

Fattori esterni

Per i fattori che insistono all'esterno della Torbiera si è proceduto in maniera analoga, applicando la formula e ottenendo:

$$\text{Morfologia e Idrogeologia} = 0,06 \times 5 = \mathbf{0,3}$$

$$\text{Zootecnia} = 0,40 \times \Sigma 9 + 7 + 5 = \mathbf{8,4}$$

$$\text{Agricoltura} = 0,24 \times \Sigma 5 + 2 = \mathbf{1,68}$$

$$\text{Attività Produttive} = 0,11 \times 8 = \mathbf{0,88}$$

$$\text{Urbanizzazione} = 0,14 \times \Sigma 2 + 4 = \mathbf{0,84}$$

$$\text{Turismo} = 0,02 \times 3 = \mathbf{0,06}$$

$$\text{Infrastrutture Lineari e Servizi} = 0,03 \times \Sigma 1 + 2 + 3 = \mathbf{0,18}$$

Analogamente a quanto effettuato per la torbiera, sono state definite le classi per ogni fattore considerato. Di seguito si riportano le classi di corrispondenza solo per le "Attività Produttive", l'"Urbanizzazione" e le "Infrastrutture lineari e i servizi" (tabelle 39, 40 e 41); per i fattori "Zootecnia", "Agricoltura", "Morfologia e Idrogeologia" e "Turismo", si rimanda alle tabelle 35, 36, 37 e 38.

Tabella 39: Classi di corrispondenza individuate per l'Indice di Pressione "Attività Produttive".

Classe	Range	Valore Indice di Pressione (V _{IP})	Giudizio
I	0 - 5,4	1	(irrilevante)
II	5,5 - 11,0	3	(lievemente rilevante)
III	11,1 - 16,5	5	(moderatamente rilevante)
IV	16,6 - 22	7	(rilevante)
V	22,1 - 27	10	(notevolmente rilevante)

Tabella 40: Classi di corrispondenza individuate per l'Indice di Pressione "Urbanizzazione".

Classe	Range	Valore Indice di Pressione (V _{IP})	Giudizio
I	0 - 4	1	(irrilevante)
II	4,1 - 8	3	(lievemente rilevante)
III	8,1 - 12	5	(moderatamente rilevante)
IV	12,1 - 16	7	(rilevante)
V	16,1 - 20	10	(notevolmente rilevante)

Tabella 41: Classi di corrispondenza individuate per l'Indice di Pressione "Infrastrutture lineari e servizi".

Classe	Range	Valore Indice di Pressione (V _{IP})	Giudizio
I	0 - 8,2	1	(irrilevante)
II	8,3 - 16,4	3	(lievemente rilevante)
III	16,6 - 24,6	5	(moderatamente rilevante)
IV	24,9 - 32,8	7	(rilevante)
V	33,2 - 41	10	(notevolmente rilevante)

Per la "Zootecnia" il valore dell'indice, pari a 8,4, corrisponde ad una "*pressione lievemente rilevante*" (II^a classe); tale fattore, pertanto, ha valenza in relazione all'individuazione del buffer. Il dato è coerente con quello analogo riscontrato per la zona interna, corrispondente a una pressione moderatamente rilevante (III^a classe).

Per i rimanenti fattori ("Agricoltura", "Morfologia e Idrogeologia", "Attività Produttive", "Urbanizzazione", "Turismo", "Infrastrutture lineari e servizi") i valori degli Indici ricadono tutti in una I^a classe, corrispondente ad una "*pressione irrilevante*", poiché per essi non sono stati rilevati importanti livelli di significatività in termini di pressioni nella zona esterna. Tali fattori, pertanto non hanno valenza per l'individuazione del buffer.

6.2 - Stima dell'ampiezza dei buffer di pressione

Per la definizione dei buffer che insistono sulla torbiera sono stati vagliati i risultati ottenuti dalla valutazione e peso degli indicatori di pressione "esterni". Tale analisi ha evidenziato che il fattore più incisivo è la Zootecnia, in quanto i rimanenti fattori (Agricoltura, Attività Produttive, Urbanizzazione, Turismo e Morfologia ed Idrogeologia) non sono risultati significativi.

Di conseguenza, gli ambiti territoriali di riferimento da considerare, individuati dagli indicatori che popolano il fattore "Zootecnia", sono: il **confine amministrativo del territorio comunale** per l'indicatore Carico Organico Potenziale, il **confine del bacino idrografico della Zittola** per l'indicatore "Carichi in N e P da zootecnia", e la **SAU comunale** per l'indicatore UBA; per quest'ultimo, non è stato possibile determinare un buffer di confini ben identificabili, in quanto le UBA che insistono all'esterno della torbiera, di scarsa entità, sono distribuite su aree "SAU" estremamente frammentate, non riconducibili ad una unità geografica distinta.

I carichi di nutrienti sono riferibili all'unità "bacino idrografico" a causa della morfologia e geologia del sito. Infatti, i monti che sovrastano il Pantano, i cui versanti convogliano le acque alla valle alluvionale della Zittola e con esse i carichi di nutrienti lisciviati, sono caratterizzati, dal punto di vista geologico, da una componente prevalentemente calcarea, notevolmente permeabile.

In virtù di tale caratteristica, una quota rilevante dell'acqua piovana penetra nel sottosuolo, trasportando con sé i nutrienti depositati con le deiezioni zootecniche e quelli relativi all'attività agricola. In questo caso occorre tener conto della infiltrazione efficace, della capacità autodepurativa dei suoli e dei deflussi della falda per capire se e in quale percentuale esse influiscano sull'area esaminata.

Da studi condotti dall'Università del Molise sulla falda che interessa i colli Campanari e il Pantano, si è rilevato un andamento dei deflussi sotterranei quasi concorde con quelli superficiali; ciò significa che le acque freatiche seguono un percorso preferenziale verso il pianoro e, in definitiva, anch'esse contribuiscono al trasporto degli eventuali carichi di N e P lisciviati in superficie che percolano nella falda attraverso lo strato di roccia.

In tabella 42 sono riportati gli indicatori del fattore "Zootecnia" che hanno consentito l'individuazione dei buffer. Come riferito in metodologia (capitolo 3, par. 3.4) al fine di poter quantificare le profondità relative alle aree individuate, i perimetri delle superfici interessate (Confini amministrativi del Comune di Montenero Val Cocchiara e Bacino Idrografico del torrente Zittola) sono stati "stirati" fino ad ottenere i relativi cerchi equivalenti.

La loro ampiezza, calcolata in via teorica, coincide con lo spessore delle corone circolari ottenute dallo "stiramento" dei perimetri relativi rispettivamente ai confini amministrativi del Comune di Montenero Val Cocchiara e a quelli del al bacino idrografico della Zittola.

Tabella 42: Buffer di pressione per il fattore zootecnia.

Indicatori	Ambiti di influenza	Ampiezza (Km)
Carico Organico Potenziale	Confine Amministrativo del Territorio Comunale	1,638
N ed F da Zootecnia	Confine del Bacino Idrografico del Torrente Zittola	1,545
UBA	SAU	-

Gli ambiti specifici di influenza di ciascun fattore di pressione sono stati fra loro correlati attraverso procedimenti di "map overlay", in modo da ottenere un'indicazione della forma e della collocazione spaziale del *buffer* del Pantano (figura 14).

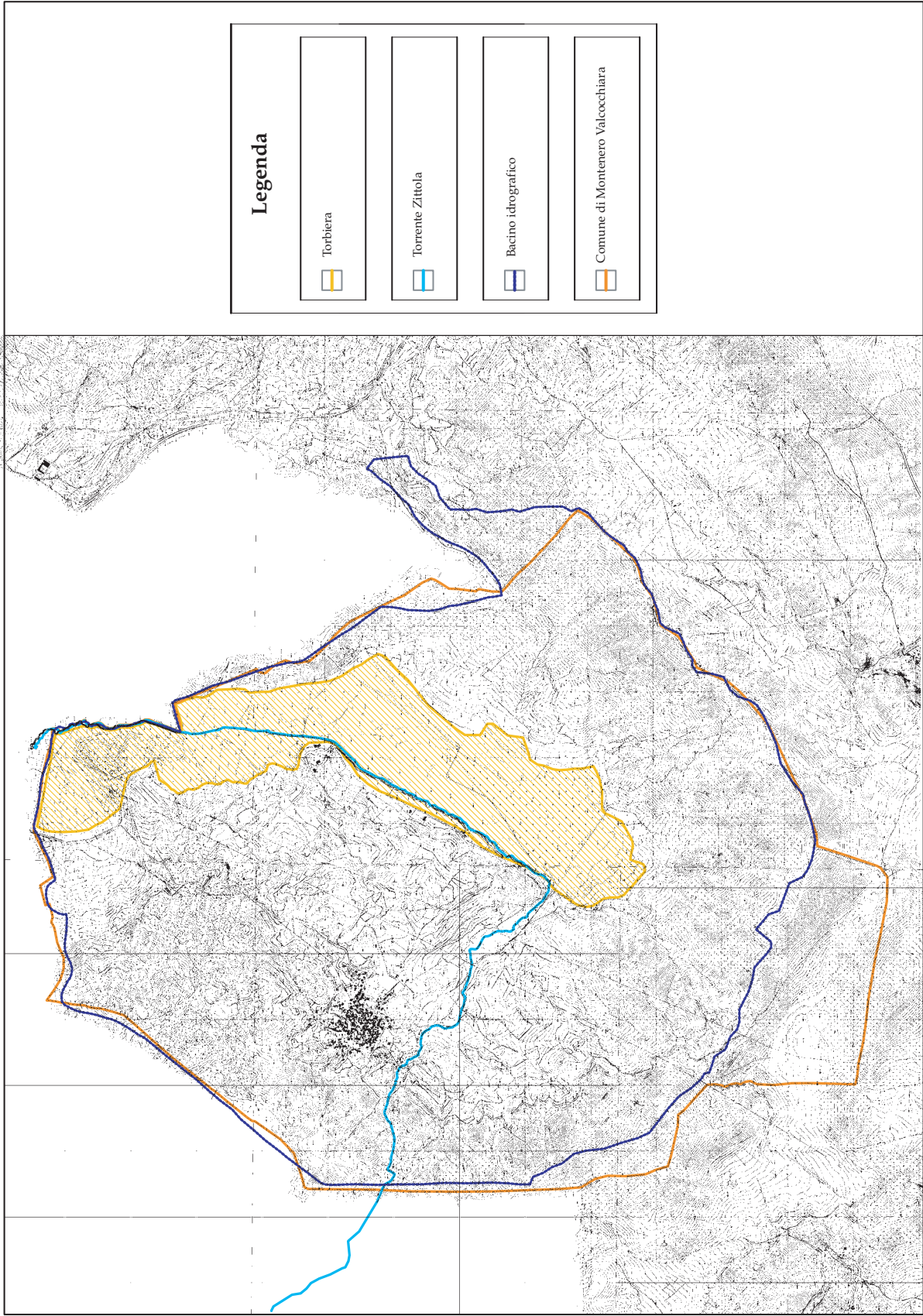


Figura 14: Buffer dei singoli fattori di pressione - Carta 1: 5000 del comune di Montenero Val Cocchiara

6.3 Valutazione del buffer e della pressione globale sulla torbiera

La pressione globale sulla Torbiera è stata calcolata sommando, per la zona interna e per quella esterna, i valori d'incidenza dei fattori considerati, resi in classi d'incidenza (tabella 43).

Dall'osservazione dei dati si evince che il fattore "Zootecnia" è quello preponderante, con un livello d'incidenza corrispondente ad una IV^a classe, seguito dall'"Agricoltura" (II^a classe); gli altri fattori, invece, assumono peso "irrilevante" (I^a classe).

Tabella 43: Indice di Pressione globale dei fattori e classe d'incidenza sulla torbiera.

FATTORI DI PRESSIONE	INDICE DI PRESSIONE INTERNO	INDICE DI PRESSIONE ESTERNO	INDICE DI PRESSIONE GLOBALE	CLASSE D'INCIDENZA
Zootecnia	12,60	8,4	21,00	IV
Agricoltura	4,25	1,68	5,93	II
Morfologia e Idrogeologia	0,4	0,1	0,5	I
Attività Produttive	-	0,88	0,88	I
Urbanizzazione	-	0,84	0,84	I
Turismo	0,33	0,18	0,51	I
Infrastrutture lineari e servizi	-	0,18	0,18	I

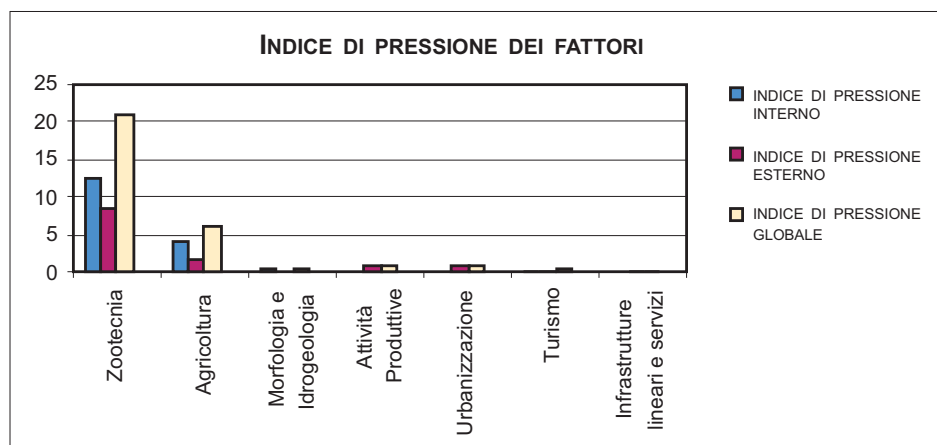


Figura 15: Grafico delle pressioni interne, esterne e globale dei fattori di pressione e relative classi d'incidenza.

La pressione globale da "Zootecnia" rilevata per la torbiera (IV^a classe - "Pressione rilevante") è risultata amplificata rispetto a quelle riscontrate separatamente per la zona interna (III^a classe - "Pressione moderatamente rilevante") e per quella esterna (II^a classe - "Pressione lievemente rilevante")(figura15).

Per quanto attiene all'"Agricoltura" va sottolineato come il peso di tale fattore, non significativo per la zona interna ed esterna considerate singolarmente (I^a classe - "Pressione irrilevante"), abbia assunto importanza cumulando i due valori (II^a classe - "Pressione lievemente rilevante").

Per entrambi i fattori, l'amplificazione delle pressioni è la risultante dell'effetto cumulativo dovuto al dilavamento dei carichi organici e da nutrienti che il bacino idrografico drena nel Pantano.

La situazione riscontrata nella torbiera rispecchia la pressione esercitata dai fattori sopra menzionati; infatti, studi sulla vegetazione e sulla flora condotti dall'ARPA Molise e dall'Università degli Studi del Molise hanno evidenziato che le specie nitrofile sono abbondanti. Tale situazione di degrado comporta la rarefazione delle emergenze floristiche della torbiera e una minore pabularità dei pascoli.

Una considerazione a parte va riservata al fattore "Morfologia e Idrogeologia", quantificato per la torbiera dal solo indicatore "Interrimento", al quale è stato attribuito un valore d'incidenza "lievemente rilevante", che ha comunque comportato la collocazione di tale fattore in una I^a classe d'incidenza. Tale giudizio è avvalorato dalla considerazione relativa all'effetto tampone esercitato dalla zona cuscinetto (zone del pSIC a ridosso della torbiera per il 40% costituite da boschi; capitolo 4 - par. 4.3) rispetto all'erosione dei versanti e dalla notevole "capacità d'invaso" della torbiera che, in teoria, impiegherebbe oltre 166 anni per riempirsi completamente. Tale lasso di tempo permette l'adozione di piani di gestione capaci di garantire la conservazione dei luoghi.

Per il buffer globale (figura 16), trasformato anch'esso in cerchio equivalente, è stata riscontrata una profondità pari a Km. 1,658, relativa all'integrazione dei confini del territorio del comune di Montenero Val Cocchiara e di quelli del bacino idrografico della Zittola.

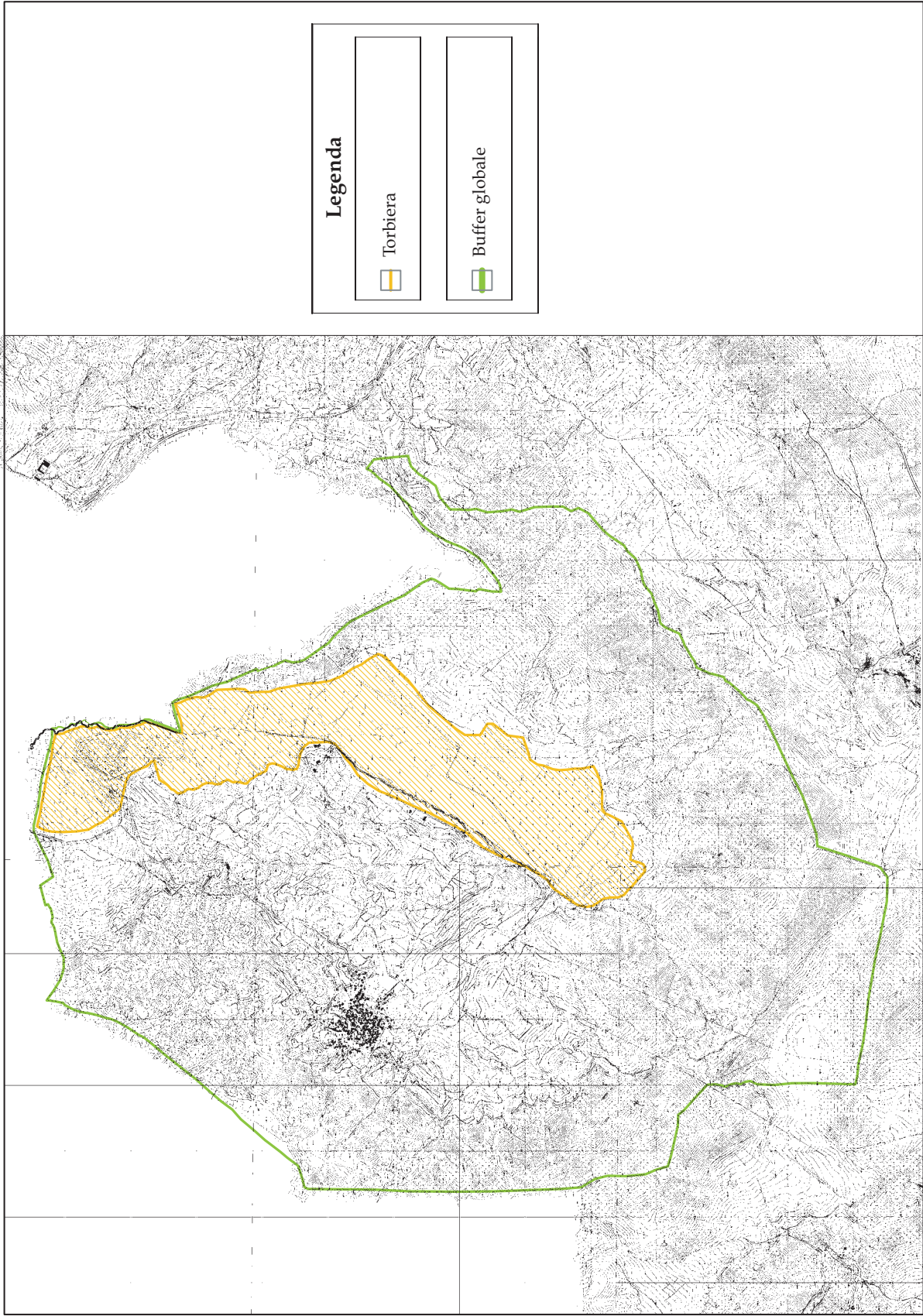


Figura 16: Carta 1:5000 del Buffer globale dei fattori di pressione - Comune di Montenero Val Cocchiara

CONCLUSIONI

Lo studio qui presentato ha implementato una metodologia d'indagine e valutazione delle Pressioni che possono caratterizzare la zona umida "Torbiera" di facile applicabilità; esso è stato in grado di evidenziare l'unicità di tali habitat in termini floristici, vegetazionali e paesaggistici, nonché le criticità che possono minacciare la loro conservazione.

Il metodo utilizzato per la valutazione delle pressioni (AHP) ha rappresentato un valido strumento per stimare il "peso" (l'importanza) dei fattori considerati, permettendo agli esperti intervenuti nel processo valutativo di assegnare stime ponderali a tali fattori, grazie all'ausilio della scala semantica delle importanze e del confronto a coppie. Essa ha inoltre consentito la valutazione delle possibili integrazioni fra le molteplici variabili ambientali considerate, rendendo possibile la rappresentazione sintetica delle "pressioni" e l'evidenziazione delle criticità presenti nel sito.

Tuttavia, l'applicazione del metodo ha dovuto misurarsi con l'effettiva disponibilità dei dati, che ha evidentemente condizionato la scelta degli indicatori, limitandoli a quelli effettivamente popolabili. Un altro problema è stato quello di valutare il peso di ciascun indicatore in relazione ai risultati ottenuti dal popolamento, in quanto non sempre sono stati reperiti in letteratura o nella normativa dei parametri o livelli di confronto cui rapportarsi. In tali casi si è fatto riferimento a stime dettate dall'esperienza e dalle competenze degli esperti che hanno fatto le valutazioni.

In conclusione si può affermare che tale metodo, efficace ed applicabile senza l'utilizzo eccessivo di risorse, ha consentito la lettura del sistema ambiente-territorio, fornendo un valido strumento per la individuazione dei buffer di pressione.

La corretta individuazione dei buffer, risulta determinante, al fine di poter definire con precisione gli ambiti territoriali coinvolti nell'esercizio delle pressioni; l'eventuale riscontro di unità di territorio di valenza diversa, ovvero di tipo geografico (ad es. l'Unità Geografica Operazionale "Bacino Idrografico" - OGU) ed amministrativo (Comune, Provincia, regione) riveste anch'esso importanza, in quanto espressione di una sorta di compromesso fra la coniugazione degli aspetti "funzionali" e di quelli "gestionali" del sito.

La definizione di un'area buffer globale di incidenza delle pressioni è essenziale per l'adozione di efficaci misure di salvaguardia nella formulazione dei Piani di gestione; un esempio è rappresentato dall'OGU "Bacino idrografico", particolarmente vulnerabile quando interessa rilievi costituiti da rocce calcaree (situazione frequente in Italia) caratterizzate da elevata permeabilità per fessurazione.

In questi casi l'ambito d'influenza delle pressioni esterne su un sito da proteggere non è definibile sulla base di un buffer standard, poiché il carsismo di un'area, se spinto (per la presenza di doline e polie), attraverso il dotto preferenziale di deflusso (ad es. la dolina) può convogliare velocemente al sito i carichi inquinanti, anche quando questi originano da fonti di contaminazione molto distanti.

Ovviamente queste circostanze possono essere indagate, in sede di analisi del contesto geolitologico e idrogeologico, dopo aver individuato correttamente il buffer d'incidenza; di conseguenza andranno opportunamente regolamentate o limitate le attività zootecniche, quando localizzate in prossimità delle morfologie carsiche prima descritte.

Dall'osservazione dei risultati ottenuti nel presente studio è emerso che i fattori di pressione che insistono sul Pantano - Zittola sono la "Zootecnia" e l'"Agricoltura". Il primo, che grava sia nella zona interna (III^a classe) che in quella esterna, (II^a classe), ha fatto rilevare un valore di incidenza globale particolarmente elevato (IV^a classe); per quanto attiene all'"Agricoltura", è risultato significativo solo il valore di incidenza globale (II^a classe).

In entrambi i casi si è osservato un effetto di magnificazione da parte della pressione esercitata nella zona esterna rispetto a quella interna, che ha determinato la significatività del fattore "Agricoltura", facendolo transitare dal livello d'incidenza "irrilevante" ad quello "lievemente rilevante"; per i rimanenti fattori, la sommatoria dei valori dei relativi indici di pressione non ha comportato tale effetto, per cui essi si sono confermati nell'ambito di una I^a classe d'incidenza ("irrilevante").

Tali considerazioni consentono di affermare che la protezione del Pantano della Zittola va realizzata in funzione di una razionale utilizzazione zootecnica ed agricola dell'area umida e della zona buffer.

Per quanto attiene al primo aspetto, è opportuna un'attenta modulazione del pascolo, riducendo il carico di UBA e/o diversificandolo, con l'introduzione ad esempio dell'allevamento di altre specie zootecniche che per il fabbisogno alimentare non gravino stabilmente sulla torbiera (ad es. ovini e ungulati).

Per quel che riguarda l'agricoltura, sarebbe opportuna l'adozione di una zona cuscinetto attorno alla torbiera, in grado di proteggerla dall'apporto di nutrienti eccessivi e dall'assorbimento del concime dilavato dalle zone agricole. Pertanto, in essa dovrebbe essere evitato l'utilizzo di concimi, considerando eventualmente solo l'eventuale apporto dovuto al bestiame.

Ai fini di una corretta gestione del pSIC e della torbiera finalizzata alla salvaguardia delle peculiarità delle specie floristiche e faunistiche, è opportuna la realizzazione di due tipologie di obiettivi: la conservazione delle condizioni ambientali favorevoli alle specie rare o minacciate e il mantenimento o, se possibile, l'incremento della biodiversità.

Tali obiettivi vanno perseguiti preservando il regime dell'acqua, in modo da garantire la sommersione della torbiera e le condizioni anossiche; inoltre, è necessario contenere la contaminazione in modo da evitare l'eutrofia. A tale riguardo sarebbe opportuno un ampliamento delle zone di allagamento, mediante la chiusura di alcuni fossi e scoli di drenaggio presenti nella zona.

La rinaturalizzazione dell'area, ad ogni modo, richiede un'attenta gestione delle elofite, che altrimenti tendono ad interrare rapidamente le superfici su cui vegetano, attraverso la diversificazione della loro struttura, ai fini della conservazione dell'avifauna; tali precauzioni consentirebbero di creare zone di rifugio, riproduzione e alimentazione per varie specie ornitiche.

L'inevitabile interrimento, elemento di pressione critico per il pianoro (cap. 5, par. 5.1.2), andrebbe comunque controllato prevedendo nei piani di gestione, oltre al riallagamento della piana, lo sfalcio e la rimozione degli arbusti, per favorire il mantenimento della torbiera e la conservazione delle sue caratteristiche floristiche e faunistiche peculiari.

Per quanto riguarda la vegetazione, occorrono interventi finalizzati alla conservazione delle tipologie torbicole con l'apposizione di recinzioni temporanee a tutela delle specie pregiate, per evitarne il calpestamento e il sovrapascolo da parte del bestiame domestico. Tale fenomeno comporta infatti un notevole degrado della vegetazione superficiale causando, in alcuni punti, la sua totale scomparsa e la formazione di "buche fangose".

Tuttavia, l'elevata naturalità dell'intero pSIC "Pantano-Zittola Feudo Val Cocchiara", che si evince anche dalla descrizione dei fattori di Stato esaminati in questo lavoro (Superficie, Naturalità della vegetazione, Stato di conservazione dei pSIC), garantisce ancora un livello di conservazione soddisfacente, che consente la modulazione di interventi sui fattori di rischio evidenziati con discrete probabilità di successo.

Vista la valenza naturalistica dei luoghi, ai fini della conservazione sarebbe inoltre auspicabile l'ipotesi di una inclusione del pSIC "Pantano Zittola - Feudo Val Cocchiara" nel Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, che favorirebbe l'inserimento di Montenero Val Cocchiara nei circuiti turistici Appenninici e comporterebbe un rilancio dell'economia della zona.

L'indagine presentata in questo lavoro è risultata particolarmente efficace per il biotopo torbiera; infatti, allo stato attuale questi habitat sono confinati in spazi sempre più angusti e risultano geograficamente isolati da altre realtà simili. L'intento è quello di recuperare un importante patrimonio floro-faunistico estremamente delicato, ormai seriamente minacciato da un imminente pericolo di estinzione.

La corretta gestione di questi ambienti permetterà di preservare questi ultimi "baluardi naturali" come testimonianza di luoghi quasi completamente scomparsi, in particolare quelli appenninici, e d'individuare aree da sottoporre a vincoli di tutela, in virtù della loro accertata vulnerabilità.

LISTA ROSSA DELLE SPECIE FLORISTICHE DELLE TORBIERE (ITALIA E REGIONI*)

Specie floristiche per categoria tassonomica	Tipologia di torbiera	Italia	V d'A	Piem	Lomb	Tr AA	Ven	FVG	Lig	Emi	Tos	Mar	Umb	Laz	Abr	Mol	Pug	Bas	Cal	Sic
Briofite																				
stagno (<i>Sphagnum cuspidatum</i>)	AA	EN																		
Pteridofite																				
licopodio inondato (<i>Lepidotis inondata</i>)	AA	VU		VU	VU	CR	VU	VU	CR											
Angiosperme																				
Dicotiledoni																				
drosera a foglie tonde (<i>Drosera rotundifolia</i>)	AA			VU	VU			EN	EN	CR										
drosera foglie allungate (<i>Drosera anglica</i>)	AA	VU		VU	VU	VU	CR	VU		EW	CR									
potentilla palustre (<i>Potentilla palustris</i>)	T	VU		CR	VU	VU	CR													
viola palustre (<i>Viola palustris</i>)	T							VU				VU	LR	VU						VU
brugo (<i>Calluna vulgaris</i>)	AA																			
andromeda (<i>Andromeda polifolia</i>)	AA	VU			VU	VU	CR													
mirtillo palustre (<i>Vaccinium oxycoccos</i>)	AA	VU			VU	VU	VU				EW									
mirtillo minore (<i>Vaccinium microcarpum</i>)	AA	LR				LR														
mirtillo gaultherioido (<i>Vaccinium gaultherioides</i>)	AA																			
gerzianella stellata (<i>Siwertia perennis</i>)	BA	VU		VU	VU	VU	CR			CR	VU									
genziana meliborsata (<i>Gentiana pneumonanthe</i>)	BA	EN		VU	VU	VU	EN		EN	CR	CR									
trifoglio fibroso (<i>Menyanthes trifoliata</i>)	BA								EN	VU										
pedicolare silvestre (<i>Pedicularis sylvatica</i>)	BA	VU			EN	VU	EN													
erba vesicaria minore (<i>Utricularia minor</i>)	AA	EN			VU	VU	EN				CR		CR							
Monocotiledoni																				
giuncastello delle torbiere (<i>Scheuchzeria palustris</i>)	BA	VU		VU	VU	VU		EN												
giuncastello alpino (<i>Triglochin palustre</i>)	BA						EN	VU	CR	CR	EN		CR		VU					
tajola comune (<i>Toffelia calyculata</i>)	BA									CR					LR					
tajola minore (<i>Toffelia pusilla</i>)	BA	LR	LR	LR	VU	LR	EN													
giunco delle torbiere (<i>Juncus squarrosus</i>)	BA	VU		VU	VU															
coltellaccio minore (<i>Sperganium minimum</i>)	BA	LR			LR	LR	CR	VU		EN	CR									
carice a pochi fiori (<i>Carex pauciflora</i>)	AA	VU	VU	LR	VU	EN	VU													
carice pulce (<i>Carex pulicaris</i>)	AA	VU			VU	LR	DD	LR												
carice capitata (<i>Carex capitata</i>)	AA	VU				VU														
carice di Davall (<i>Carex davalliana</i>)	BA											CR								
carice dioica (<i>Carex dioica</i>)	BA																			
carice tonda (<i>Carex diandra</i>)	AA	VU	LR	VU	VU	VU	EN	EN												
carice delle torbiere (<i>Carex heliomasites</i>)	AA	VU		VU	VU	VU														
carice a cespi (<i>Carex elata</i>)	BA											EN	EN	LR	VU					
carice fosca (<i>Carex fusca</i>)	AA													LR	VU					
carice di Buxbaum (<i>Carex buxbaumii</i>)	BA	LR		DD		LR		EN					VU	VU	VU					
carice gialla (<i>Carex flava</i>)	BA													VU	VU					
carice rigonfia (<i>Carex rostrata</i>)	BA													VU	VU					
carice a frutto peloso (<i>Carex lasiocarpa</i>)	T													VU	VU					
liscia minore (<i>Blasmus compressus</i>)	BA			LR	LR	EN	LR							LR						

Specie floristiche per categoria tassonomica	Tipologia di torbiera	Italia	V. d'A	Piem	Lomb	Tr AA	Ven	FVG	Lig	Emi	Tos	Mar	Umb	Laz	Abr	Mol	Pug	Bas	Cal	Sic
giunchina a cinque fiori (<i>Eleocharis quinqueflora</i>)	BA											LR	LR		LR					
tricolfo alpino (<i>Trichophorum alpinum</i>)	AA			LR																
tricolfo cespitoso (<i>Trichophorum caespitosum</i>)	AA								VU											
eriforo guainato (<i>Eriophorum vaginatum</i>)	AA			LR	LR				VU											
eriforo a foglie strette (<i>Eriophorum latifolium</i>)	BA									EN	VU	EN	EN	EW	EN					
eriforo a foglie strette (<i>Eriophorum angustifolium</i>)	AA									EN		EW			EW					
giunco nero comune (<i>Schoenus ferrugineus</i>)	T	VU	CR	VU	VU	LR	VU						EN							
giunco nero delle paludi (<i>Schoenus nigricans</i>)	T												EN							
rincofosa chiara (<i>Rhynchospora alba</i>)	T	CR		VU	VU	EN	CR	VU	DD		EN			EW						
rincofosa scura (<i>Rhynchospora fusca</i>)	T	CR		CR	CR	CR		VU			EN									
elleborine palustre (<i>Epipactis palustris</i>)	BA		VU				EN			EN	VU		EN		VU	CR	CR	VU	VU	CR
viticini estivi (<i>Spiranthes aestivalis</i>)	BA	EN		VU	EN	EW	EN		EN	EW	VU	EW		VU						
hammarbia (<i>Hammarbya paludosa</i>)	BA	CR				CR														
lipante (<i>Liparis borealis</i>)	BA	EN		EW	EN	EN	CR	VU												
Elenco aggiuntivo delle specie rare degli ambienti di Torbiera per il Molise (in grassetto le specie rare ma non incluse nell'elenco della Lista Rossa regionale).																				
giaggiolo acquatico (<i>Iris pseudacorus</i>)	B															VU				
nontiscordarimè dei canneti (<i>Myosotis caespitosa</i>)	B															VU				
nontiscordarimè delle paludi (<i>Myosotis scorpioides</i>)	B															VU				
nontiscordarimè siciliano (<i>Myosotis sicula</i>)	B															LR				
orchidea incarnata (<i>Dactylorhiza incarnata</i>)	B															VU				
callia palustre (<i>Callitriche palustris</i>)	B															VU				
giunchina con una brattea (<i>Eleocharis unguicularis</i>)	B															VU				
finocchio acquatico (<i>Oenanthe fistulosa</i>)	B															VU				
ranuncolo comune (<i>Ranunculus acris</i>)	B															VU				
veronica delle paludi (<i>Veronica scutellata</i>)	B															EN				
pigamo erba-scoppaia (<i>Thalictrum simplex</i>)	B															EN				
gramignone di palude (<i>Calabrosa aquatica</i>)	B															EN				
gatofolino (<i>Holsteium umbellatum</i>)	B															LR				
giunco subnodoso (<i>Juncus subnodulosus</i>)	B															CR				
mazza d'oro strisciante (<i>Lysimachia nummularia</i>)	B															LR				
camedrio scordo (<i>Teucrium scordium</i>)	B															LR				
tornentilla (<i>Potentilla erecta</i>)	B															VU				

AA = Alta Alpina T = di Transizione BA = Bassa Alpina B = Bassa appenninica EX = estinto EW = estinto in natura CR = gravemente minacciato EN = minacciato VU = vulnerabile LR = a minor rischio DD = dati insufficienti

*per la Campania e la Sardegna non è stata segnalata alcuna delle specie torbicole riportate.

FITOClimATOLOGIA - APPROFONDIMENTI

La disciplina ecologica che studia le relazioni tra flora, vegetazione e clima di una determinata regione è la fitoclimatologia. Quando si vuole definire un tipo di clima in relazione alla vegetazione (fitoclima) si deve tener conto dell'interazione tra temperature e precipitazioni, perché la quantità di acqua necessaria alla vegetazione aumenta con l'aumentare della temperatura, a causa dell'incremento dell'evaporazione e della traspirazione.

Le classificazioni fitoclimatiche si sono avvalse soprattutto di indici e diagrammi basati su dati relativi alla temperatura dell'aria e alle precipitazioni, in grado di fornire una rappresentazione del clima correlabile direttamente con distribuzione e struttura dei popolamenti vegetazionali; esse evidenziano caratteristiche quali: aridità, continentalità, etc., capaci di interpretare la presenza/assenza di una specie o di una comunità vegetale.

Dal punto di vista fitoclimatico riveste particolare importanza l'andamento delle precipitazioni, dato che la vegetazione risente molto delle variazioni mensili e/o stagionali. Secondo questo criterio, si evidenziano quattro regimi pluviometrici: *oceanico*, con piogge distribuite durante tutto l'anno; *continentale*, con massimo di piogge in estate e minimo invernale; *equinoziale*, con due massimi (primaverile e autunnale); *mediterraneo*, con minimo estivo e massimo invernale.

I diagrammi climatici maggiormente utilizzati fanno riferimento alle proposte di Emberger (1930) e di Bagnouls e Gaussen (1957), successivamente migliorante da Walter e Lieth (1960-67). Nel diagramma ombrotermico o pluviotermico (figura 17), sulle ascisse vengono posti i mesi dell'anno e sulle ordinate (a sinistra e a destra) le temperature e le precipitazioni (i valori della temperatura hanno una scala doppia rispetto a quella delle precipitazioni, $1^{\circ}\text{C} = 2 \text{ mm}$).

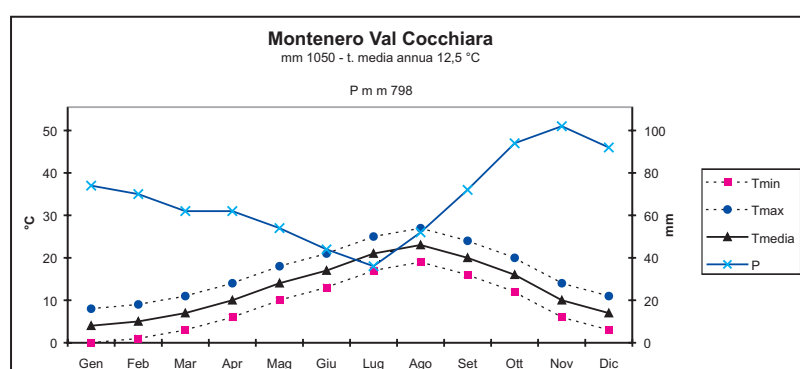


Figura 17: Inquadramento fitoclimatico del pSIC "Pantano Zittola - Feudo Val Cocchiara"

Quando la curva delle precipitazioni scende al di sotto di quella delle temperature ($P < 2 \cdot T$), si ha un periodo di aridità. Oltre i 100 mm di precipitazioni, la scala viene ridotta a 1/10 e l'area corrispondente viene indicata con un colore pieno. I periodi umidi vengono indicati con un barrato verticale, mentre il periodo di aridità è indicato da un puntinato.

Mediante il diagramma **pluviotermico** si riesce a stabilire la durata e l'intensità dell'aridità; tanto più grande è l'area delimitata dall'intersezione delle due curve, tanto più prolungata e/o intensa è stata l'aridità.

Utilizzando i diagrammi **ombrotermici**, Bagnouls e Gaussen e Walter e Lieth definirono per il pianeta nove "zono-biomi" coincidenti con le grandi aree zonali per vegetazione e suolo.

La penisola italiana rientra nelle zone climatiche di tipo **mediterraneo** (con inverni piovosi ed estati caratterizzate da un periodo secco) e **temperato** (con inverni freddi ma non lunghi ed estati fresche).

Dall'elaborazione di dati raccolti su 390 stazioni termopluviometriche distribuite su tutto il territorio nazionale (Blasi C., 1996) sono state individuate 28 classi climatiche, ciascuna caratterizzata da:

- **Regione climatica** (Mediterranea o Temperata) di appartenenza;
- **Termotipo**, dato dall'indice bioclimatico di termicità. Quest'indice permette di ponderare sia l'intensità del freddo invernale, fattore limitante per le comunità vegetali, che l'ampiezza termica annuale. L'indice è dato dalla somma (moltiplicata per 10) di: temperatura media annua, media

delle temperature massime del mese più freddo e media delle temperature minime del mese più freddo.

- **Ombrotipo**, dato dall'indice ombrotermico I_o . Questo indice si ottiene dal rapporto tra la somma delle precipitazioni dei mesi con temperatura media superiore a 0°C e la somma delle temperature degli stessi mesi. Per ogni classe vengono inoltre forniti i *range* medi di variazione di: temperature medie annue, precipitazioni annue, numero di mesi con temperature medie inferiori a 10°C , escursione termica annua e temperature minime del mese più freddo (Pignatti 1996).

L'inquadramento fitoclimatico definisce un sistema di riferimento che, insieme alle caratteristiche litomorfologiche, consente di formulare ipotesi sulla vegetazione potenziale di un determinato territorio; in questo senso è possibile individuare delle regioni fitoclimatiche e mettere in correlazione elementi di natura ecofisiologica (risposta al freddo e all'aridità) con elementi legati non solo ai valori medi di temperatura e precipitazioni, ma soprattutto ai valori estremi, siano essi giornalieri, mensili o annuali.

ANALYTIC HIERARCHY PROCESS - APPROFONDIMENTI

L'Analytic Hierarchy Process (AHP) è una metodologia multicriteriale (Saaty, 1987) che studia un problema di decisione confrontando più alternative sulla base di diversi criteri di valutazione; essa rappresenta un valido strumento di valutazione nei casi in cui occorre stimare il "peso" (l'importanza) di elementi dotati di un valore intrinseco (beni extramercato intangibili), per i quali risulta impossibile o complicato operare simulazioni atte a identificarne un valore certo.

L'AHP permette di generare ordinamenti delle alternative attribuendo a ciascuna di esse punteggi che rappresentano le loro utilità; questo metodo è utilizzato per produrre informazioni necessarie alla decisione.

La metodologia prevede l'ordinamento in maniera gerarchica di diversi attributi e l'analisi degli aspetti qualitativi e quantitativi, che vengono quindi compresi in maniera non arbitraria dentro il processo valutativo.

Tale metodologia è articolata in 6 momenti fondamentali:

- scomposizione dei livelli gerarchici superiori, tramite il riconoscimento degli attributi che li quantificano;
- assegnazione di valori d'incidenza agli attributi sulla scorta di valutazioni dettate dall'analisi del contesto di riferimento;
- valutazione degli attributi mediante giudizi comparati (**matrici dei confronti a coppie**), che viene effettuata utilizzando una scala semantica delle importanze relative detta "fondamentale", suddivisa in gradi di preferenza da 1 a 9 (tabella 44);

Tabella n. 44: Scala semantica delle importanze relative detta "fondamentale".

ATTRIBUTO	GIUDIZIO
1	Ugualmente importante
3	Leggermente importante
5	Più importante
7	Molto più importante
9	Estremamente più importante
2, 4, 6, 8	Valori intermedi o di "compromesso"

- aggregazione dei punteggi relativi agli attributi ed evidenziazione della valenza dei relativi livelli gerarchici superiori tramite l'individuazione di un indice sintetico.
- sommatoria dei valori d'incidenza assegnati ai singoli attributi, per ciascuno dei livelli gerarchici superiori individuati, e definizione di cinque classi, ciascuna corrispondente ad un giudizio;
- collocazione dell'indice sintetico nell'ambito delle classi individuate e definizione del giudizio associato.

Confronto a coppie e stima dei pesi

Per prima cosa si procede col definire una matrice di comparazione coppia a coppia ($n \times n$) degli attributi che fanno riferimento ad un livello gerarchico superiore, composta da elementi a_{ij} , indicanti il valore (mediante la scala semantica) dell'attributo i relativamente all'attributo j :

$$\begin{matrix}
 & & O_1 & \dots & O_j & \dots & O_n \\
 O_1 & & a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\
 \dots & & a_{i1} & a_{ii} & a_{ij} & \dots & \dots \\
 O_j & & a_{j1} & a_{jk} & a_{jj} & \dots & a_{jn} \\
 \dots & & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 O_n & & a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn}
 \end{matrix}$$

Una matrice di comparazione coppia a coppia si definisce **consistente** se tutte le $i, j \in \{1, \dots, n\}$ soddisfano le seguenti condizioni:

$$a_{ii} = 1$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji}$$

$$a_{ii} = a_{ij} \cdot a_{ji}$$

essa può essere costruita solo da $n - 1$ confronti.

La stima dei pesi (W) è realizzata applicando ai dati una soluzione normalizzata ottenuta dalla somma dei valori di ogni livello gerarchico superiore, elencati in colonna nella matrice del confronto a coppie, e rapportando ad 1 il valore di ogni singolo elemento sommato.

La somma dei valori normalizzati di ogni riga fornisce il valore del peso ponderato relativo ad ogni livello; anche in questo caso il procedimento prevede un'ulteriore normalizzazione ad 1 dei pesi così ottenuti, che andranno a costituire i coefficienti di ponderazione finali dei livelli considerati.

Per chiarire quanto detto finora, si ritiene opportuno rendere il processo fin qui descritto in forma di esempio. Supponiamo di avere 4 attributi: L, P, R, S; la matrice di confronto che si ottiene è:

	L	P	R	S	
L	1	1/2	1/3	1/5	}
P	2	1	1/3	1/4	
R	3	3	1	1/2	
S	5	4	2	1	
Totali	11	8,5	3,67	1,95	

A questo punto si devono normalizzare i valori nelle colonne ad 1 ed effettuare la somma dei valori così ottenuti per riga, come di seguito esemplificato.

	L	P	R	S		W
L	1/11	0,5/8,5	0,33/3,67	0,2/1,95	}	0,086
P	2/11	1/8,5	0,33/3,67	0,25/1,95		0,130
R	3/11	3/8,5	1/3,67	0,5/1,95		0,288
S	5/11	4/8,5	2/3,67	1/1,95		0,496
Totali	1	1	1	1		1

Successivamente si procede col normalizzare ad 1 la colonna dei totali delle righe:

	L	P	R	S		W
L	0,091	0,059	0,091	0,103	}	0,086
P	0,182	0,118	0,091	0,128		0,130
R	0,273	0,353	0,273	0,256		0,288
S	0,455	0,471	0,545	0,513		0,496
Totali	1	1	1	1		1

Il vettore dei pesi per gli attributi è pari a:

$$W = [0,086(w_L), 0,130(w_P), 0,288(w_R), 0,496(w_S)].$$

Al fine di verificare la validità del processo di costruzione del vettore dei pesi W e di stabilire il grado di "inconsistenza", viene calcolato l'indice di consistenza (CI).

Con il termine "inconsistenza" si intende l'errore che può essere introdotto dall'uomo nel caso di una valutazione; ad esempio, gli assunti: "A è molto più importante di B", "B è leggermente più importante di C", "C è leggermente più importante di A", ovviamente influiscono sulla credibilità del risultato finale. È possibile quantificare numericamente l'inconsistenza e verificare la sua esiguità, rispetto ad una determinata soglia, anch'essa numerica.

L'AHP sopporta un minimo grado di inconsistenza grazie al suo livello di ridondanza dovuto al fatto che si eseguono $n(n-1)/2$ confronti. Questo aiuta a mediare l'inconsistenza, in maniera analoga a quanto accade per la stima di un valore medio, tramite l'esecuzione di una media aritmetica su più campionamenti.

Di conseguenza, tutto ciò comporta la determinazione di pesi poco influenzati da errori di giudizio. Inoltre, la ridondanza consente di quantificare tali errori fornendo un mezzo per il calcolo del grado di inconsistenza, che si concretizza nell'indice di consistenza; tale indice si calcola attraverso la seguente equazione:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}.$$

Dove λ_{\max} è l'autovalore principale della matrice (inteso come le n soluzioni dell'equazione caratteristica) ed n è il numero di righe della stessa (ovvero il numero degli attributi).

Il metodo prevede che CI sia confrontato con l'indice RI (*Random index*), che si calcola effettuando la media dei valori di cinquecento matrici dello stesso ordine generate casualmente; quando il valore di CI supera una soglia convenzionalmente posta uguale al 10% del valore di RI, la deviazione dalla condizione di consistenza perfetta viene giudicata inaccettabile e la matrice non è ritenuta coerente.

Valutazione dei livelli gerarchici superiori

La valutazione di ciascun livello gerarchico superiore è data dalla sommatoria dei valori d'incidenza assegnati da un gruppo di esperti agli attributi che lo popolano a livello gerarchico inferiore, moltiplicato per il coefficiente ponderale (peso), attraverso la seguente formula:

$$L_i = C \times IL_i = C \times \Sigma V_i$$

dove:

L_i = Indice del Livello i -esimo che esprime la sua incidenza;

C = Coefficiente ponderale del Livello i -esimo (peso);

IL_i = Importanza del Livello i -esimo;

V_i = Valore d'incidenza degli attributi che descrivono il livello gerarchico superiore.

L'aggregazione così pesata dei punteggi assegnati a ciascun attributo presente nell'ambito del livello i -esimo fornisce un indice sintetico dell'importanza assegnata al livello.

Il risultato viene riferito a una classe di qualità individuata per il livello i -esimo.

Le classi vengono definite effettuando preliminarmente la somma dei singoli attributi; il valore numerico ottenuto da tale sommatoria viene ripartito nell'ambito di cinque classi, opportunamente calibrate, a ciascuna delle quali viene attribuito un valore discreto appartenente ad una scala compresa tra 0 (irrilevante) e 10 (notevolmente rilevante), a cui corrisponde un giudizio (tabella 45):

Tabella 45: Classi di corrispondenza per l'indice relativo al livello gerarchico X.

Classe	Range	Valore Indice (livello gerarchico superiore)	Giudizio
I	---	0	(irrilevante)
II	---	1	(lievemente rilevante)
III	---	3	(etc.)
IV		5
V		10

Il procedimento viene reiterato per ottenere la valutazione complessiva relativa a tutti i livelli gerarchici considerati.

ELENCO DELLE SPECIE FAUNISTICHE (SCHEDE RETE NATURA 2000)

La presenza delle specie di cui all'articolo 4 della Direttiva del Consiglio 79/409/CEE e delle specie elencate nell'allegato II della Direttiva del Consiglio 92/43/CEE, nei Siti d'Interesse Comunitario, è segnalata nelle apposite schede di Rete Natura 2000, insieme alla consistenza delle popolazioni, al grado di Conservazione e/o d'Isolamento delle stesse. In tabella 46 sono riportate le specie faunistiche sopra menzionate, relative al pSIC "Pantano Zittola – Feudo Val Cocchiara".

Tabella 46: Elenco della fauna segnalata per il pSIC "Pantano Zittola – Feudo Val Cocchiara"*

COD.	NOME	POPOLAZIONE				VALUTAZIONE SITO			
		RIPROD.	MIGRATORIA			Popolaz.	Conservaz.	Isolam.	Globale
			Riprod.	Svern.	Stazion.				
Ornitofauna									
Specie di uccelli cui fanno riferimento gli articoli 4.1 e 4.2 della Direttiva del Consiglio 79/409/CEE									
A031	<i>Ciconia ciconia</i>				P				
A072	<i>Pernis apivorus</i>				P				
A073	<i>Milvus migrans</i>				P				
A074	<i>Milvus milvus</i>				P				
A080	<i>Circaetus gallicus</i>				P				
A081	<i>Circus aeruginosus</i>				P				
A082	<i>Circus cyaneus</i>				P				
A084	<i>Circus pygargus</i>				P				
A103	<i>Falco peregrinus</i>	1-5 p				C	B	C	B
A166	<i>Tringa glareola</i>				P				
A321	<i>Ficedula albicollis</i>		P						
A338	<i>Lanius collurio</i>		P						
Specie di uccelli contemplate dall'allegato II della direttiva del Consiglio 92/43/CEE									
A097	<i>Falco vespertinus</i>				P				
A039	<i>Anser fabalis</i>				P				
A043	<i>Anser anser</i>				P				
A156	<i>Limosa limosa</i>				P				
A160	<i>Numenius arquata</i>				P				
A168	<i>Actitis hypoleucos</i>				P				
A028	<i>Ardea cinerea</i>				P				
A221	<i>Asio otus</i>		P						
A087	<i>Buteo buteo</i>	P							
A147	<i>Calidris ferruginea</i>				P				
A145	<i>Calidris minuta</i>				P				
A373	<i>Coccythraustes Coccythraustes</i>		P						
A207	<i>Colomba oenas</i>		P						
A237	<i>Dendrocoptes major</i>	P							
A240	<i>Dendrocoptes minor</i>	P							
A165	<i>Tringa ochropus</i>				P				
A162	<i>Tringa totanus</i>				P				
A287	<i>Turdus viscivorus</i>	P							
A142	<i>Vanellus vanellus</i>				P				
A085	<i>Accipiter gentilis</i>	P							
Mammiferi									
1352	<i>Canis lupus</i>	P				D			
1354	<i>Ursus arctos</i>	P				D			
Anfibi e rettili									
1193	<i>Bombina variegata</i>	P				C	B	B	B
1167	<i>Triturus carnifex</i>	P				C	B	C	B
Invertebrati									
1084	<i>Osmoderma eremita</i>	P				D			
1074	<i>Eriogaster catax</i>	P				D			

* La fauna riportata è quella inclusa negli Allegati I e II della Direttiva Habitat (92/43/CEE) e Allegato I della Direttiva Uccelli (79/409/CEE).

Nella scheda sono elencati il codice e il nome scientifico della specie, nella colonna "POPOLAZIONE" sono distinte le popolazioni di specie stanziali (Residenza) da quelle migratorie (Nidificazione/riproduzione) e da quelle che utilizzano il sito in fase di migrazione o muta, o per lo svernamento, nella quale va riportato, se disponibile, il numero di presenze. Se la fascia di popolazione non è nota viene indicata la relativa dimensione/densità ricorrendo alle seguenti sigle: C (comune), R (rara), V (molto rara) e P (presenza) quando non si hanno dati relativi alla popolazione.

Nella colonna "VALUTAZIONE SITO" sono fornite le informazioni relative alla popolazione, al grado di conservazione e/o isolamento. Tali informazioni sono, ovviamente, strettamente correlate all'areale di distribuzione e allo stato della popolazione della specie.

Il parametro **POPOLAZIONE**, riferito alla valutazione della dimensione o densità della popolazione presente nel sito in rapporto a quella del territorio nazionale, può assumere i seguenti valori:

A: $100\% \geq p > 15\%$

B: $15\% \geq p > 2\%$

C: $2\% \geq p > 0\%$

Inoltre, in tutti i casi in cui la popolazione della specie interessata è presente sul sito in questione in modo non significativo, viene assegnato il valore D.

Il parametro **CONSERVAZIONE** valuta il grado di conservazione degli elementi dell'habitat importanti per la specie in questione e le possibilità di ripristino di tali elementi; è prevista una valutazione globale degli elementi dell'habitat, in relazione ai bisogni biologici di una data specie, esprimibile nel seguente modo:

A: conservazione eccellente	elementi in condizioni eccellenti indipendentemente dalla notazione relativa alle possibilità di ripristino.
B: buona conservazione	elementi ben conservati in medio o parziale degrado e ripristino facile.
C: conservazione media o limitata	tutte le altre combinazioni.

Il parametro **ISOLAMENTO** valuta il grado di isolamento della popolazione presente sul sito rispetto all'area di ripartizione naturale della specie. Questo criterio fornisce una stima approssimativa del contributo di una data popolazione alla diversità genetica della specie e al grado di fragilità della popolazione specifica. L'informazione è espressa mediante la seguente classificazione:

- A: popolazione (in gran parte) isolata
- B: popolazione non isolata, ma ai margini dell'area di distribuzione
- C: popolazione non isolata all'interno di una vasta fascia di distribuzione

La **VALUTAZIONE GLOBALE** si riferisce alla stima globale del valore del sito per la conservazione delle specie interessate e può essere utilizzata per riassumere i criteri precedenti e valutare anche altri elementi, ritenuti importanti per una data specie. Tali elementi possono variare da una specie all'altra e includere attività umane, sul sito e nelle aree circostanti, in grado di influenzare lo stato di conservazione della specie, la gestione del territorio, la protezione statutaria del sito, le relazioni ecologiche tra i diversi tipi di habitat e specie, etc..

La valutazione globale è espressa secondo la classificazione seguente:

- A: valore eccellente**
- B: valore buono**
- C: valore significativo.**

LA TEORIA BIOGEOGRAFICA DELL'INSULARITÀ

Secondo la teoria biogeografica dell'insularità, elaborata da Robert Mac Arthur e Edward O. Wilson, una torbiera, un piccolo bosco o un pascolo di alta quota possono essere visti come "isole" dalle caratteristiche ambientali ben definite, inserite in un "mare" dominato da condizioni ambientali drasticamente diverse che le separa da altre "isole" consimili (mosaico).

In tutte queste situazioni è possibile applicare gli stessi schemi descrittivi e interpretativi dell'isola, ad esempio, per quanto riguarda il rapporto esistente tra superficie e capacità portante dell'isola di popolamenti animali e vegetali o in riferimento alla colonizzazione e all'estensione di quest'ultimi.

Quanto più remota è un'isola rispetto alle aree da cui potrebbero giungere "propaguli" di specie che non vi sono ancora presenti, tanto più bassa è la probabilità di colonizzazione; e questo vale sia per un'isola sperduta nell'oceano, sia per una torbiera montana relitta, come è spesso il caso in Italia e, soprattutto, in Appennino.

Anche le dimensioni e l'eterogeneità ambientale dell'area insulare hanno un'importanza decisiva per il duraturo successo della colonizzazione: più l'isola è piccola, più probabile sarà il rischio di una pronta estinzione per una qualsiasi delle specie ivi residenti, dal momento che non vi è spazio per lo sviluppo di popolazioni molto numerose.

È facile allora capire quanto drammatiche siano le prospettive di sopravvivenza per il popolamento animale e vegetale di una piccola torbiera molto lontana da altri biotopi dello stesso tipo. A poco serve, in questo caso, salvare una singola minuscola torbiera come "piccolo modello" di un ambiente di pregio, se questo modello è tagliato fuori da ogni ragionevole speranza di scambio di popolazioni, e quindi di (ri)colonizzazione, in rapporto ad altri biotopi consimili.

Combinando insieme i diversi fattori, un'isola piccola e remota tenderà a conservare un popolamento molto povero, mentre un'isola grande e prossima al continente, oppure ad altre isole già popolate, si arricchirà rapidamente di specie, fino a raggiungere un valore massimo di biodiversità, compatibile con le dimensioni e la natura dell'isola stessa. In assenza di fattori estranei, questo numero di specie tenderà poi a conservarsi, per effetto di un bilanciamento reciproco fra nuove immigrazioni e nuove estinzioni, che implica un continuo ricambio (turnover) di specie.

Molti studi condotti con una sperimentazione biogeografica a piccola scala, hanno verificato le velocità di estinzione in riferimento al numero di specie coesistenti e alle dimensioni dell'isola. Lo studio di molti andamenti della curva Area/numero di Specie (grafico che mostra l'andamento della popolazione al variare dell'area) ha portato alla proposta della seguente relazione in grado di esprimere l'andamento della curva:

$$S = C \cdot A \cdot z$$

dove:

S è il numero di specie presenti in un'isola;

C è una costante;

A è l'area dell'isola;

z un'altra costante.

Poiché di frequente il numero delle specie è proporzionale alla radice cubica dell'area, **z** viene assunto pari a 1/3, circa, e la formula viene riscritta come:

$$S = C \cdot A \cdot 0,3.$$

Se per esempio in una certa isola di 200 km² vi sono 10 specie di formiche e il valore di **z** è 0,3, allora:

$$10 = C \cdot 200 \cdot 0,3$$

da cui si ricava **C=2,04**.

Per un'isola di 20.000 km² il numero di specie attese sarà:

$$S = 2,04 \cdot 20.000 \cdot 0,3 = 40$$

cioè 40 specie di formiche.

In realtà, gli studi condotti in questo senso hanno dimostrato che il valore di z varia tra 0,15 e 0,35; i valori più piccoli corrispondono a specie con elevata capacità di dispersione, quelli più elevati a specie sedentarie (per es. chioccioline terrestri). Se si attribuisce a z il valore medio di 0,3, allora si può affermare che se l'area di un'isola o di una zona protetta viene ridotta a $1/10$, il numero delle specie si riduce a metà (o, viceversa, decuplicando l'area raddoppiano le specie).

I modelli della biogeografia insulare si applicano in maniera ottimale alla situazione delle torbiere, che già per loro natura si presentano sotto forma di piccole "isole" circondate da un "mare" inospitale per tutti gli organismi più specializzati che in esse vivono; risulta quindi determinante salvaguardare, per quanto possibile, un intero "arcipelago" di simili aree di particolare pregio naturalistico.

ELENCO DELLE SPECIE DI TORBIERA APPENNINICA

L'elenco comprende molte specie rinvenibili anche in ambienti umidi non di torbiera (tabella 47).

Tabella 47: Elenco delle specie tipiche di torbiera appenninica.

Specie	Unità di vegetazione						
	P	M	C	Mo	D	N	S
<i>Achillea ptarmic</i>			C	Mo			
<i>Aconitum napellus</i>			C				
<i>Acorus calamus</i>	P	M					
<i>Alisma lanceolatum</i>	P	M		Mo			
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	P	M					
<i>Allium angulosum</i>	P	M		Mo			
<i>Angelica sylvestris</i>		M	C	Mo			
<i>Aster bellidiastrum</i>					D		
<i>Bromus racemosus</i>			C				
<i>Butomus umbellatus</i>	P						
<i>Caltha palustris</i>	P	M	C		D	N	
<i>Cardamine palustris</i>	P	M					
<i>Carex acuta</i>		M	C				
<i>Carex acutiformis</i>		M	C				
<i>Carex appropinquata</i>		M					
<i>Carex elata</i>	P	M	C	Mo			
<i>Carex paniculata</i>		M	C				
<i>Carex pseudocyperus</i>	P						
<i>Carex riparia</i>		M					
<i>Carex stellularia</i>		M					
<i>Carex tomentosa</i>			C	Mo			
<i>Carex vesicaria</i>		M					
<i>Carex vulpina</i>		M					
<i>Cicuta virosa</i>	P	M					
<i>Cirsium helenioides</i>			C	Mo			
<i>Cirsium oleraceum</i>			C				
<i>Cirsium palustre</i>			C	Mo	D	N	
<i>Cirsium rivulare</i>			C				
<i>Cirsium tuberosum</i>				Mo			
<i>Colchicum autumnale</i>			C	Mo			
<i>Crepis paludosa</i>			C				
<i>Dactylorhiza incarnata</i>			C	Mo	D	N	
<i>Dianthus superbus</i>				Mo			
<i>Eleocharis palustris</i>	P	M	C				
<i>Eleocharis quinqueflora</i>					D		
<i>Eleocharis uniglumis</i>		M					
<i>Epilobium hirsutum</i>			C				
<i>Epipactis palustris</i>		M	C	Mo	D		
<i>Euphorbia palustris</i>		M	C	Mo			
<i>Fritillaria meleagris</i>		M	C				
<i>Galium boreale</i>			C	Mo			
<i>Galium palustre</i>		M	C	Mo		N	S
<i>Galium elongatum</i>			C	Mo			
<i>Genista tinctoria</i>			C	Mo			

Specie	Unità di vegetazione						
	P	M	C	Mo	D	N	S
<i>Gentiana asclepiadea</i>				Mo			
<i>Gentiana pneumonanthe</i>				Mo			
<i>Gentiana utriculosa</i>			C		D		
<i>Geranium palustre</i>			C				
<i>Gladiolus palustris</i>				Mo			
<i>Glyceria fluitans</i>	P						
<i>Gymnadenia conopsea</i>			C	Mo	D		
<i>Hippuris vulgaris</i>	P	M					
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>		M	C	Mo	D	N	
<i>Hypericum tetrapterum</i>	P	M	C				
<i>Inula salicina</i>				Mo			
<i>Iris pseudacorus</i>	P	M					
<i>Juncus conglomeratus</i>			C	Mo			
<i>Juncus acutiflorus</i>			C	Mo			
<i>Juncus subnodulosus</i>		M	C				
<i>Kobresia simpliciuscula</i>					D		
<i>Laserpitium prutenicum</i>				Mo			
<i>Lathyrus palustris</i>		M					
<i>Lotus uliginosus</i>			C	Mo			
<i>Lycopus europaeus</i>	P	M					
<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	P	M					
<i>Lysimachia vulgaris</i>		M	C	Mo			
<i>Lythrum salicaria</i>	P	M	C	Mo			
<i>Mentha aquatica</i>	P	M	C				
<i>Menyanthes trifoliata</i>		M				N	S
<i>Myosotis laxa s. caespitosa</i>	P	M					
<i>Myosotis scorpioides</i>	P	M	C				
<i>Oenanthe aquatica</i>	P						
<i>Oenanthe fistulosa</i>		M					
<i>Ophioglossum vulgatum</i>				Mo			
<i>Parnassia palustris</i>				Mo	D	N	
<i>Peucedanum palustre</i>		M					
<i>Phalaris arundinacea</i>	P	M	C				
<i>Phragmites australis</i>	P	M	C	Mo	D		
<i>Pinguicula alpina</i>					D		
<i>Pinguicula vulgaris</i>					D		
<i>Poa palustris</i>	P	M	C				
<i>Polemonium caeruleum</i>			C				
<i>Polygala amarella</i>				Mo	D		
<i>Polygonum bistorta</i>			C	Mo		N	
<i>Potentilla palustris</i>						N	S
<i>Primula farinosa</i>				Mo	D		
<i>Ranunculus aconitifolius</i>			C				
<i>Ranunculus flammula</i>			C				
<i>Ranunculus lingua</i>	P	M					
<i>Rorippa amphibia</i>	P						
<i>Rumex aquaticus</i>	P	M	C				
<i>Rumex hydrolapathum</i>	P	M					
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	P	M					
<i>Salix repens</i>				Mo	D	N	
<i>Sanguisorba officinalis</i>			C	Mo	D	N	
<i>Scirpus lacustris</i>	P						

Specie	Unità di vegetazione						
	P	M	C	Mo	D	N	S
<i>Scirpus sylvaticus</i>			C				
<i>Scirpus triqueter</i>	P						
<i>Scorzonera humilis</i>				Mo			
<i>Scutellaria galericulata</i>		M					
<i>Selaginella selaginoides</i>					D		
<i>Selinum carvifolia</i>			C	Mo			
<i>Senecio aquaticus</i>			C				
<i>Senecio helenitis</i>				Mo			
<i>Senecio paludosus</i>		M					
<i>Serratula tinctoria</i>				Mo			
<i>Silaum silaus</i>			C	Mo	D		
<i>Sium latifolium</i>	P	M					
<i>Sparganium emersum</i>	P						
<i>Sparganium erectum</i>	P						
<i>Spiranthes aestivalis</i>					D		
<i>Stachys officinalis</i>			C	Mo			
<i>Stachys palustris</i>			C	Mo			
<i>Stellaria palustris</i>		M	C		D	N	
<i>Succisa pratensis</i>			C	Mo	D	N	
<i>Swertia perennis</i>			C	Mo	D	N	
<i>Tetragonolobus maritimus</i>				Mo	D		
<i>Teucrium scordium</i>		M					
<i>Thalictrum flavum</i>			C	Mo			
<i>Thalictrum simplex</i>				Mo			
<i>Tofieldia calyculata</i>					D		
<i>Tofieldia pusilla</i>			C		D		
<i>Trifolium spadiceum</i>			C	Mo		N	
<i>Trollius europaeus</i>			C	Mo	D		
<i>Typha angustifolia</i>	P						
<i>Typha latifolia</i>	P						
<i>Valeriana dioica</i>			C	Mo	D	N	
<i>Valeriana officinalis</i>			C	Mo			

Unità di vegetazione:

P = *Phragmition*

M = *Magnocaricion*

C = *Calthion + Filipendulion*

Mo = *Molinion*

D = *Caricion davallianae*

N = *Caricion nigrae*

S = *Scheuchzerietalia*

Fonte: Dipartimento federale dell'interno, UFAFP (ed.1990).

INDICATORE DI SUPERFICIE PER LE TORBIERE ALPINE – CRITERI PER IL POPOLAMENTO

In riferimento alla teoria insulare è possibile popolare questo indicatore anche per le Torbiere Alpine, che vanno qualificate anch'esse in prima istanza rispetto alle specie floristiche peculiari, più che faunistiche, tipiche di questi ambienti. Per la valutazione di questo indicatore si può ricorrere ai criteri individuati statisticamente per le torbiere Svizzere, volti al riconoscimento di quelle di rilevanza nazionale.

Dato che le torbiere alpine italiane sono ubicate nella stessa regione biogeografica in cui ricadono quelle Svizzere, tali criteri sono applicabili anche alle situazioni italiane. In particolare, essi prevedono un numero minimo di presenza di specie torbicole tipiche e una dimensione limite, diversi a seconda se trattasi di torbiera alta o bassa.

Nell'ambito delle torbiere alpine si rende necessaria la distinzione fra "alte" e "basse", per le diverse condizioni che caratterizzano il loro sviluppo areale e vegetazionale: i lembi relittuali delle **Torbiere Alpine "Alte" (TAA)** in Italia, che occupano soprattutto il piano montano superiore ed il piano subalpino del versante meridionale delle Alpi, di solito sono costretti in limitate depressioni aventi un substrato impermeabile e sono alimentati prevalentemente da acque meteoriche; in essi prevalgono le sfagnete.

Le **Torbiere Alpine Basse (TAB)**, invece, occupano in genere il piano montano inferiore e sono solitamente più estese e alimentate da acque di risorgiva; esse ospitano in prevalenza le piante superiori. La loro estensione può essere rilevante, in particolare nelle Alpi, dove lembi di torbiera s'inseriscono spesso a mosaico nella vegetazione dei prati e pascoli circostanti; in tali casi è necessario considerare la superficie che li circonda.

Per la prima tipologia esistono numerosi studi sulla flora e sulla vegetazione ai quali fare riferimento, mentre per la seconda le informazioni sono frammentarie e difficilmente reperibili.

In genere si tratta di specie a rischio o comunque incluse nelle liste rosse nazionali, regionali o provinciali, quindi soggette a tutela; ad esempio, perché venga considerata ad elevato valore una TAA, questa dev'essere colonizzata da **sfagni** e da almeno una delle sue **quattro specie vascolari** più caratteristiche: il mirtillo palustre (*Vaccinium oxycoccos*), il pennacchio guainato (*Eriophorum vaginatum*), la drosera a foglie rotonde (*Drosera rotundifolia*) o l'andromeda (*Andromeda polifolia*) (Figura 18); in alternativa, almeno 3 delle specie che colonizzano le torbiere alte (Tabella 48).

tabella 48: Lista delle piante vascolari delle torbiere.

Nome comune	Nome scientifico	Freq.	Sp. Ind. Torbiere
Andromeda	<i>Andromeda polifolia</i>	1	*
Betulla nana	<i>Betula nana</i>	1	
Brughiera	<i>Calluna vulgaris</i>	2	
Carice della fanghiglia	<i>Carex limosa</i>	2	
Carice dello Stretto di Magellano	<i>Carex magellanica</i>		
Carice a pochi fiori	<i>Carex pauciflora</i>		
Rosolida a foglie allungate	<i>Drosera anglica</i>	2	
Rosolida intermedia	<i>Drosera intermedia/obovata</i>		
Rosolida a foglie rotonde	<i>Drosera rotundifolia</i>		
Moretta	<i>Empetrum nigrum/hermaphroditum</i>	1	*
Pennacchi guainati	<i>Eriophorum vaginatum</i>		
Licopodio inondato	<i>Lycopodiella inodata</i>	2	*
Spigarola bianca	<i>Melampyrum pratense</i>		
Pino uncinato	<i>Pinus montana</i>	2	
Rincospora chiara	<i>Rhynchospora alba</i>	2	
Giuncastrello delle torbiere	<i>Scheuchzeria palustris</i>	1	
Tricoforo cespuglioso	<i>Scirpus cespitosus</i>		
Mirtillo nero	<i>Vaccinium myrtillus</i>	2	
Mirtillo palustre	<i>Vaccinium oxycoccos/microcarpum</i>	2	
Mirtillo falso	<i>Vaccinium uliginosum</i>	2	
Mirtillo rosso	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2	*

Fonte: GRÜNIG et al. (1986) 1 = rara 2 = frequente * = specie tipica (indicatrice delle torbiere)

La superficie minima senza soluzione di continuità è di 625 m² (inclusi anche i mosaici costituiti da torbiere di transizione caratterizzati da lembi di vegetazione a sfagni), ossia 1 mm² sulla carta nazionale 1:25.000 utilizzata quale base cartografica di Rete "Natura 2000".

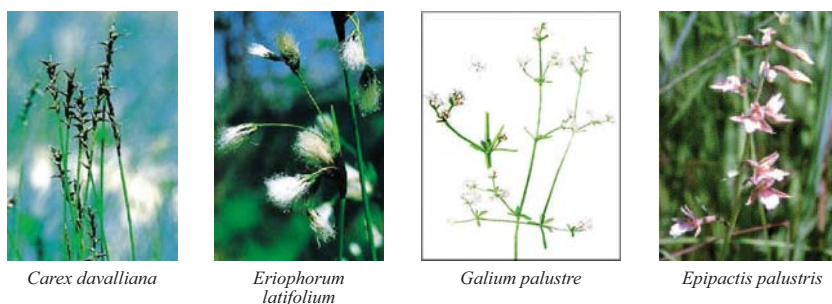


(Foto tratte dalla pubblicazione "Torbiere e paludi e la loro protezione in Svizzera", cfr. bibliografia)

Figura 18: Flora tipica della TAA.

Per qualificare le TAB valgono le condizioni seguenti: presenza di **10 specie** caratteristiche su **20 m²**, oppure grado di copertura delle specie torbicole superiore a quello delle altre specie; le specie da considerare sono: la carice Davall (*Carex davalliana*), la primola farinosa (*Primula farinosa*), il pennacchio a foglie larghe (*Eriophorum latifolium*), la viola palustre (*Viola palustris*) e l'elleborine palustre (*Epipactis palustris*) (Figura 19), altre specie valide ai fini dell'individuazione delle TAB sono elencate nella tabella 51; le specie caratteristiche della TAB sono rinvenibili anche nell'ambito delle Torbiere Basse Appenniniche.

La superficie minima di una TAB d'importanza nazionale è **1 ettaro**.



(Foto tratte dalla pubblicazione "Torbiere e paludi e la loro protezione in Svizzera", cfr. bibliografia)

Figura 19: Flora tipica della TBA.

Data l'importanza che l'estensione areale assume rispetto all'integrità ecologica del biotopo torbiera, è stata elaborata una proposta di valutazione solo per questo indicatore di stato, riportata nelle tabelle 49-50, che si basa sull'assegnazione di punteggi discreti riferiti a "classi" di superficie.

Per le TAA si è ritenuto opportuno considerare sufficiente una superficie pari a 1000 m², lievemente superiore a quella indicata precedentemente, in quanto per la definizione delle classi per le tre tipologie di torbiere individuate, si è tenuto conto della teoria insulare, secondo la quale le specie che s'insediano in un'area raddoppiano o si dimezzano, se rispettivamente l'estensione decuplica o si riduce a 1/10.

Tabella 49: Indicatore di Superficie per le TAA.

Superficie (ha)	Valore (V _s)*	Giudizio
> 10	10	"Ottimo" perchè l'estensione è ampia e suscettibile di massima biodiversità
> 1	8	"Buono" perchè la torbiera è abbastanza estesa e suscettibile di discreta biodiversità
> 0,1	6	"Sufficiente" per l'estensione e suscettibile di accettabile biodiversità
> 0,01	3	"Mediocre" perchè la torbiera è poco estesa e suscettibile di biodiversità limitata
< 0,01	1	"Insufficiente" a garantire una biodiversità adeguata

Tabella 50: Indicatore di Superficie per le TAB.

Superficie (ha)	Valore (V _s)*	Giudizio
> 100	10	"Ottimo" perchè l'estensione è ampia e suscettibile di massima biodiversità
> 10	8	"Buono" perchè la torbiera è abbastanza estesa e suscettibile di discreta biodiversità
> 1	6	"Sufficiente" per l'estensione e suscettibile di accettabile biodiversità
> 0,1	3	"Mediocre" perchè la torbiera è poco estesa e suscettibile di biodiversità limitata
< 0,1	1	"Insufficiente" a garantire una biodiversità adeguata

* I valori dispari indicano una situazione intermedia.

Tabella 51: Lista delle specie floristiche indicatrici delle TBA - Nomenclatura secondo "Flora europea".

Specie	Unità di vegetazione						
	P	M	C	Mo	D	N	S
<i>Achillea ptarmic</i>			C	Mo			
<i>Aconitum napellus</i>			C				
<i>Acorus calamus</i>	P	M					
<i>Alisma lanceolatum</i>	P	M		Mo			
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	P	M					
<i>Allium angulosum</i>	P	M		Mo			
<i>Allium suaveolens</i>				Mo	D	N	S
<i>Angelica sylvestris</i>		M	C	Mo			
<i>Aster bellidiastrum</i>					D		
<i>Bartsia alpina</i>					D	N	
<i>Bromus racemosus</i>			C				
<i>Butomus umbellatus</i>	P						
<i>Calamagrostis stricta</i>		M					S
<i>Caltha palustris</i>	P	M	C		D	N	
<i>Calycoecorus stipitatus</i>			C		D	N	
<i>Cardamine palustris</i>	P	M					
<i>Carex acuta</i>		M	C				
<i>Carex acutiformis</i>		M	C				
<i>Carex appropinquata</i>		M					
<i>Carex atrofusca</i>					D		
<i>Carex bicolor</i>					D		
<i>Carex buxbaumii</i>		M	C	Mo			
<i>Carex capillaris</i>					D		
<i>Carex chordorrhiza</i>							S
<i>Carex curta</i>						N	S
<i>Carex davalliana</i>			C	Mo	D		
<i>Carex diandra</i>						N	S
<i>Carex dioica</i>					D	N	S
<i>Carex disticha</i>		M					
<i>Carex echinata</i>			C			N	
<i>Carex elata</i>	P	M	C	Mo			
<i>Carex flava</i>			C		D	N	
<i>Carex hartmanii</i>			C	Mo			
<i>Carex heleonastes</i>							S
<i>Carex hostiana</i>				Mo	D		
<i>Carex lasiocarpa</i>		M					S
<i>Carex limosa</i>							S
<i>Carex magellanica</i>						N	
<i>Carex maritima</i>					D		
<i>Carex microglochin</i>					D		
<i>Carex nigra</i>			C	Mo	D	N	S
<i>Carex panacea</i>			C	Mo	D	N	

Specie	Unità di vegetazione						
	P	M	C	Mo	D	N	S
<i>Carex paniculata</i>		M	C				
<i>Carex pseudocyperus</i>	P						
<i>Carex pulicaris</i>				Mo	D	N	
<i>Carex riparia</i>		M					
<i>Carex rostrata</i>		M			D	N	S
<i>Carex tomentosa</i>			C	Mo			
<i>Carex vesicaria</i>		M					
<i>Carex vulpina</i>		M					
<i>Cicuta virosa</i>	P	M					
<i>Cirsium helenioides</i>			C	Mo			
<i>Cirsium oleraceum</i>			C				
<i>Cirsium palustre</i>			C	Mo	D	N	
<i>Cirsium rivulare</i>			C				
<i>Cirsium tuberosum</i>				Mo			
<i>Cladium mariscus</i>	P	M		Mo	D		S
<i>Colchicum autumnale</i>			C	Mo			
<i>Crepis paludosa</i>			C				
<i>Dactylorhiza incarnata</i>			C	Mo	D	N	
<i>Dactylorhiza majalis</i>			C	Mo	D	N	
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>			C	Mo	D	N	
<i>Dianthus superbus</i>				Mo			
<i>Drosera anglica</i>							S
<i>Drosera intermedia</i>							S
<i>Drosera x obovata</i>							S
<i>Eleocharis mamillata</i>		M					S
<i>Eleocharis palustris</i>	P	M	C				
<i>Eleocharis quinqueflora</i>					D		
<i>Eleocharis uniglumis</i>		M					
<i>Epilobium hirsutum</i>			C				
<i>Epipactis palustris</i>		M	C	Mo	D		
<i>Equisetum fluviatile</i>	P	M	C	Mo	D	N	S
<i>Equisetum palustre</i>			C	Mo	D	N	S
<i>Eriophorum angustifolium</i>					D	N	S
<i>Eriophorum gracile</i>							S
<i>Eriophorum latifolium</i>					D	N	
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>						N	
<i>Euphorbia palustris</i>		M	C	Mo			
<i>Filipendula ulmaria</i>			C	Mo	D	N	
<i>Fritillaria meleagris</i>		M	C				
<i>Galium boreale</i>			C	Mo			
<i>Galium palustre</i>		M	C	Mo		N	S
<i>Galium uliginosum</i>			C	Mo		N	S
<i>Genista tinctoria</i>			C	Mo			
<i>Gentiana asclepiadea</i>				Mo			
<i>Gentiana pneumonanthe</i>				Mo			
<i>Gentiana utriculosa</i>			C		D		
<i>Geranium palustre</i>			C				
<i>Geum rivale</i>			C	Mo		N	
<i>Gladiolus palustris</i>				Mo			
<i>Glyceria maxima</i>	P						
<i>Gymnadenia conopsea</i>			C	Mo	D		
<i>Hammarbya paludosa</i>							S
<i>Hippuris vulgaris</i>	P	M					
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>		M	C	Mo	D	N	
<i>Hypericum tetrapterum</i>	P	M	C				

Specie	Unità di vegetazione						
	P	M	C	Mo	D	N	S
<i>Inula salicina</i>				Mo			
<i>Iris pseudacorus</i>	P	M					
<i>Iris sibirica</i>			C	Mo			
<i>Juncus alpinus</i>					D	N	S
<i>Juncus arcticus</i>					D	N	
<i>Juncus conglomeratus</i>			C	Mo			
<i>Juncus effusus</i>			C	Mo			
<i>Juncus filiformis</i>			C			N	
<i>Juncus stygius</i>							S
<i>Juncus subnodulosus</i>		M	C				
<i>Juncus triglumis</i>					D	N	
<i>Kobresia simpliciuscula</i>					D		
<i>Laserpitium prutenicum</i>				Mo			
<i>Lathyrus palustris</i>		M					
<i>Lepidotis inundata</i>							S
<i>Linum catharticum</i>			C	Mo	D		
<i>Liparis loeselii</i>					D		S
<i>Lotus uliginosus</i>			C	Mo			
<i>Lychnis flos-cuculi</i>			C	Mo		N	
<i>Lycopus europaeus</i>	P	M					
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	P	M					
<i>Lysimachia vulgaris</i>		M	C	Mo			
<i>Lythrum salicaria</i>	P	M	C	Mo			
<i>Mentha aquatica</i>	P	M	C				
<i>Menyanthes trifoliata</i>		M				N	S
<i>Minuartia stricta</i>							S
<i>Molinia caerulea</i>				Mo	D	N	S
<i>Myosotis laxa s. caespitosa</i>	P	M					
<i>Myosotis scorpioides</i>	P	M	C				
<i>Oenanthe aquatica</i>	P						
<i>Oenanthe fistulosa</i>		M					
<i>Ophioglossum vulgatum</i>				Mo			
<i>Parnassia palustris</i>				Mo	D	N	
<i>Pedicularis palustris</i>					D	N	S
<i>Peucedanum palustre</i>		M					
<i>Phalaris arundinacea</i>	P	M	C				
<i>Phragmites australis</i>	P	M	C	Mo	D		
<i>Pinguicula alpina</i>					D		
<i>Pinguicula vulgaris</i>					D		
<i>Poa palustris</i>	P	M	C				
<i>Polemonium caeruleum</i>			C				
<i>Polygala amarella</i>				Mo	D		
<i>Polygonum bistorta</i>			C	Mo		N	
<i>Potentilla palustris</i>						N	S
<i>Primula farinosa</i>				Mo	D		
<i>Ranunculus aconitifolius</i>			C				
<i>Ranunculus flammula</i>			C				
<i>Ranunculus lingua</i>	P	M					
<i>Rhynchospora alba</i>							S
<i>Rhynchospora fusca</i>							S
<i>Rorippa amphibia</i>	P						
<i>Rumex aquaticus</i>	P	M	C				
<i>Rumex hydrolapathum</i>	P	M					
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	P	M					
<i>Salix repens</i>				Mo	D	N	

Specie	Unità di vegetazione						
	P	M	C	Mo	D	N	S
<i>Sanguisorba officinalis</i>			C	Mo	D	N	
<i>Scheuchzeria palustris</i>							S
<i>Schoenus ferrugineus</i>					D		
<i>Schoenus nigricans</i>				Mo	D		
<i>Scirpus cespitosus</i>					D	N	S
<i>Scirpus hudsonianus</i>					D	N	S
<i>Scirpus lacustris</i>	P						
<i>Scirpus pumilus</i>					D		
<i>Scirpus sylvaticus</i>			C				
<i>Scirpus triqueter</i>	P						
<i>Scorzonera humilis</i>				Mo			
<i>Scutellaria galericulata</i>		M					
<i>Selaginella selaginoides</i>					D		
<i>Selinum carvifolia</i>			C	Mo			
<i>Senecio aquaticus</i>			C				
<i>Senecio helenitis</i>				Mo			
<i>Senecio paludosus</i>		M					
<i>Serratula tinctoria</i>				Mo			
<i>Silaum silaus</i>			C	Mo	D		
<i>Sium latifolium</i>	P	M					
<i>Sparganium emersum</i>	P						
<i>Sparganium erectum</i>	P						
<i>Spiranthes aestivalis</i>					D		
<i>Stachys officinalis</i>			C	Mo			
<i>Stachys palustris</i>			C	Mo			
<i>Stellaria palustris</i>		M	C		D	N	
<i>Succisa pratensis</i>			C	Mo	D	N	
<i>Swertia perennis</i>			C	Mo	D	N	
<i>Tetragonolobus maritimus</i>				Mo	D		
<i>Teucrium scordium</i>		M					
<i>Thalictrum flavum</i>			C	Mo			
<i>Thalictrum simplex</i>				Mo			
<i>Tofieldia calyculata</i>					D		
<i>Tofieldia pusilla</i>			C		D		
<i>Trifolium spadiceum</i>			C	Mo		N	
<i>Triglochin palustris</i>					D	N	S
<i>Trollius europaeus</i>			C	Mo	D		
<i>Typha angustifolia</i>	P						
<i>Typha latifolia</i>	P						
<i>Valeriana dioica</i>			C	Mo	D	N	
<i>Valeriana officinalis</i>			C	Mo			
<i>Viola palustris</i>					D	N	S

Unità di vegetazione:

P = *Phragmition*

M = *Magnocaricion*

C = *Calthion + Filipendulion*

Mo = *Molinion*

D = *Caricion davallianae*

N = *Caricion nigrae*

S = *Scheuchzerietalia*

Fonte: Dipartimento federale dell'interno, UFAFP (ed.1990).

CRITERI DI QUALIFICAZIONE DEGLI HABITAT (DIRETTIVA 92/43/CEE - ALLEGATO III)

L'indicatore "*Stato di conservazione dei pSIC*" (Neb Bio 21) si articola in due sub-indicatori: "Grado di conservazione" e "Grado di abbondanza", in base alle classi codificate nella Direttiva (A, B e C per il grado di conservazione; C, V ed R per l'abbondanza); allo stesso modo sono state valutate le informazioni relative a "rappresentatività" e "grado di copertura", utilizzando le classi di seguito riportate:

Rappresentatività: grado di rappresentatività del tipo di habitat naturale sul sito

Il grado di rappresentatività rivela "quanto tipico" sia un tipo di habitat. La valutazione può tener conto anche della rappresentatività del tipo di habitat sul sito in questione, per un gruppo di tipi di habitat o per una particolare combinazione di diversi tipi di habitat. Le diverse classificazioni sono:

- A: rappresentatività eccellente
- B: buona rappresentatività
- C: rappresentatività significativa

Superficie relativa: superficie del sito coperta dal tipo di habitat naturale, rispetto alla superficie totale di quel tipo di habitat naturale nel territorio nazionale

La superficie viene espressa in relazione alla percentuale di habitat rilevati nel sito rispetto alla presenza dell'habitat su tutto il territorio nazionale. Anche in questo caso, esiste una classificazione di riferimento:

- A: $100 \geq p > 15\%$
- B: $15 \geq p > 2\%$
- C: $2 \geq p > 0\%$

Stato di conservazione (all. III): Grado di conservazione della struttura e delle funzioni del tipo di habitat naturale in questione e possibilità di ripristino.

Questo criterio considera contemporaneamente il grado di conservazione della struttura, il grado di conservazione delle funzioni e la possibilità di ripristino. Questi aspetti vengono prima valutati separatamente e, successivamente, combinati in base a giudizi di esperti, in quanto hanno influenza complessa e interdipendente tra loro. Oltre alla struttura (se eccellente, ben conservata o parzialmente degradata), viene valutata la conservazione delle funzioni, intesa nel senso di prospettive (capacità e possibilità) di mantenimento futuro della sua struttura, considerate le possibili influenze sfavorevoli, nonché tutte le ragionevoli e possibili iniziative ai fini della conservazione. Infine, viene valutato fino a che punto sia possibile il ripristino di un dato tipo di habitat nel sito in questione.

Dall'integrazione dei tre aspetti di conservazione viene estrapolato il valore sintetico di conservazione globale, secondo la seguente classificazione (allegato III della Direttiva 92/43/CEE e successiva integrazione Dir. 97/62/CE):

A-conservazione eccellente: struttura eccellente, indipendentemente dalla notazione degli altri due sottocriteri; struttura ben conservata ed eccellenti prospettive indipendentemente dalla notazione del terzo sottocriterio.

B-buona conservazione: struttura ben conservata e buone prospettive, indipendentemente dalla notazione del terzo sottocriterio; struttura ben conservata, prospettive mediocri/forse sfavorevoli e ripristino facile o possibile con un impegno medio; struttura mediamente o parzialmente degradata, eccellenti prospettive e ripristino facile o possibile con un impegno medio; struttura mediamente/ parzialmente degradata, buone prospettive e ripristino facile.

C-conservazione media o ridotta: tutte le altre combinazioni.

Valutazione globale: Valutazione globale del valore del sito per la conservazione del tipo di habitat naturale in questione.

Questo criterio valuta gli aspetti precedenti in modo integrato, tenendo conto del diverso valore che essi possono avere per l'habitat in esame. Possono essere presi in considerazione altri aspetti relativi alla valutazione degli elementi più rilevanti, per valutare globalmente la loro influenza positiva o negativa sullo stato di conservazione del tipo di habitat. Gli elementi "più rilevanti" possono variare da un tipo di habitat all'altro; essi possono comprendere, sia sul sito che nelle aree circostanti, le attività umane in grado di influenzare lo stato di conservazione del tipo di habitat, il regime fondiario, lo statuto giuridico del sito, le relazioni ecologiche tra i diversi tipi di habitat e specie, etc. Anche in questo caso si ricorre al "giudizio di esperti".

A: valore eccellente

B: valore buono

C: valore significativo

Tali informazioni sono riportate sulle schede di Rete Natura 2000 e sono facilmente reperibili per il popolamento di questo indicatore di Stato.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- A. GARIBOLDI, *"Interventi di miglioramento e recupero ambientale: le zone umide"*, Brescia, 1990.
- AAVV, *"La palude è una cura per le malarie della terra"*, in *La Nuova Ecologia*, n. 10, Roma, 1986.
- AAVV, *"Tra acqua e terra: la palude, gli equilibri naturali e l'uomo"*, Istituto di ricerche economico-sociali Placido Martini, Roma, 1984.
- APAT, 2003 – *Annuario dei Dati Ambientali*. APAT.
- ASSOCIAZIONE ANALISTI AMBIENTALI, *"Manuale di Attributi per la Valutazione di Impatto Ambientale"*, 1997.
- ATECO, 1991 – *Classificazione delle attività economiche*.
- BAUMGARTNER H., GONET C. (UFAFP), KÜCHLER M. (WSL), WALDIS R. (UFAFP), *"Torbiere e Paludi e la loro protezione in Svizzera"*, Editore: Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP), Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio (WSL) © UFAFP, Berna, 2002.
- BIONDI E., CALANDRA R., GIGANTE D., PIGNATTELLI S., RAMPICONI E., VENANZONI R., *"Il paesaggio vegetale della Provincia di Terni"*, Provincia di Terni - Università di Perugia, Arti Grafiche Sandro Iezzi, Terni 2002.
- BLASI C. et al., *"Carta del fitoclima d'Italia"*, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", 1996.
- BRACCO F., GENTILLI A., MINELLI A., SOLARI M., STOCH F., VENANZONI R., *"Le torbiere montane"*, Quaderni Habitat: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Museo Friulano di Storia Naturale - Comune di Udine, 2004.
- BRAUN-BLANQUET J., *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*, Berlin, 1928.
- BAZZOFFI P., VAN ROMPACY A., *"Pisa Model to assess off-farm sediment flow indicator at watershed scale in Italy"*, Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze, 2001.
- BAZZOFFI P., PAGLIAI M., *"Degradazione fisica del suolo"*, Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze, 2001.
- BIANCO P. M., *"Relazione sullo studio integrato della zona umida: Pantani di Montenero Val Cocchiara"*, Università degli Studi del Molise – Isernia, 2004.
- BONI ET ALII, *"Assetto idrogeologico dell'Italia centrale"*, 1986.
- CANNATA G., LUCCHESI F., MARINO D., MIRAGLIA N., *"Individuazione, studio e valorizzazione della biodiversità zootecnica, aspetti zootecnici, ambientali e socio-economici"*, Relazione scientifica finale - Università degli Studi del Molise, 2000.
- CCIAA, 2003 – *Elenco delle attività economiche delle Province di Campobasso ed Isernia*.
- CELICO F., MUSILLI I., *"Meccanismi di ricarica e idrodinamica sotterranea in acquiferi alluvionali in tramontani: risultati sperimentali nell'area campione di Castel di Sangro (Abruzzo)"*, Quaderni di Geologia Applicata, 9 – 1(2002).
- CENTRO TEMATICO NAZIONALE SUOLO E SITI CONTAMINATI (CTN-SSC), Responsabile di progetto ANPA Antonio Pugliese - Responsabile CTN_SSC Renzo Barberis, Atti del Seminario Nazionale *"Il contributo del Centro Tematico Nazionale – Suolo e Siti Contaminati alla conoscenza del suolo"*, Mercoledì 11 ottobre 2000.
- CORBETTA F., ABBATE G., FRATTAROLI A. R., PIRONE G. F., *"S.O.S. Verde"*, Edagricole Ed., Bologna 1998;
- CORRADO ET ALII, *"Rapporti tra le grandi unità stratigrafico-strutturali dell'Alto Molise (Appennino Centrale)"*, 1998.
- CORINE, 1993 – *Land Cover, Guide Technique*. CECA-CEE-CEEA, Bruxelles.

COSTANTINI E., L'ABATE G., BINI C., NAPOLI R., "Il suono come geosito: elementi, metodi ed esempi per la sua valutazione", Ist. Sperimentale per la difesa del Suolo, Firenze, 2003.

GOMSARASCA M.A., "Introduzione a telerilevamento e GIS per la gestione delle risorse agricole e ambientali", Associazione Italiana di Telerilevamento Federata ASITA, Artestampa, Daverio (VA), 2000.

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 8 settembre 1997, n. 357 (Supplemento ordinario n. 248 alla Gazzetta ufficiale 23 ottobre 1997) *Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.*

DE RENZIS M., LITTERIO M., MOTTI R. E DI GENNARO A., "I Pascoli del Molise, una sintesi metodologica" - Associazione Provinciale Allevatori Campobasso, Regione Molise – Assessorato Agricoltura e Foreste, Comunità Economica Europea.

DI BENEDETTO A., "Itinerari turistici della zona umida Pantano-Zittola", P.O.P. 1994-96 Misura 3.1, Comune di Montenero Val Cocchiara, 2000.

DI BUCCI ET ALII, "Evoluzione tettonica Neogenico Quaternaria dell'area molisana", 1999.

DIRETTIVA N. 92/43 CEE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche" (Direttiva Habitat), Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee n. L206 del 22 luglio 1992.

ERIM, 2000 – "Relazione sulle risorse idriche della Regione Molise, Prelievi", Regione Molise, cap. 10.

GRÜNIG, A.; VETTERLI, L.; WILDI, O., 1986 - Die Hoch- und Übergangsmoore der Schweiz. / Les hauts-marais et marais de transition de Suisse. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL / Birmensdorf, Inst. Fédéral de recherches WSL. Bericht 281 / Rapport 281, 62 S. / 58 pp.

KARR, J. R. AND D. R. DUDLEY. 1981 – "Ecological perspectives on water quality goals". Environmental Management 5: 55-68).

ISTAT – "V° Censimento Generale dell'Agricoltura. Caratteristiche strutturali delle aziende agricole. Fascicolo provinciale Isernia", 2000.

ISTAT – "14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni", 2001.

MAC ARTHUR R.M. e WILSON E.O., 1967. The theory of island biogeography, Princeton Univ. Press, Princeton

MUSMECI F., CORRENTI A., "Zootecnia", ENEA, 2002.

PANIZZA M., "Geomorfologia applicata", La Nuova Italia Scientifica ed., Roma, 1995.

PATACCA ET ALII, "La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise", 1992.

PEDOPAESAGGI MOLISANI, quaderno divulgativo dell'ERSAM Molise n° 1- Ente Regionale di Sviluppo Agricolo per il Molise "Giacomo Sedati", Sezione Strutture Agricole – Comparto Laboratorio Cartografico Podologico, Campobasso, 2002.

PIANO TERRITORIALE PAESISTICO AMBIENTALE DI AREA VASTA (PTPAAV), Area n. 7: Mainarde e Valle dell'alto Volturno, Regione Molise, 1991.

PIGNATTI S., "Ecologia Vegetale", UTET, Torino, 1995.

PIGNATTI S., "Flora d'Italia", Edagricole, Bologna, 1982.

PIGNATTI S., "I boschi d'Italia", UTET, Torino, 1998.

PIGNATTI S., "Carta della Natura, Legenda-tipo delle unità CORINE", Roma, Novembre 2001.

PIGNATTI S., BIANCO P.M., TESCAROLLO P., SCARASCIA MUGNOZZA GT.(2001) – "La vegetazione della tenuta presidenziale di Castelporziano". Bip. Biol. Veg., Università degli studi di Roma "La Sapienza".

REGIONE MOLISE - "Studio del rischio idrogeologico nella Regione, 2001"

ROSSI O., "Cartografia multiscalare della Natura", SITE – Atti XXIII, 2001.

ROSSI L., SANTI S., 1999 – *“Proposta metodologica per l’analisi e la riqualificazione del paesaggio rurale”*. Estimo e Territorio. Edagricole S.p.A.

SAATY T. L., *“The Analytic Hierarchy Process”*, Pittsburgh University, 1990.

SATTA V., CAMARDA I., 1995 - A data bank for Sardinian vegetation. *Ann. Bot. (Roma)*, 53: 171-176.

SUPPLEMENTO ORDINARIO ALLA “GAZZETTA UFFICIALE” n. 246 del 20 ottobre 2000 – Serie generale. *Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, recante: “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”, a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258.*

SUPPLEMENTO ORDINARIO ALLA “GAZZETTA UFFICIALE” n. 292 del 13 dicembre 1991 - Serie generale. *Legge Quadro sulle Aree Protette* del 6 dicembre 1991 n. 394.

TINARELLI R., MARCHESI F., 1996 – *“Inserito: Zone Umide. Sono molte le aziende che tutelano la natura”*, *Biologia Ambientale* n. 5, CISBA.

ZACHER D., *“Soil Erosion”*, Elsevier Sc. Publ. Co., Amsterdam, 1982.

[www.provinciaTrento](#) (I biotopi tutelati della Provincia Autonoma di Trento).

www.kbnl.ch/site/i/lebensraeume/moorlandschaften/03_02.htm

www.myristica.it/sep-2001/relitti_2.html

www.kbnl.ch/site/i/lebensraeume/moorlandschaften/moor_dok/dok05b.pdf

www.minambiente.it/Sito/settori_azione/scn/docs/qh/qh9_torbiere3.pdf

www.terranea.it/personali/torbiere/torb01.htm.

