

APAT

Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

Area della “Foce del Tevere”:

Carta degli Habitat e loro valutazione

Dott.ssa Marta Carboni

Tutor: Francesca Lugerì

Co-tutor: Rosanna Augello

Indice

PREMESSA E OBIETTIVI

ABSTRACT

1 INTRODUZIONE

1.1 Il progetto Carta della Natura

1.2 I GIS

2 L'AREA DI STUDIO

2.1 Inquadramento geografico, storico e paesaggistico

2.2 Inquadramento climatico

2.3 Aree naturali protette

3 METODOLOGIA

3.1 Realizzazione della carta degli habitat

3.2 Valutazione degli Habitat

3.3 Indicatori per la stima del Valore Ecologico

3.4 Indicatori per la stima della Sensibilità Ecologica

3.5 Indicatori per la stima della Pressione Antropica

3.6 Valore, Sensibilità e Pressione Antropica complessivi

3.7 Fragilità Territoriale

4 RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 La carta degli habitat

4.2 Il Valore Ecologico

4.3 La Sensibilità Ecologica

4.4 La Pressione Antropica

4.5 Fragilità Territoriale

4.6 Habitat naturali, protezione e vocazione del paesaggio

CONCLUSIONI

BIBLIOGRAFIA

PREMESSA E OBIETTIVI

Questo studio è stato condotto nell'ambito di uno stage all'interno del Servizio Carta della Natura dell'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici).

Nell'ambito degli sforzi, sia a livello nazionale che internazionale, di ottenere dati il più possibile oggettivi nel campo della conservazione e nella pianificazione del territorio, delle risorse naturali e delle aree protette, la valutazione della qualità ambientale ha assunto un ruolo centrale. L'interesse per questo tema é comune a più discipline come l'ecologia, la conservazione della natura, le scienze ambientali, le scienze forestali, l'economia, ecc. Per questo motivo si è tentato nell'ultimo quarantennio di sviluppare metodologie adatte a stimare la qualità e la naturalità dei siti di interesse, nella maniera più efficace e adatta agli scopi preposti.

Il progetto Carta della Natura, previsto dalla Legge 394/91, risponde dunque proprio a questa esigenza di pianificazione territoriale a livello nazionale. Il progetto ha come obiettivo lo studio del territorio a due differenti scale di analisi: 1:250.000 e 1:50.000. Il prodotto realizzato alla scala 1:50.000, che si fonda sulla cartografia degli habitat secondo la proposta metodologica CORINE Biotopes, è oggi riconosciuto come valido supporto a numerose altre attività, quali l'identificazione di reti ecologiche, la realizzazione di studi sulla biodiversità, la VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) e la VAS (Valutazione Ambientale Strategica). La base cartografica realizzata può a sua volta essere uno strumento utile per realizzare analisi della composizione e struttura del paesaggio e per mettere in evidenza la vocazione del territorio esaminato.

In questo contesto, l'obiettivo specifico di questo lavoro è stato, con l'ausilio dei sistemi informativi geografici (GIS), l'aggiornamento della cartografia degli habitat a scala 1:50:000 dell'area della Foce del Tevere, utilizzando la fotointerpretazione a video per ricavarne, mediante l'applicazione di algoritmi di valutazione, tutte le carte tematiche relative al progetto Carta della Natura a scala 1:50.000. Questo permette di identificare lo stato dell'ambiente naturale e di stimarne qualità e vulnerabilità. Si sono inoltre cercati di mettere in evidenza ulteriori aspetti particolari legati al paesaggio dell'area esaminata.

ABSTRACT

Il progetto Carta della Natura, previsto dalla Legge 394/91, risponde all'esigenza di pianificazione territoriale a livello nazionale. Nell'ambito di questo progetto si persegue lo studio del territorio a due differenti scale di analisi: 1:250.000 e 1:50.000. Il prodotto realizzato alla scala 1:50.000 si fonda sulla cartografia degli habitat secondo la proposta metodologica CORINE Biotopes sulla base della quale vengono effettuate valutazioni di qualità e vulnerabilità. In questo contesto, l'obiettivo specifico di questo lavoro è stato, con l'ausilio dei sistemi informativi geografici (GIS), di aggiornare la cartografia degli habitat a scala 1:50:000 dell'area della Foce del Tevere tramite fotointerpretazione a video e di identificare, mediante l'applicazione di algoritmi di valutazione, lo stato dell'ambiente naturale di questo territorio, stimandone valore ecologico, sensibilità e pressione antropica incidente. Si sono inoltre cercati di mettere in evidenza ulteriori aspetti particolari legati al paesaggio dell'area esaminata, quali la composizione, struttura e vocazione del territorio.

Complessivamente sia la qualità ambientale che la sensibilità ecologica in questo tratto costiero nella provincia di Roma presentano valori per la maggior parte bassi o medi, fatta eccezione per i pochi lembi residui di aree naturali che si concentrano soprattutto nel tratto centrale dell'area in corrispondenza della tenuta di Castel Porziano e di Castel Fusano. Nonostante le aree naturali coprano solo circa un terzo della superficie totale, diverse tipologie appartengono alla lista degli habitat di interesse comunitario e tre habitat sono di tipo prioritario. L'area di studio è interessata da una rete articolata di aree protette e aree NATURA 2000, che sebbene coprano adeguatamente le aree ad alto valore ecologico spesso trascurano le aree maggiormente fragili dal punto di vista ecologico. La Pressione Antropica complessiva, invece, è generalmente compresa tra molto alta e media, soprattutto a causa della diffusa urbanizzazione e della vicinanza della città di Roma. Le aree urbane coprono infatti un'alta percentuale del territorio. E' stato inoltre possibile evidenziare la vocazione agricola del territorio. Il paesaggio della Foce del Tevere è infatti caratterizzato da un'importante presenza delle aree agricole che coprono più del 40 % della superficie totale e rispecchiano la tradizione agricola di questo tratto di litorale. In particolare, i sistemi agricoli complessi assumono una notevole importanza per via del loro valore ecologico relativamente alto e necessitano una maggiore attenzione, per via della vulnerabilità che li caratterizza.

Tiber river estuary region (Central Italy): Map of Habitats and their evaluation

The Project “Carta della Natura”, introduced by a state law in 1991, addresses the need for accurate management of the territory on the national level. The project tackles the study of the territory on two different scales: 1:250.000 and 1:50.000. The product at the 1:50.000 scale is based on the map of habitats according to the CORINE Biotopes methodological proposal, on the basis of which the evaluation of quality and vulnerability is carried out. In this framework and with the support of geographic information systems (GIS), the specific objective of this work has been to update the habitat map at the 1:50.000 scale of the Tiber river estuary region through photointerpretation on video, and to consider the state of the natural environment of this region, by applying specific evaluation algorithms, assessing levels of ecological value, sensibility and human pressure. We attempted, moreover, to highlight further aspects of the landscape, such as composition, structure and prominent features.

On the whole, both environmental quality and ecological sensibility in this coastal area of the Roman province exhibit mostly medium or low values, except for few left natural stretches which are concentrated in the central part of the area, where the natural reserves of Castel Porziano and Castel Fusano are located. Even though natural areas cover only one third of the total surface, several typologies are included in the list of habitat types of community interest, and three are even priority habitat types. The study area is characterized by an articulated network of natural reserves and of NATURA 2000 sites, which tend to cover adequately areas of high ecological value, but often leave out the most vulnerable areas. Total human pressure, on the other hand, generally ranges from very high to medium, especially as a consequence of sprawling urbanization and of the proximity of the Roman metropolitan area. Urban surfaces, in fact, make up a high percentage of the area. Furthermore, we were able to highlight the agricultural leaning of the territory. The landscape of the Tiber estuary region is characterized by an important presence of agricultural areas, which cover more than 40% of the total surface and reflect the agricultural tradition of this coastal stretch. Complex agricultural systems in particular gain a special importance because of their relatively high ecological value, and they require greater attention because of their level of vulnerability.

1 INTRODUZIONE

1.1 Il Progetto Carta della Natura

Il progetto Carta della Natura nasce con la Legge Quadro sulle Aree Naturali Protette (L.394/91) che dispone la realizzazione di uno strumento conoscitivo dell'intero territorio nazionale avente come finalità *“individuare lo stato dell'ambiente naturale in Italia, evidenziando i valori naturali ed i profili di vulnerabilità”*. Il progetto si sviluppa in un'ottica multiscalare su due scale di analisi del territorio: la scala 1:250.000 di carattere estensivo-regionale, e la scala 1:50.000, di maggior dettaglio.

La struttura metodologica del progetto è stata inizialmente delineata nel corso di studi preliminari realizzati in collaborazione con istituti Universitari a partire dal 1995. In particolare essa consiste in primo luogo in una procedura atta all'individuazione di unità ambientali omogenee e in secondo luogo nella successiva valutazione di ciascun tassello ambientale così individuato, sulla base dei contenuti di qualità, sensibilità ecologica, pressione antropica e vulnerabilità ambientale.

Alla scala 1:250.000 è stata dunque realizzata una rappresentazione del territorio nazionale fondata sull'individuazione di unità territoriali omogenee, dette “unità di paesaggio”, classificate con riferimento a tipologie rappresentative dei differenti paesaggi italiani (“tipi di paesaggio”). Il prodotto, risultato di una delle fasi previste nel quadro globale dei lavori per la realizzazione del progetto, è la Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani. Essa consiste in una cartografia di unità territoriali, sull'intero territorio nazionale, a ciascuna delle quali devono essere attribuiti valori di qualità ambientale (pregio) e di vulnerabilità territoriale. Il procedimento si è basato prevalentemente sull'esame delle caratteristiche fisiografiche delle aree indagate, applicando criteri che derivano dall'osservazione sintetica delle principali caratteristiche che determinano la struttura del paesaggio a una scala regionale. Sulla base della classificazione tipologica dei paesaggi italiani, sono state, come già accennato, identificate e cartografate le “unità di paesaggio”, territorialmente ben definite e geograficamente caratterizzate. “Tipi” ed “unità” di paesaggio sono sistematicamente organizzati e descritti in tabelle che ne costituiscono la legenda esplicativa.

Alla scala 1:50.000 invece è stato stabilito di classificare e cartografare le unità ambientali (habitat) sulla base del Codice di nomenclatura europea CORINE Biotopes e di elaborare un Sistema Informativo Territoriale (GIS) in grado di integrare la parte cartografica identificativa

delle unità ambientali con la seconda fase valutativa delle unità stesse. Su queste basi è stata dunque avviata la realizzazione di Carta della Natura sempre in collaborazione con l'università di Parma per un milione di ettari del territorio italiano su aree "tipologicamente" diverse per caratteri fisiografici e bioclimatici, calibrando la metodologia per aree anche molto estese dalle caratteristiche ecologiche complesse. È stata dunque elaborata a questo scopo una procedura basata sull'impiego di immagini telerilevate per la cartografia delle unità ambientali, e una procedura per la stima della qualità ambientale e vulnerabilità territoriale attraverso l'impiego di alcuni "indicatori" che garantiscono omogeneità e uniformità sia del grado di approfondimento dell'analisi, sia dei risultati ottenuti per tutte le aree studiate.

In una fase successiva, la cartografia alla scala 1:50.000 è stata realizzata su 6 milioni di ettari del territorio nazionale distribuiti in 24 aree di studio, che includono l'arco alpino, quello appenninico ed alcune aree in Sardegna e Sicilia. Infine sono stati avviati i lavori per estenderne la realizzazione alle porzioni residue di molti territori regionali con la collaborazione degli Enti locali come le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, le Regioni e gli Enti Parco.

In seguito alla recente revisione della legenda degli habitat del CORINE Biotopes utilizzati per Carta della Natura, tutta la metodologia è stata revisionata e perfezionata a cura del Servizio Carta della Natura dell'A.P.A.T. Pertanto si è ritenuto opportuno aggiornare le carte precedentemente realizzate. Questa revisione delle carte si è basata principalmente sul controllo su ortofoto aeree in ambiente GIS e su sopralluoghi sul campo, permettendo di correggere numerosi errori di assegnazione.

1.2 Il GIS

Il GIS (Geographic Information System) é un sistema informatico per raccogliere, memorizzare, recuperare, trasformare e rappresentare dati spaziali ottenuti dal mondo reale per un particolare insieme di scopi (Farina, 2002). In ambiente GIS l'aspetto geografico funge da supporto a tutte le informazioni ad esso riferite, permettendo dunque procedure di modellizzazione della struttura del paesaggio. I dati geografici descrivono i fenomeni in termini della loro posizione rispetto a un sistema di coordinate noto (latitudine, quota, ecc.), degli attributi correlati con la loro posizione (come ad esempio il tipo di suolo o la copertura vegetazionale) e delle loro interazioni spaziali. Il GIS permette di memorizzare e di recuperare da un database sia i dati spaziali, disposti in un sistema di coordinate comuni, che i loro

attributi, che possono poi essere manipolati e rielaborati. È possibile riordinare i dati mediante operazioni di classificazione e calcolare misure puntuali, lineari e areali. Mediante operazioni di sovrapposizione (overlay tipologico), infine è possibile utilizzare dati provenienti da più temi e creare nuove carte derivate che facciano riferimento alle carte di partenza, aggiornabili in tempo reale e stampabili a diverse scale. Dunque i sistemi informativi geografici permettono anche una certa multiscalarità nell'analisi, anche se la qualità del dato iniziale rappresenta il limite di risoluzione.

Le fasi dell'utilizzo dei software in ambiente GIS consistono nell'input dei dati e nella loro verifica. I dati possono essere in forma numerica o cartacea e vengono immessi con software di trasferimento e conversione oppure trascritti con il digitalizzatore (permette la trascrizione di dati in forma cartacea). Segue l'organizzazione dei dati e la gestione del database, che consiste nel collegare le informazioni geografiche con gli attributi degli oggetti rappresentati. Quindi si può procedere con l'output dei dati e la loro rappresentazione tramite mappe, tavole, grafici o altro. I dati possono successivamente essere anche trasformati. A questo punto è possibile l'interazione dell'utilizzatore con il data base geografico così creato. Il GIS può, infatti, fungere da utile anello di congiunzione tra lo studio e l'analisi del paesaggio e la pianificazione e gestione delle risorse. Per esempio le conoscenze acquisite ed organizzate da università ed enti di ricerca possono essere resi disponibili per gli enti gestori (Rezia-Loppio, 2002), o possono essere utilizzati in programmi di conservazione della natura (Draper *et al.*, 2003).

I dati in ambiente GIS assumono generalmente due formati principali: Raster o Vettoriali. I dati raster costituiscono un reticolato fisso di celle numeriche in cui ogni numero rappresenta una tipologia diversa, per esempio di copertura del suolo. L'oggetto viene quindi riempito di celle di una tipologia. La maggior parte di immagini da satellite è in questo formato, con i pixel che rappresentano le celle, la cui dimensione determina la risoluzione dell'immagine. Questo formato di dati consente l'applicazione di una particolare modellistica spaziale, facilitando un certo tipo di analisi. Allo stesso tempo però produce una bassa qualità nella rappresentazione delle mappe. Il formato vettoriale è organizzato invece in vettori e nodi che costituiscono poligoni, linee o punti. Le linee vengono definite con insiemi di coordinate che fissano i vertici dei poligoni. È necessario però specificare un'unità di mappatura minima, che rappresenta la risoluzione. Questo formato permette un agevole aggiornamento delle rappresentazioni, ma può creare delle difficoltà nell'elaborazione di modelli. Utilizza inoltre

meno memoria e fornisce una restituzione fedele delle mappe digitate con una grafica accurata oltre che una buona rappresentazione della struttura. È dunque un formato ideale per la creazione di carte tematiche, e quindi anche di carte di copertura del suolo, della vegetazione o degli habitat.

2 L'AREA DI STUDIO

2.1 Inquadramento geografico, storico e paesaggistico

L'area di studio si estende lungo la costa per circa 55 km e nell'interno per circa 13 km, per una superficie di circa 36.000 ettari, e ricade nell'area costiera della provincia di Roma. L'area ricade nel territorio di cinque comuni: Ladispoli, Fiumicino, Roma, Pomezia ed Ardea (Fig.1). In particolare essa interessa il tratto terminale del Tevere e il suo delta e la costa sabbiosa da Fragene a Torvaianica e comprende la Riserva Statale di Castel Porziano, il Parco Suburbano di Castel Fusano, Il Parco Regionale del Litorale Romano e la Riserva Naturale di Decima Malafede, che rappresentano i residui del sistema ambientale della zona costiera romana. A Nord nel comune di Ladispoli l'area si estende fino all'ospedale Bambin Gesù di Palidoro e quindi fino all'abitato di Marina di San Nicola. A Sud invece fino al lido di Tor San Lorenzo.

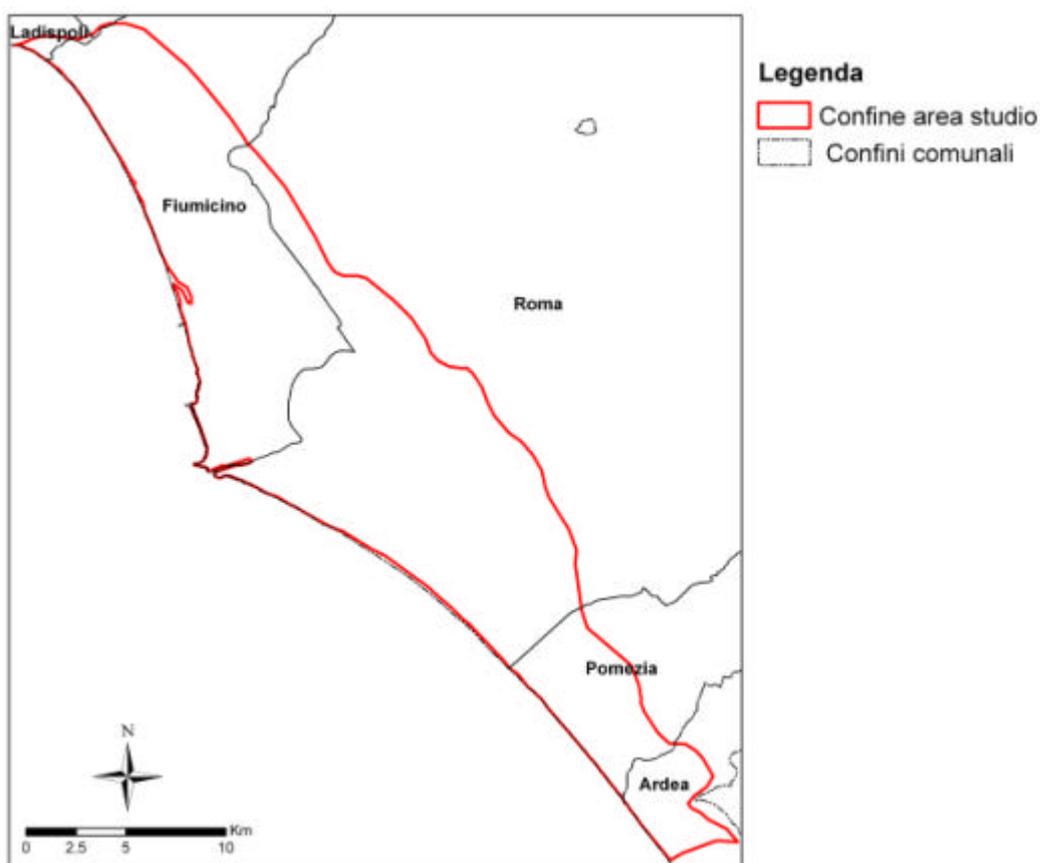


Fig. 1. Carta dei comuni in provincia di Roma ricadenti nell'area di studio

L'area della Foce del Tevere è una delle 24 aree della seconda fase del progetto Carta della Natura in cui sono stati studiati 6 milioni di ettari su tutto il territorio nazionale. In relazione alla scala di analisi superiore del progetto Carta della Natura (1:250.000), quest'area comprende 3 Unità di Paesaggio (Fig.2) del tipo di paesaggio "pianura costiera" (Pianura del delta del Tevere) e "paesaggio costiero terrigeno con tavolati" ("Colline di Tre Cannelle - Monte Sallustri" e "Colline di Torvaianica").

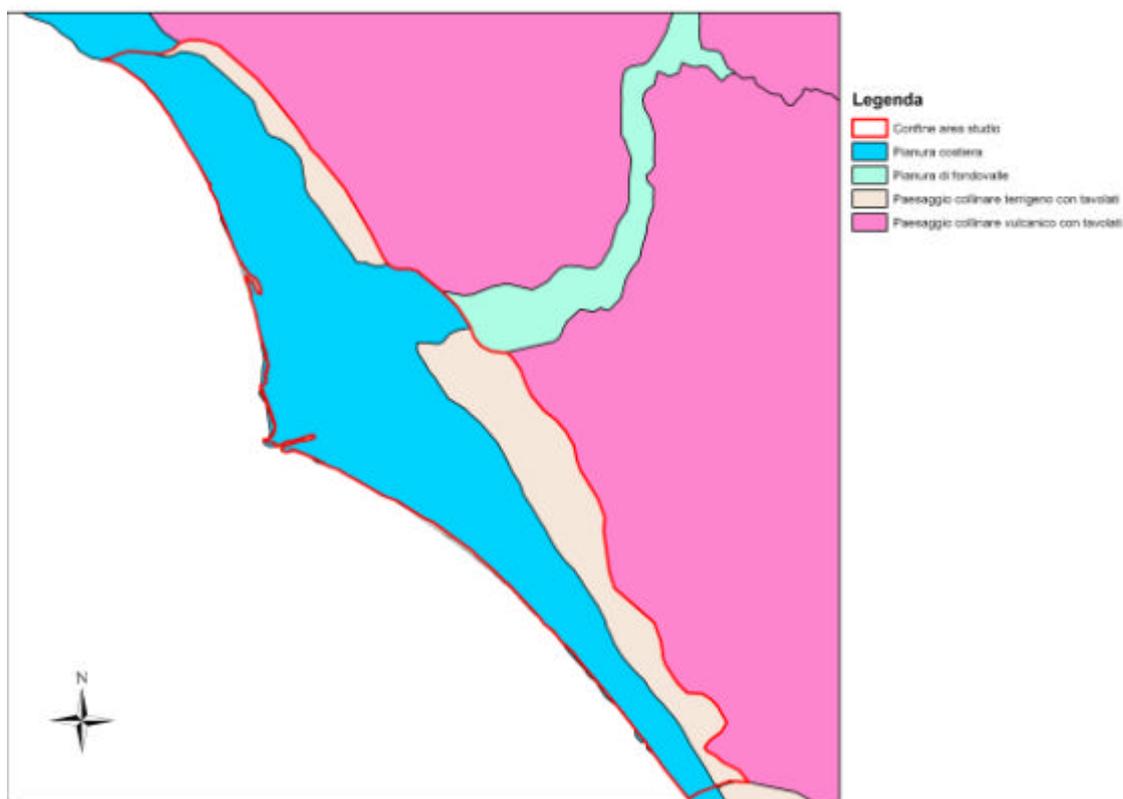


Fig. 2. Area di studio con Unità di Paesaggio. Comprende 3 unità di paesaggio del tipo di paesaggio "pianura costiera" (Pianura del delta del Tevere) e "paesaggio costiero terrigeno con tavolati" ("Colline di Tre Cannelle - Monte Sallustri" e "Colline di Torvaianica").

Le due unità collinari si trovano alle spalle del tratto pianeggiante. A Nord si trova una stretta e bassa fascia collinare allungata a ridosso delle più elevate colline vulcaniche sabatine a Nord Est: le Colline di Tre Cannelle - Monte Sallustri. Queste colline sono costituite da litologie terrigene e hanno una superficie sommitale piana o dolcemente ondulata. L'altimetria varia da qualche metro s.l.m. fino a massimi tra i 20 e i 36 m, quote attorno alle quali si sviluppa la superficie sommitale. Il rilievo presenta, oltre i crinali piani o dolcemente convessi,

brevi versanti a debole pendenza di raccordo con la piana costiera e vallecole a "V" poco profonde, le più grandi delle quali con fondovalle piatto occupato da piccole piane alluvionali. Geologicamente si tratta di terrazzi marini rimodellati, composti essenzialmente da conglomerati, ghiaie, arenarie e sabbie. L'idrografia è caratterizzata da fossi che tagliano trasversalmente la fascia collinare provenienti dalle aree più interne verso la costa. La copertura del suolo è essenzialmente agricola, soprattutto seminativo asciutto; gli insediamenti abitativi sono limitati a poche frazioni e case isolate. A Sud invece si estendono le Colline di Torvaianica, che costituiscono una stretta e bassa dorsale collinare allungata tra le colline vulcaniche Albane a Nord Est e la pianura costiera tirrenica a Sud Ovest, costituita da litologie arenacee e con superficie sommitale piana o dolcemente convessa. Qui l'altimetria varia da qualche metro s.l.m. fino a poco oltre i 50 m, quota attorno alla quale si sviluppa la superficie sommitale. Anche qui si riscontrano l'ampio crinale piano o dolcemente convesso, brevi versanti a debole pendenza di raccordo con la piana costiera e vallecole poco profonde. Geologicamente si tratta di antichi cordoni dunari, composti essenzialmente da arenarie e sabbie. Il drenaggio è scarso, costituito da fossi che tagliano la struttura provenienti dalle aree più interne verso la costa. La copertura del suolo è in parte boschiva e in parte agricola; gli insediamenti abitativi sono concentrati principalmente in alcuni agglomerati (Acilia, Torvaianica, Ardea), per il resto limitati a poche frazioni e case isolate.

L'unità più estesa e più caratteristica dell'area è la pianura costiera del Delta del Tevere, un'area pianeggiante allungata tra il Mare Tirreno e le colline e tavolati vulcanici sabatini ed albanesi. L'unità è caratterizzata dalla presenza della porzione deltizia del fiume Tevere, che la attraversa trasversalmente nella sua parte centrale. La linea di costa è bassa e uniforme, protesa verso mare in corrispondenza della cuspide del delta del Tevere. Le quote variano dal livello del mare a pochi metri s.l.m. All'interno di questa unità sono riconoscibili una serie di subunità morfologiche caratteristiche disposte grosso modo in fasce parallele alla linea di costa: spiaggia, duna, pianura alluvionale con zone topograficamente depresse. Nella porzione più meridionale dell'unità manca la fascia retroduna depressa. Numerose le foci di corsi d'acqua. Le litologie prevalenti comprendono argille, limi, sabbie, ghiaie, arenarie, conglomerati. Il reticolo idrografico è di tipo parallelo, costituito dalla porzione terminale di numerosi corsi d'acqua, i principali dei quali presentano decorso meandriforme. Caratteristica la presenza del Fiume Tevere. La copertura del suolo è eterogenea e comprende: agricolo, soprattutto seminativo irriguo, agglomerati residenziali particolarmente sviluppati lungo la

fascia costiera (Fregene, Fiumicino, Lido di Ostia, Torvaianica) e lungo l'asse che collega la città di Roma con il litorale, infrastrutture viarie, portuali ed aeroportuali (Aeroporto di Fiumicino) soprattutto a nord del fiume Tevere, boschi e macchia soprattutto a sud del fiume Tevere.

Dalla costa verso l'entroterra, passando lungo la larga valle del Tevere si osserva una morfologia che cambia rapidamente. La zona più prossima alla costa, ha un profilo ondulato ed è elevata dal livello del mare di soli 4 o 5 metri con un sistema dunale recente formato da sabbie grigie. Parallele alla costa si estendono lunghe fasce a quote più alte dette localmente "tumuleti" che rappresentano un cordone antico di sabbie rossastre (Würm II – Würm III) ovvero dune fossili ormai lontane dal mare e fissate dalla vegetazione. Sono costituite da sabbie sottili, scure per la presenza di minerali vulcanici. Essi derivano dall'erosione delle rocce eruttate durante il Pleistocene dai vicini apparati vulcanici dei Colli Albani e dei Sabatini. I cordoni dunali si formarono in epoca olocenica a poca distanza dal mare, la loro posizione, oggi più interna, è dovuta alla vicinanza con la foce del Tevere che ha determinato il progressivo e rapido avanzamento della costa a partire da circa 5000 anni fa (AA.VV. 2004).

Il delta del Tevere è il risultato di un'evoluzione che ha avuto inizio alla fine dell'ultima glaciazione, quando il mare era più basso di circa 120 metri, e il fiume sfociava a circa 10 chilometri più a largo rispetto ad oggi. Nel corso dei secoli il livello del mare è andato alzandosi fino a circa 5000 anni fa quando il fenomeno si è stabilizzato con la creazione di una zona lagunare. In questo periodo la linea di costa era spostata verso est di circa tre chilometri rispetto a quella attuale e il Tevere si immetteva in una laguna salmastra separata dal mare da una serie di cordoni sabbiosi. La gran quantità di sedimenti trasportati dal fiume consentirono alla foce di procedere all'interno della laguna, fino a raggiungere il mare circa 2000 anni fa. In tal modo la laguna fu divisa in due stagni, lo Stagno di Maccarese a nord del corso del Tevere e a sud lo Stagno Ostiense. L'avanzamento della foce principale del Tevere e di quella secondaria, originatasi da un canale scavato in epoca romana, è proseguito da allora a fasi alterne determinando il progressivo interrimento dell'antico porto di Ostia e isolando le Saline. L'ultima fase di avanzamento è avvenuta nel periodo rinascimentale ed è testimoniata dalle torri di guardia che venivano costruite in prossimità delle foci per controllare l'ingresso dei battelli al fiume. Nel XVI secolo avvenne l'ultima grande modifica naturale del corso fluviale: il cosiddetto meandro di Ostia, lungo il quale venne costruito il castello di Giulio II, fu abbandonato dal fiume che si stabilì nel suo corso attuale facendo perdere al castello gran

parte della sua funzione di controllo sui traffici fluviali (AA.VV. 2004).

All'interno a ridosso della fascia sabbiosa, si trova un'area pianeggiante dove il terreno cambia aspetto e i granuli di sabbia diventano sempre più fini mentre il sedimento si arricchisce in argilla, limo e torba. È quanto rimane, assieme alla rete di canali artificiali, dell'antico sistema di laghi costieri oggi completamente bonificati e noti con i nomi di bonifica di Ostia, delle Pagliete e di Maccarese (Urbani, 2004). L'intero tratto costiero è stato, infatti, oggetto a partire dalla fine del secolo scorso, di intense opere di bonifica e di riforma fondiaria, che si sono protratte fino agli anni 30 e hanno trasformato vaste aree paludose nei comprensori agricoli delle Pagliete e di Maccarese. Le prime opere di bonifica di ciò che rimaneva della grande laguna del delta tiberino furono quelle dello stagno di Ostia, iniziate nel 1884 dai cosiddetti "Ravennati" dell'Associazione Generale degli Operai Braccianti del Comune di Ravenna che crearono i primi impianti idraulici (Coscetta, 2006). La bonifica idraulica continuò nei territori più settentrionali a seguito della fondazione della SAB ("Maccarese Società Anonima di Bonifiche"), che nel 1925 entra in possesso del territorio e inizia i lavori con l'obiettivo di bonificare, e poi coltivare, per rivendere ad un maggior prezzo. L'opera fu portata a compimento tra le due guerre con l'escavazione di una fitta rete di canali assistiti da macchine idrovore, portando al completo prosciugamento del grande stagno di Maccarese e degli acquitrini circostanti (Villani & Zorzi, 2005). Ancora oggi le idrovore mantengono asciutte le aree dei vecchi stagni, che localmente presentano ancora quote più basse del livello del mare e, nel periodo autunnale, l'aratura dei campi mette in evidenza il terreno scuro e torboso che costituiva il loro fondo.

Allontanandosi dalla costa, la valle del Tevere si individua all'interno dei primi due contrafforti collinari di Ponte Galeria a nord e di Acilia verso sud. È una valle larga più di un chilometro dal fondo piatto occupato da colture intensive ed in parte urbanizzata. Il corso del fiume è fiancheggiato da due argini artificiali costruiti per proteggere le aree circostanti dalle esondazioni che si sono verificate nel passato a cadenza regolare. Il Tevere, infatti, pur essendo un vero e proprio fiume, ha un regime torrentizio fortemente influenzato dalle precipitazioni. Il suo bacino idrografico ha un'estensione di diverse migliaia di chilometri quadrati ed è impostato per la maggior parte su terreni argillosi che non favoriscono l'infiltrazione delle acque piovane, smaltite per lo più dalla rete idrica superficiale. Tale regime è stato responsabile delle innumerevoli e talvolta disastrose piene nelle quali sono state registrate portate fino a 3000 metri cubi al secondo e che hanno afflitto Roma fino alla

costruzione intorno al 1870 di una serie di opere di difesa fra cui i famosi “muraglioni” che proteggono il centro della città di Roma (AA.VV. 2004).

Intorno agli anni 30 fu realizzato il cosiddetto “Drizzagno di Spinaceto”, un canale artificiale rettilineo all’interno del quale fu deviato il corso del fiume, che abbandonò così il meandro di Spinaceto, ancora oggi ben visibile nelle carte topografiche. Il drizzagno aveva lo scopo di favorire il deflusso delle acque a valle della città. La sua realizzazione consentì, tra l’altro, di recuperare una vasta area a ridosso della città che doveva essere utilizzata per la realizzazione dell’aero-idroscalo. Purtroppo questo canale, ed altre analoghe opere realizzate negli anni precedenti, aumentando la velocità di deflusso delle acque, innescò gravi fenomeni di erosione a monte, i cui effetti si protraggono fino ad oggi (AA.VV. 2004).

Attualmente le portate del Tevere sono in parte regolate sfruttando alcuni invasi artificiali, situati lungo tutto il suo corso, di cui il maggiore è il lago di Corbara. Ciò ha sicuramente reso molto basso il rischio di piena generando però un altro tipo di problema. Gli invasi, infatti, si comportano come vere e proprie trappole per i sedimenti che il fiume trasporta verso valle. Nel periodo fra il 1873 e il 1878 il carico solido ammontava a circa 10,6 milioni di tonnellate annue di sedimenti, stime recenti indicano che oggi non giungono a mare più di un milione di tonnellate all’anno. E’ a questa progressiva caduta degli apporti torbidi del Tevere che si deve la fase erosiva del litorale deltizio che ha portato ad un preoccupante arretramento della costa e all’assottigliamento delle spiagge (AA.VV. 2004).

Tra i cordoni sono presenti, nelle zone non antropizzate, soprattutto a Castel Porziano, numerose piscine: allagamenti stagionali formati da acque meteoriche e di falda che tendono a prosciugarsi durante l’estate. Questi acquitrini sono considerati di notevole importanza, a livello ecologico, per la presenza di specie vegetali rare tipiche dei suoli fangosi ormai quasi scomparsi nel litorale mediotirrenico (Pignatti 2001).

Attualmente le aree naturali e prossimo-naturali risultano completamente circondate da una matrice antropica comprendente le aree agricole derivate dalle bonifiche di Ostia, Focene, Fregene, Maccarese, Torvaianica e i centri urbanizzati di Acilia, Vitinia, Fregene, Fiumicino, Ostia, Torvaianica, Marina di Ardea e Tor San Lorenzo.

2.2 Inquadramento climatico

Il clima è di tipo mesomediterraneo, caratterizzato da un periodo caldo e secco da metà Maggio a metà Agosto, mitigato dalle condensazioni notturne, dalla capacità dei suoli di

conservare l'acqua meteorica e dalla presenza di una falda acquifera spesso superficiale (Pignatti 2001). Le temperature medie nell'arco dell'anno variano tra i 7°C dei mesi invernali (Febbraio), ai 25 °C nei mesi estivi (soprattutto Luglio). In generale il periodo di aridità estiva è superiore ai 3 mesi (generalmente da Maggio a Settembre), mentre le precipitazioni sono concentrate nel semestre autunno-inverno (> 65 %) e oscillano tra i 70 mm nel periodo estivo e i 300 mm in autunno (Fig 3; Pignatti 2001).

Per quel che riguarda l'umidità relativa, le medie oscillano tra 70% nel mese di Luglio e 80% nel mese di Dicembre, perciò è abbastanza elevata anche nel periodo estivo e presenta un'escursione mensile contenuta.

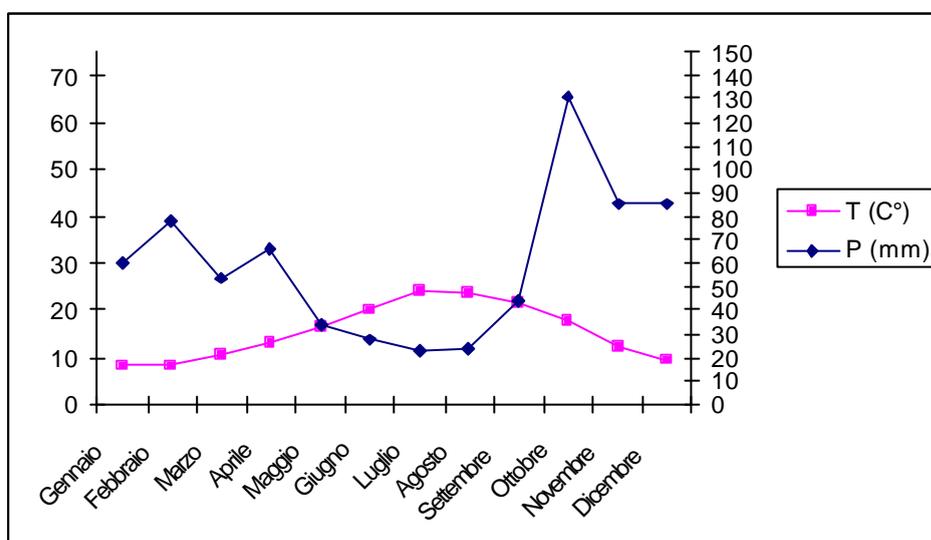


Fig. 3 Diagramma termopluviometrico di Castelporziano (1981-91).

L'interazione tra temperatura, umidità, pressione atmosferica, venti e precipitazioni determina una grande varietà di climi sulla superficie terrestre. A questa varietà si possono far risalire i diversi tipi di comunità animali e vegetali, che si sono adattate alle condizioni ambientali della regione in cui vivono e si sono evolute. Il clima, quindi, svolge un ruolo fondamentale nel determinare la distribuzione della vegetazione. Si ritiene infatti che la vegetazione di una regione sia soprattutto un'espressione diretta delle sue caratteristiche climatiche. La fitoclimatologia è la disciplina che studia gli aspetti del clima che condizionano la vegetazione, grazie alla quale è possibile formulare ipotesi sulla potenzialità vegetazionale di un territorio, mettendo in relazione flora, vegetazione, clima e caratteristiche litomorfologiche (Blasi, 1994). Facendo riferimento alla Carta del Fitoclima del Lazio (Blasi, 1994), nella quale

sono presi in considerazione i valori di temperatura e precipitazione relativi al trentennio 1955-1985, l'area si divide tra due unità fitoclimatiche:

Regione mediterranea. Temotipo mesomediterraneo inferiore, ombrotipo secco superiore/subumido inferiore, regione xeroterica (sottoregione termomediterranea/mesomediterranea). Boschi dominanti: Querceti misti con elementi mediterranei, cerrete con farnetto e carpino, macchia mediterranea. Potenzialità per boschi a *Quercus robur* e *Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa* nelle forre e depressioni costiere.

Regione mediterranea di transizione. Termotipo mesomediterraneo medio o collinare inferiore, ombrotipo subumido superiore, regione xeroterica/mesaxerica (sottoregione mesomediterranea/ipomesaxerica). Boschi dominanti: querceti misti con addensamenti a leccio e sughera. Potenzialità per boschi mesofili (forre) e macchia mediterranea (dossi).

Ci troviamo quindi in condizioni climatiche favorevoli alla vegetazione mediterranea ma con potenzialità anche per forme forestali più mesofile ed igrofile che, in funzione principalmente della falda e della morfologia, possono diventare dominanti già a poche centinaia di metri dalla linea di costa.

2.3 Aree naturali protette

Come già osservato l'area della foce del Tevere comprende la Riserva Statale di Castel Porziano (5.892 ettari, gestita dal Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica), la Riserva Naturale Statale del Litorale Romano (16.327 ettari, gestita dai comuni di Roma e Fiumicino) e la Riserva Naturale di Decima Malafede (6.145 ettari, gestita da RomaNatura).

La Riserva Naturale Statale del Litorale Romano, istituita il 29 marzo 1996 con Decreto del Ministro per l'Ambiente, ha un perimetro articolato che comprende un tratto di fascia costiera in sinistra idrografica del Tevere, una parte della sua piana alluvionale e la zona collinare di Ponte Galeria e copre dunque una buona parte del territorio dell'area di studio della foce del Tevere (Fig. 4). L'area protetta abbraccia un territorio di 15.900 ettari circa che si estende sulla costa, dalla marina di Palidoro alla spiaggia di Capocotta. All'interno comprende vaste aree tra Fiumicino, Ponte Galeria, Ostia Lido, Ostia Antica, Infernetto, Acilia, Vitinia, Casalpalocco, quali la Macchiagrande di Galeria, i territori delle bonifiche delle Pagliete, di Maccarese e di Ostia, l'ultimo tratto fluviale del Tevere, il Parco suburbano di Castel Fusano; includendo, quindi, territori appartenenti al Comune di Fiumicino e al Comune di Roma. Sono escluse dalla Riserva le aree urbane di Passo Oscuro, Fregene,

L'area naturale più importante all'interno dell'area di studio è senza dubbio la Tenuta Presidenziale di Castel Porziano, che copre una superficie di 59 chilometri quadrati (5.892 ettari) e dista 24 chilometri dal centro di Roma. Si estende fino al litorale tirrenico ed è delimitata in parte dalla Via Cristoforo Colombo e dalla strada statale Pontina, in parte dalla strada statale che da Ostia conduce ad Anzio. Con il Decreto Presidenziale n. 136/N del 5 maggio 1999, la Tenuta è stata riconosciuta Riserva Naturale Statale, quindi sottoposta ad un severo regime di tutela. Castel Porziano è un ambiente di notevole valore naturalistico - ambientale, l'unico vero polmone verde in un'area densamente antropizzata dove si preservano gli ecosistemi tipici dell'ambiente mediterraneo. In particolare, i boschi sono caratterizzati da querce, fra cui farnia, farnetto, cerro, leccio, sughera, cui si aggiungono pioppi, frassini, ontani ecc., distribuiti in ragione delle esigenze microclimatiche e nutrizionali. Il sottobosco è particolarmente ricco degli arbusti tipici della macchia mediterranea fra cui ginepro, lentisco, erica arborea, cisto, ecc. I boschi si alternano a radure e praterie naturali, dove si trovano esemplari arborei ultracentenari. Il territorio non è esente di rimboschimenti determinati principalmente da due tipologie di alberi: le Pinete a *Pinus pinea* (nella fascia centrale) ed i boschi ad *Eucalyptus* sp. pl. (nella fascia settentrionale) (Pignatti et al., 2001). Anche in altre zone esistono rimboschimenti con specie del querceto misto, della lecceta e della sughereta che gradualmente evolvono verso le formazioni naturali (Pignatti et al., 2001). La Tenuta è, quindi, un'area periurbana che riveste un fondamentale ruolo d'integrazione dei valori ecologici della città di Roma. I corridoi ecologici e i diversi tipi di habitat consentono la vita a molte specie di vertebrati e invertebrati, mantenendo un alto livello di biodiversità da tutelare e difendere.

Infine la riserva Naturale di Decima Malafede ricade solo marginalmente nell'area di studio, nonostante sia la più grande area protetta del sistema dei parchi gestito da RomaNatura (6.145 ettari). Le maggiori aree boschive dell'Agro Romano sono comprese in questa zona e costituiscono una delle maggiori foreste planiziali del bacino del Mediterraneo. Vi sono state censite oltre 800 specie vegetali. Quest'area, compresa tra il GRA, la via Pontina, la via Laurentina e il Comune di Pomezia, può anche vantare insediamenti umani che risalgono alla prima preistoria a circa 250.000 anni fa. La zona può dunque essere presa a modello dell'evoluzione complessiva dell'Agro Romano. In epoca imperiale fu costellata di ville poi trasformatesi, in periodo altomedievale, in grandi casali, in edifici fortificati e torri in grado di

assicurare il controllo del territorio e delle strade. Il primo vincolo paesistico risale al 1985 ma è soltanto nel 1996 che si arriva alla perimetrazione dell'area e alla successiva istituzione (1997) della riserva naturale.

Nell'area di studio ricadono inoltre nove aree della rete NATURA 2000 (Fig. 5), parzialmente sovrapposte con le aree protette nominate, individuate con delibera della Giunta Regionale del Lazio in attuazione della Dir. 92/43/CEE (meglio nota come Direttiva Habitat). In particolare si tratta di sette Siti di Interesse Comunitario (SIC) e due Zone a Protezione Speciale (ZPS). I SIC sono: Macchia Grande di Focene e Macchia dello Stagneto (317 ha); Macchia Grande di Ponte Galeria (1056 ha); Isola Sacra (26 ha); Castel Porziano (fascia costiera – 428 ha); Castel Porziano (Querceti igrofili – 328 ha); Sughereta di Castel di Decima (538 ha); Antica Lavinium-Pratica di Mare (48 ha). Le ZPS sono invece Lago di Traiano (63 ha) e Castel Porziano (tenuta presidenziale – 6039 ha).

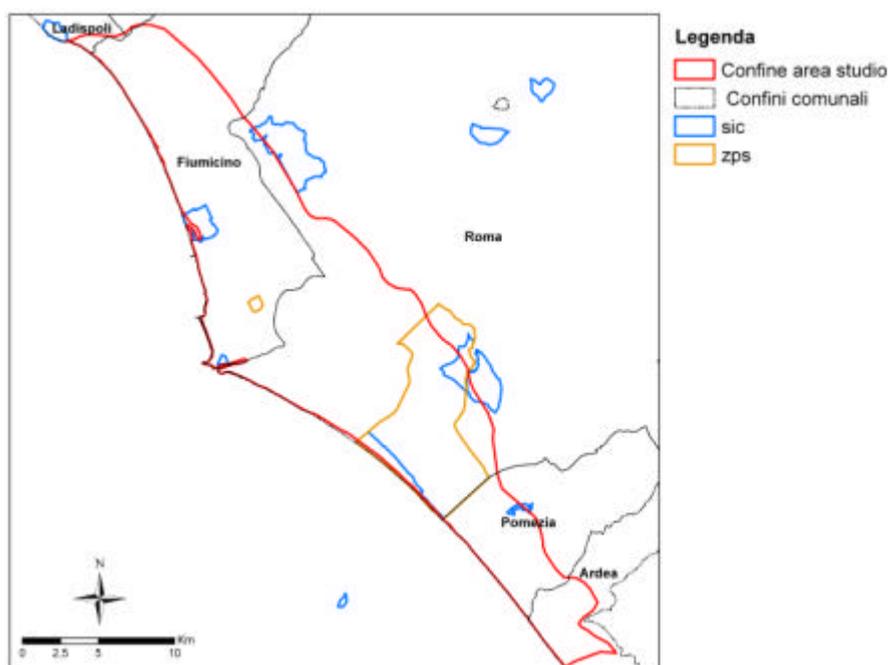


Fig. 5. Carta dei SIC e delle ZPS nell'area della Foce del Tevere.

Questi territori naturali residuali confinanti con la metropoli romana ed immersi in una matrice urbana e agricola rappresentano riserve di naturalità da tutelare e salvaguardare, senza mai sottovalutare la ricorrente minaccia dell'abusivismo edilizio.

3 METODOLOGIA

La necessità di realizzare la Carta della Natura di tutta l'Italia ha comportato la scelta di metodologie di analisi che possano essere facilmente applicate, in maniera estensiva e uniforme, nell'intero territorio nazionale. Pertanto la scelta degli indicatori impiegati nello sviluppo del modello rappresenta un compromesso tra la disponibilità e reperibilità effettive degli indicatori nel Paese in forma omogenea, e la rappresentatività dei risultati con essi ottenuti.

La cartografia degli habitat è il primo passo di Carta della Natura, ossia quello di rappresentare lo stato dell'ambiente. Tale cartografia è guidata da una legenda standard pensata al fine di uniformare le scelte dei differenti botanici per l'attribuzione degli habitat ai codici CORINE Biotopes corrispondenti. Segue poi la fase delle valutazioni che si basano sulla cartografia degli habitat prodotta. Questa fase viene realizzata attraverso procedure GIS, che porteranno alla produzione finale di carte tematiche.

3.1 Realizzazione della carta degli habitat

La realizzazione della carta degli habitat secondo il progetto originario di Carta della Natura segue le seguenti fasi:

1. Valutazione comparata delle immagini.
2. Classificazione preliminare automatica (unsupervised).
3. Intervento degli esperti botanici.
4. Realizzazione della classificazione guidata (supervised).
5. Controlli a terra della carta prodotta ed applicazione di modelli di nicchia.
6. Eliminazione dei poligoni con una superficie inferiore ad un ettaro, scelta come area minima cartografabile per questo progetto.
7. Validazione della mappa e produzione della carta finale degli habitat.

Si passa quindi da un modello di gestione di tipo raster ad un modello di tipo vettoriale e si applicano opportuni algoritmi di generalizzazione al fine di semplificare le geometrie coerenti con la scala di restituzione. Per tali procedimenti vengono utilizzati i software ArcGis versione 9.x ed Erdas Imagine 8.x.

L'area della foce del Tevere fa parte della seconda fase del progetto in cui sono stati studiati 6 milioni di ettari su tutto il territorio nazionale ed era stata dunque originariamente realizzata in

collaborazione con l'università di Trieste e Parma nel 2005. Successivamente alla revisione della legenda degli habitat del CORINE Biotopes utilizzati per Carta della Natura si è ritenuto opportuno aggiornare le carte precedentemente realizzate. Pertanto nell'ambito dello stage prima di poter procedere alle valutazioni è stato necessario effettuare una revisione della carta della foce del Tevere mediante fotointerpretazione, correggendo numerosi errori di assegnazione e aggiornando le voci della legenda utilizzate, allo scopo di raggiungere una soddisfacente corrispondenza tra la carta e la situazione reale.

La fotografia aerea costituisce una delle fonti d'informazione territoriale più importanti e comunemente usate per descrivere ed analizzare il paesaggio. Attraverso l'analisi di tali immagini è infatti possibile raccogliere in forma numerica e grafica le informazioni sulla distribuzione dei pixel componenti la matrice visiva (Farina, 2002). La foto-interpretazione permette dunque di attribuire alle differenti componenti cromatiche di un'immagine distinti caratteri e quindi alle macchie di colore in una foto funzioni e specifici attributi (Farina, 2002). È pertanto possibile tramite questa metodologia sperimentale produrre carte tematiche di vario tipo, incluse le carte degli habitat utilizzate per Carta della Natura. L'utilizzo di Sistemi Informativi Territoriali (GIS) facilita enormemente questo tipo di studio, consentendo la gestione di una considerevole quantità di dati territoriali. Per esempio, le operazioni di overlay topologico permettono di integrare informazioni provenienti da diversi tematismi, come le foto aeree e la cartografia topografica dell'I.G.M., nella creazione delle carte.

Nel presente lavoro la carta degli habitat dell'area della foce del Tevere è stata aggiornata attraverso fotointerpretazione a video di ortofoto digitali di 1 metro di definizione dell'anno 1999-2001, mediante Arc GIS 9.x (ESRI, 2000), un programma per la cartografia e la gestione dei dati in ambiente GIS. Sono stati inoltre utilizzati come supporto nell'elaborazione la cartografia topografica dell' I.G.M., la carta dell'uso del suolo, la carta del substrato geologico, nonché le immagini satellitari per quelle aree che nelle foto aeree erano censurate (per esempio l'aeroporto militare di Pratica di Mare). La carta degli habitat è stata realizzata a scala 1:50.000 con unità cartografabili minime di 1 ettaro.

La carta degli habitat classificati secondo il codice di nomenclatura europea Corine Biotopes così ottenuta rappresenta la base di riferimento per l'attribuzione dei valori: ciascuno degli indicatori utilizzati viene infatti calcolato per ogni biotopo cartografato. In questa carta ogni "poligono" cartografato rappresenta un biotopo al quale è attribuito un codice Corine Biotopes che ne identifica l'habitat.

3.2 Valutazione degli Habitat

La valutazione di ciascun habitat, si ottiene attraverso la stima di tre parametri complessivi (Tab. 1): il Valore Ecologico-Ambientale, inteso come l'insieme di caratteristiche che determinano la priorità di conservazione; la Sensibilità Ecologico-Ambientale, intesa come predisposizione più o meno grande di un habitat al rischio di subire un danno o un'alterazione della propria identità-integrità; la Pressione Antropica. Il disturbo antropico può riguardare sia caratteristiche strutturali sia funzionali dei sistemi ambientali, esso include ogni processo che alteri i tassi di natalità e di mortalità degli individui presenti in un *patch*, sia direttamente attraverso la loro eliminazione, sia indirettamente attraverso la variazione di risorse, di nemici naturali e di competitori in modo da alterare la loro sopravvivenza e fecondità. Viene infine calcolata la Fragilità Ecologica, intesa come associazione tra il grado di Pressione Antropica e quello di Sensibilità Ecologica. Per il calcolo del valore ecologico, della sensibilità e della pressione antropica, sono stati scelti indicatori in possesso dei seguenti requisiti: essere significativi alla scala di analisi 1:50.000; essere supportati da letteratura scientifica e documenti ufficiali; essere reperibili e omogenei sull'intero territorio nazionale.

Tab. 1. Parametri per la valutazione degli habitat e loro indicatori.

	Valore Ecologico	Sensibilità Ecologica	Pressione Antropica
Indicatori	Inclusione in SIC e ZPS	Appartenenza o meno a lista Habitat Prioritari	Frammentazione da rete viaria
	Direttiva Habitat	Presenza attesa di vertebrati a rischio	Costrizione del biotopo
	Presenza potenziale di vertebrati	Presenza di vegetali a rischio	Diffusione del disturbo antropico
	Presenza di vegetali a rischio	Distanza dal biotopo più vicino dello stesso tipo di habitat	
	Ampiezza rispetto a habitat di appartenenza	Ampiezza rispetto a habitat di appartenenza	
	Appartenenza o meno ad habitat rari	Appartenenza o meno ad habitat rari	
	Rapporto perimetro/area		

3.3 Indicatori per la stima del Valore Ecologico

Il valore ecologico viene inteso con l'accezione di pregio naturalistico e per la sua stima ci si è concentrati su un set di indicatori sostanzialmente riconducibili a tre diverse categorie: una che

considera la presenza di aree e habitat istituzionalmente segnalate e in qualche misura già vincolate da forme di tutela, un'altra che invece tiene conto degli elementi di biodiversità che caratterizzano i biotopi e una terza categoria che include i parametri strutturali riferiti alle dimensioni, alla diffusione e alle forme dei biotopi .

Per le liste di specie animali e vegetali che vengono utilizzate per il calcolo di alcuni degli indicatori sottoelencati, ci si attiene a dati ufficiali, ossia pubblicati e di validità riconosciuta in ambito nazionale e/o internazionale. Infine si specifica che, in un'ottica di integrazione tra gli ambienti naturali, seminaturali e antropizzati, gli indicatori di seguito descritti vengono calcolati per tutti i tipi di habitat ad eccezione delle aree urbane, delle aree industriali, delle aree di cava e delle discariche, poiché ciò non avrebbe senso, per come sono stati concepiti gli indicatori di valore ecologico.

a) Valore del biotopo in relazione alla sua inclusione o meno in un SIC (aree progetto Bioitaly), in una ZPS secondo la legge 11/9/92 e D.M. Aprile 2000 (Direttiva Uccelli), in un'area Ramsar D.P.R. n° 440 del 1976 (Convenzione di Ramsar sulle zone Umide)

Si confronta il mosaico dei biotopi Corine con le aree dei SIC, delle ZPS e delle aree Ramsar.

I biotopi che risulteranno inclusi almeno per il 50% (\geq al 50%) nell'area di un SIC, ZPS o con le aree delle zone umide della Convenzione Ramsar, assumeranno valore=1 per ciascuno dei tre casi sopra citati. Quelli esclusi o inclusi per meno del 50% assumeranno valore=0. Successivamente si calcola la media dei punteggi così assegnati ottenendo i seguenti risultati: nel caso in cui un biotopo dovesse ricadere contemporaneamente in un SIC, ZPS e area Ramsar, gli si attribuisce un valore pari a $3/3=1$; se in due delle tre tipologie di aree istituzionalmente "segnalate", avrà un punteggio pari a $2/3=0,66$; se in una sola $1/3=0,33$.

b) Valore del biotopo in base alla sua appartenenza o meno alla lista degli habitat di interesse comunitario (allegato 1 della Direttiva Habitat CEE 92/43).

L'elenco degli habitat cartografati si confronta con l'elenco degli habitat di interesse comunitario presenti nell'allegato 1 della Direttiva Habitat CEE 92/43, prioritari e non.

Si assegna punteggio=1 ad ogni biotopo il cui habitat è compreso nell'elenco degli habitat di interesse comunitario; punteggio=0 ad ogni biotopo il cui habitat non vi è compreso.

c) Valore del biotopo per la presenza potenziale di Vertebrati (senza distinguere tra quelli a rischio e non) in ciascun tipo di habitat.

Questo indicatore può anche definirsi come indicatore di “ricchezza di specie dei vertebrati”. Deriva dall’elenco dei vertebrati italiani della check list nazionale (solo quelli che si riproducono su territorio nazionale) e dai relativi areali di distribuzione potenziale indicati da Boitani (2001).

Tra tutti gli areali di presenza potenziale dei vertebrati italiani, si selezionano quelli che interessano l’area studiata. Per ciascuna specie così identificata, si associa la relativa idoneità o non idoneità a ciascun habitat cartografato e presente nell’area. L’idoneità di un habitat per ciascuna delle specie considerate, viene sintetizzata da un punteggio = 1, mentre la non idoneità di un habitat è espressa da un punteggio = 0. Successivamente si confronta il mosaico dei biotopi cartografati con ciascun areale e si considera incluso in quell’areale ogni biotopo la cui superficie è parzialmente o totalmente inclusa in quell’areale. Per ogni vertebrato presente ed idoneo, si assegna al biotopo un punteggio = +1.

d) Valore del biotopo per la presenza di vegetali a rischio di estinzione in ciascun tipo di habitat.

Al momento, la mancanza delle check list complete relative alla flora a livello nazionale e dei relativi areali di distribuzione, fa sì che vengano considerati come indicatori di pregio, almeno la presenza potenziale delle specie vegetali a rischio per le quali si fa riferimento alla lista rossa nazionale, integrata con le liste rosse regionali (Conti et al. 1997).

Tra le specie floristiche a rischio, si selezionano quelle che interessano l’area studiata. Per ciascuna specie così identificata, si associa la relativa idoneità o non idoneità a ciascun tipo di habitat cartografato e presente nell’area. L’idoneità di un habitat per ciascuna delle specie potenzialmente presenti nell’area studiata, viene sintetizzata da un punteggio = 1, mentre la non idoneità di un habitat è espressa da un punteggio = 0. Per ogni vegetale a rischio presente, si assegna al biotopo un punteggio = +1.

e) Valore del biotopo in base alla sua ampiezza rispetto all’ habitat di appartenenza

Per ciascun tipo di habitat presente nell’area di studio, si calcola l’area media da esso occupata e l’area (in ha) di ciascun biotopo ad esso appartenente. Se l’ampiezza di un biotopo è uguale o supera del 25% l’ampiezza media dell’habitat cui appartiene ($\geq 125\%$ dell’ampiezza media

dell'habitat cui appartiene), si attribuisce al biotopo un punteggio = 1; in caso contrario un punteggio = 0

f) Valore del biotopo in base alla sua appartenenza o meno ad habitat rari.

Si assume che siano rari gli habitat che occupano una superficie inferiore al 5% della superficie totale dell'area studiata.

Si determina per ogni tipo di habitat l'area totale (in ha). Successivamente si calcola la percentuale di area occupata da ogni tipo di habitat rispetto all'area totale dell'area studiata. Si attribuisce punteggio=1 agli habitat con estensione inferiore o uguale al 5% dell'area studiata e punteggio=0 agli habitat con estensione superiore al 5%.

g) Valore del biotopo in base al rapporto perimetro/area.

Esso esprime la complessità della forma di ogni biotopo. Poiché l'efficienza dei sistemi ecologici è assicurata anche dai processi di scambio che avvengono tra un biotopo e l'altro, la misura del rapporto perimetro/area rappresenta un indicatore di buona funzionalità del sistema in quanto si assume che genericamente le forme più complesse offrano maggiori possibilità di scambio.

Questo indicatore ha senso per gli habitat naturali, dal momento che la funzionalità di un ambiente antropizzato non dipende dalla distribuzione dei propri confini, determinati artificialmente. Pertanto si calcola solamente per gli habitat naturali, escludendo quindi dal calcolo tutti gli habitat della categoria "8" del Corine Biotopes. Per ogni biotopo si calcola il rapporto tra perimetro e area.

3.4 Indicatori per la stima della Sensibilità Ecologica

La stima della sensibilità è finalizzata ad evidenziare quanto un biotopo sia intrinsecamente e per cause naturali, soggetto al rischio di degrado o perché popolato da specie animali e vegetali incluse nelle liste rosse nazionali e regionali oppure per caratteristiche strutturali (Ratcliffe 1971; 1976). Gli indicatori utilizzati sono riconducibili alle tre categorie sopra descritte per il calcolo del valore ecologico.

Anche gli indicatori di sensibilità non vengono calcolati per i centri abitati, le zone industriali, le cave e le discariche.

a) Sensibilità del biotopo in base alla sua appartenenza o meno alla lista degli habitat di tipo Prioritario dell'allegato 1 della Direttiva CEE 92/43.

Tra tutti gli habitat di interesse comunitario si prendono in considerazione solo gli habitat prioritari presenti e evidenziati con un asterisco nell'allegato 1 della Direttiva Habitat CEE 92/43.

Per ogni area di studio si confronta l'elenco degli habitat cartografati con quelli di interesse comunitario considerati prioritari. Ad ogni biotopo si assegna punteggio=1 se esso appartiene ad un habitat prioritario; altrimenti punteggio=0.

b) Sensibilità del biotopo per la presenza attesa di vertebrati a rischio di estinzione in ciascun tipo di habitat.

E' data dalla somma pesata dei vertebrati a rischio presenti in un habitat e quindi potenzialmente presenti in ciascuno dei biotopi appartenenti a quell'habitat. Per l'elenco dei vertebrati a rischio è stata utilizzata la lista rossa del WWF (Calvario & Sarrocco, 1997). Ad ogni grado di rischio per la singola specie è associato un coefficiente moltiplicatore da applicare al numero di vertebrati aventi quello specifico grado di rischio.

Si opera esattamente come al punto c) del valore ecologico ma prendendo in riferimento solo le specie dei vertebrati a rischio. Si calcola poi il numero dei vertebrati a rischio che insistono su ogni determinato biotopo differenziandoli in base al grado di rischio (CR,EN,VU) e si moltiplica per il relativo coefficiente moltiplicatore (Critical: *3; Endangered: *2; Vulnerable: *1). Si sommano poi i valori ottenuti.

c) Sensibilità del biotopo per la presenza di vegetali a rischio di estinzione in ciascun tipo di habitat.

E' data dalla somma pesata dei vegetali a rischio presenti in un habitat e quindi potenzialmente presenti in ciascuno dei biotopi appartenenti a quell'habitat. La lista delle specie a rischio è dedotta da Conti et al. (1997) integrata con le specie presenti nelle liste rosse regionali.

Si opera esattamente come al punto d) del Valore Ecologico. Le specie a rischio vengono a priori attribuite a ciascun habitat relativamente all'area studiata. Quindi per ogni biotopo, si calcola la somma pesata data da tutte le specie a rischio potenzialmente presenti nell'habitat di appartenenza. I pesi considerati sono i medesimi che nel caso dei vertebrati (punto b).

d) Sensibilità del biotopo in relazione alla sua distanza dal biotopo più vicino appartenente allo stesso tipo di habitat.

Questo indicatore è una misura del grado di isolamento di un biotopo. Per ogni biotopo appartenente ad un dato habitat si calcola la distanza da quello più vicino appartenente allo stesso habitat.

Si calcola in metri la distanza minima tra i perimetri dei biotopi. Questo indice può variare da un valore minimo di 30 metri (valore del pixel), ed un valore massimo pari alla diagonale del rettangolo che circonda l'area, quando nell'area un habitat è presente con un solo biotopo.

e) Sensibilità del biotopo in base alla sua ampiezza rispetto all' habitat di appartenenza.

Per ogni habitat entro un'area di studio si determina la sua ampiezza media, intesa come totale delle ampiezze (in ha) di tutti i biotopi di quell'habitat diviso il numero dei poligoni afferenti a quella tipologia di habitat. L'ampiezza di ogni biotopo di un certo habitat viene quindi rapportata all'ampiezza media di quell'habitat.

Se un biotopo ha un'ampiezza inferiore allo 0,5% dell'ampiezza media del suo habitat, al biotopo si assegna un punteggio = 3; se un biotopo ha un'ampiezza compresa tra lo 0,5% e 1% dell'ampiezza media del suo habitat, al biotopo si assegna un punteggio = 2; se un biotopo ha un'ampiezza compresa tra il 5% e 1% dell'ampiezza media del suo habitat, al biotopo si assegna un punteggio = 1; infine, se un biotopo ha un'ampiezza superiore al 5% dell'ampiezza media del suo habitat, al biotopo si assegna un punteggio = 0.

f) Sensibilità del biotopo in base alla sua appartenenza o meno ad habitat rari.

Si determina l'area totale (in ha) per ogni tipo di habitat. Successivamente si calcola la percentuale di area occupata da ogni habitat rispetto alla superficie totale dell'area. Si attribuisce punteggio=3 ai biotopi di un habitat con estensione inferiore allo 0,5% dell'area totale. Si attribuisce punteggio=2 ai biotopi di un habitat con estensione compresa tra lo 0,5% e l'1% dell'area totale. Si attribuisce punteggio=1 ai biotopi di un habitat con estensione compresa tra il 5% e l'1% dell'area totale. Infine si attribuisce punteggio=0 ai biotopi di un habitat con estensione superiore o uguale al 5% dell'area totale.

3.5 Indicatori per la stima della Pressione Antropica

I calcoli relativi alla pressione antropica sono limitati ad una stima indiretta e sintetica del grado di impatto dovuto alla presenza dell'uomo e alle infrastrutture sul territorio, mentre non sono esaurienti per una stima degli effetti delle attività agricole, industriali e zootecniche. Per questi ultimi, i dati ISTAT disponibili per l'intero territorio nazionale, forniscono informazioni a livello comunale e provinciale e il loro utilizzo comporterebbe grandi approssimazioni, tali da compromettere la veridicità del risultato ottenibile con la loro introduzione.

a) Grado di frammentazione di un biotopo, prodotto dalla rete viaria.

Rappresenta la lunghezza di autostrade, strade statali, strade provinciali e ferrovie che attraversano ogni biotopo (in metri) rispetto all'ampiezza del biotopo (in metri). Si confronta il mosaico dei biotopi CORINE Biotopes con il reticolo della rete viaria e ferroviaria. Si assegnano dei pesi ai differenti tipi di rete viaria (autostrade: 3, strade statali e provinciali: 2, ferrovie: 1). Si calcola quindi la somma pesata dei metri di autostrade, strade statali, e ferrovie che attraversano ogni singolo biotopo. Il rapporto tra la somma pesata dei metri e la superficie del biotopo espressa in metri ci dà il valore della pressione antropica da frammentazione indotta dalle infrastrutture viarie (grado di frammentazione – gf).

$$gf = \frac{(m_{\text{autostrade}} \times 3) + (m_{\text{strade statali}} \times 2) + (m_{\text{strade provinciali}} \times 2) + (m_{\text{ferrovia}} \times 1)}{\text{Area del biotopo in m}}$$

b) Costrizione del biotopo.

Rappresenta quanto un biotopo è disturbato per l'adiacenza ad aree antropizzate quali aree agricole, centri abitati, cave, discariche, siti contaminati ai sensi della 471/99 e modificazioni successive. Ad ogni biotopo si attribuisce un coefficiente in base alla seguente tabella:

CATEGORIA	CODICI	COEFFICIENTE
Agricoli	da 8 a 83.22	1
Piantagioni	83.3x	0
Filari e pascoli	84.x	0
Parchi urbani	da 85 a 85.4	1
Urbano	da 86 a 86.2	2
Industrie attive	86.3	4
Industrie abbandonate e cave	da 86.4 a 86.43	3
Siti archeologici	da 86.5 a 86.6	2
Discariche	da 87 a 87.2	4

Si calcolano i metri di adiacenza tra un biotopo e le aree occupate dalle suddette categorie di aree antropizzate; si moltiplicano i metri per il relativo coefficiente e si calcola il rapporto con il perimetro del biotopo. Se un biotopo confina con più di uno di questi “detrattori ambientali”, si moltiplicano i metri di adiacenza con ciascun tipo di “detrattore” per il relativo punteggio, si sommano i diversi contributi e poi si calcola il rapporto con il perimetro del biotopo.

c) Diffusione del disturbo antropico

Consente una stima indiretta e sintetica degli impatti dovuti alla presenza umana sul territorio e dunque del disturbo antropico gravante sui biotopi. Rispetto ai due indicatori sopra descritti, questo parametro apporta ulteriori informazioni per quanto concerne il grado di disturbo indotto sul territorio circostante da un nucleo urbano, proporzionalmente alle sue dimensioni e alla sua popolazione (residente), in funzione inversa rispetto alla distanza e ad eventuali impedimenti geomorfologici (rilevati dal DTM ricampionato a 100m). Si utilizzano i dati del censimento ISTAT 2001 relativi alle perimetrazioni delle località abitate e al numero di abitanti per ogni località abitata che ricade in un raggio di 15Km rispetto all’area di studio. Attraverso un algoritmo basato sui dati citati si calcola, per ciascuna località, la “diffusione del disturbo antropico” (DDA) di ogni pixel. Sommando per ciascun pixel la DDA calcolata per ciascuna località si realizza una Carta della “diffusione del disturbo antropico” totale in formato raster. Successivamente si sovrappone a questa carta la carta dei biotopi e ad ogni biotopo si assegna il valor medio di DDA di tutti i pixel ricadenti nell’unità ambientale.

3.6 Valore, Sensibilità e Pressione Antropica complessivi

Per il calcolo del valore ecologico, della sensibilità e della pressione antropica complessivi, si utilizza il metodo del vettore ideale, che permette di valutare (classificare) ogni biotopo rispetto alla sua distanza dalla condizione ecologica ottimale data dal massimo valore, minima sensibilità e minima pressione antropica .

Ciascun indicatore (di valore o di sensibilità o di pressione antropica) opera su una sua scala di misura che gli è propria e in relazione al fenomeno diverso che deve quantificare. Ne risulta pertanto che gli indicatori sono tra loro dimensionalmente incomparabili e non integrabili direttamente in un indice unico su una scala oggettiva priva di interventi soggettivi dovuti all’operatore. A fronte di questo complesso problema è stata individuata e applicata una metodologia che permette di integrare in termini oggettivi i contributi di ciascun indicatore in

un indice unico di natura quantitativa che racchiude tutta l'informazione proveniente da tutti gli indicatori afferenti allo stesso biotopo; e derivare mediante un indice una graduatoria univoca e su base oggettiva (di valore, di sensibilità o pressione antropica) che riguarda i biotopi di una data area di studio.

Ogni indicatore subisce una doppia trasformazione statistica di scala (Ranging and Standardization):

$$a_i^* = \frac{a_i - a_{\min}}{a_{\max} - a_{\min}}$$

a_i = valore attuale dell'indicatore sulla scala originaria.

a_{\min} = valore minimo dell'indicatore sulla sua scala originaria.

a_{\max} = valore massimo dell'indicatore sulla sua scala originaria.

Tutti gli indicatori, qualunque fosse la scala originaria, sono ricondotti su una scala unica compresa tra 0 e 1 e risultano comparabili tra loro.

Quindi si procede alla costruzione del Vettore Ideale appropriato. Il Vettore Ideale è quello derivante dal contestuale valore massimo di ciascun indicatore, ovvero il vettore delle migliori performance possibili tra tutte quelle degli habitat dell'area di studio. Se un parametro rappresenta un "cost", la performance ideale è quella dell'habitat che ha il valore minore per quell'indicatore. Se un parametro rappresenta un "benefit", la performance ideale è quella dell'habitat che ha il valore maggiore per quell'indicatore.

Pertanto per il Valore ecologico il Vettore Ideale è:

[1 1 1.....1] Massimo valore

Per la Sensibilità ecologica il Vettore Ideale sarà:

[0 0 0.....0] Minima sensibilità

Per la pressione antropica il Vettore Ideale sarà:

[0 0 0.....0] Minima pressione antropica

Ogni biotopo viene valutato per la sua distanza multidimensionale dalla situazione ottimale espressa dal Vettore ideale. Più la distanza è piccola più il biotopo è complessivamente vicino alla situazione ideale di massimo valore, minima sensibilità, minima pressione antropica, e dunque migliore è la performance globale di quell'habitat.

La distanza d , nel caso per esempio del valore ecologico, sarà data da

$$d = \sqrt{v \left[(1 - a^*1)^2 + (1 - a^*2)^2 + (1 - a^*3)^2 \right]}$$

dove $a^*1, a^*2, a^*3 \dots\dots$ sono i valori numerici, già trasformati, dei diversi indicatori di valore ecologico che afferiscono allo stesso habitat. Si dimostra che la distanza "d" dal vettore ideale è sempre inclusa in un intervallo chiuso tra 0 e \sqrt{vn} essendo n il numero degli indicatori. Nel nostro caso, poiché gli indicatori sono 7, "d" sarà compresa tra 0 e $\sqrt{v7}$.

Questa impostazione metodologica usa tutte le informazioni disponibili ed è del tutto oggettiva senza l'intervento di punteggi, sempre soggettivi, e pertanto le graduatorie dei biotopi così ottenute sono univoche e replicabili.

3.7 Fragilità Territoriale

Nella letteratura ecologica la Fragilità ecologica di una unità ambientale è associata al grado di Pressione Antropica e alla predisposizione al rischio di subire un danno (Sensibilità Ecologica). L'attenzione finale è anzitutto focalizzata sugli habitat caratterizzati da elevata Fragilità senza trascurare quelli a minor grado di Fragilità. E' stato messo a punto un approccio di valutazione comparativa del tipo cross-tabulation che individua una casistica di situazioni ambientali (habitat CORINE) caratterizzate da combinazioni di valori di Sensibilità ecologica e di Pressione antropica. Vengono classificate in 4 intervalli sia la Sensibilità Ambientale che la Pressione Antropica nel seguente modo: si fissa il valore medio esattamente al centro delle 4 classi e cioè fra la classe Media e quella Alta, e si determinano le quattro classi in base alla deviazione standard dei valori numerici:



La Fragilità si ottiene quindi dalla combinazione della Pressione Antropica con la Sensibilità Ambientale secondo una matrice che relaziona le quattro classi di valori per la sensibilità e per la pressione antropica.

Le classi vengono combinate secondo la matrice sotto riportata.

		<i>sensibilità</i>			
		Bassa	Media	Alta	Molto Alta
<i>pressione antropica</i>	Bassa	Bassa	Bassa	Media	Media
	Media	Bassa	Media	Media	Alta
	Alta	Media	Alta	Alta	Molto Alta
	Molto Alta	Alta	Alta	Molto Alta	Molto Alta

4 RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 La carta degli habitat

Nell'area della Foce del Tevere sono state riscontrate 30 tipologie di habitat CORINE Biotopes, di cui 19 sono tipologie naturali e 11 a diverso grado di influenza antropica (da agricole a urbane). Nella Fig. 6 è illustrata la carta degli habitat dell'area di studio.

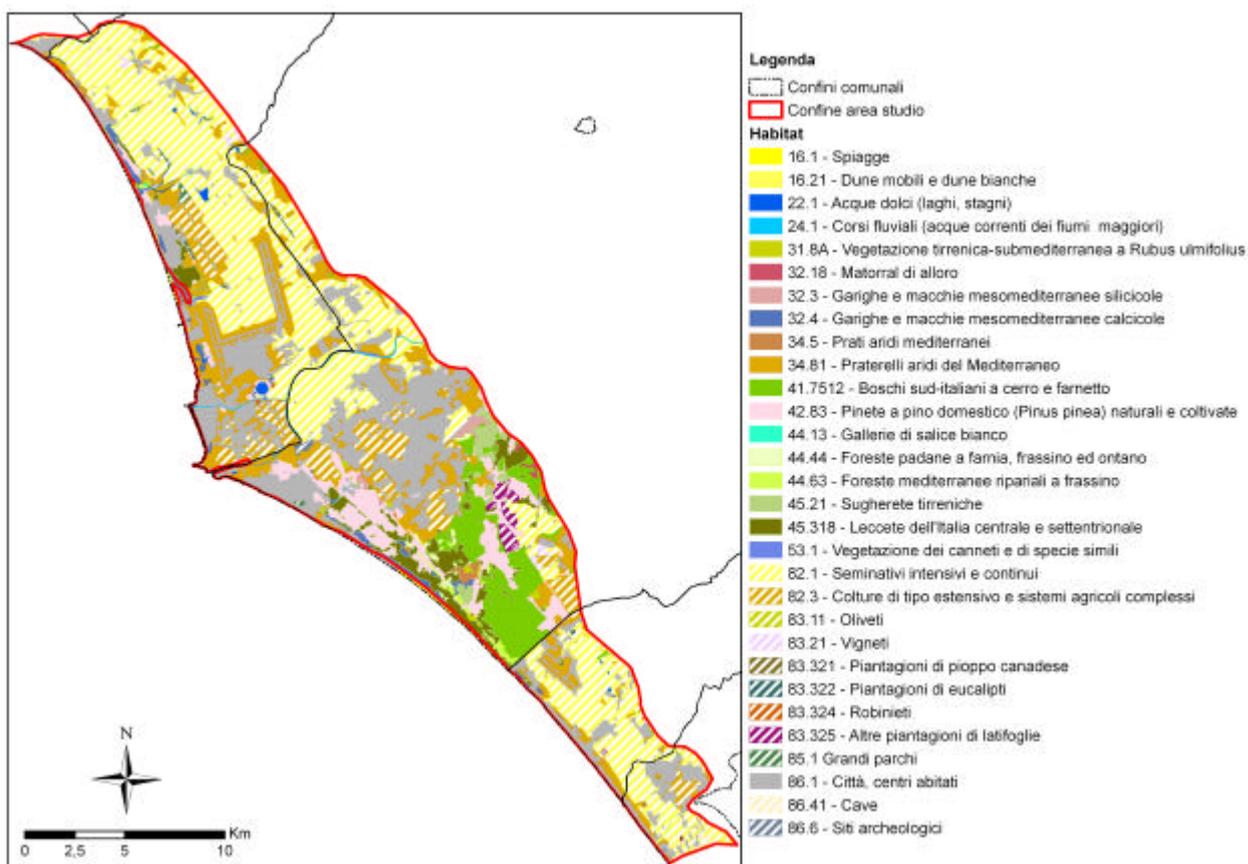


Fig. 6. Carta degli habitat dell'area della Foce del Tevere

Di seguito vengono descritti gli habitat cartografati, indicati dal loro codice CORINE Biotopes.

1 Comunità costiere ed alofile

16.1 Spiagge

In questa classe ricadono le spiagge sia nella loro porzione afitoica (ovvero priva di vegetazione fanerofitica) sia le prime comunità vegetali annuali (*Cakiletea maritima*). Questi ambienti sono fortemente determinati dai parametri ambientali limitanti (mareggiate, venti salsi, incoerenza del substrato, ecc.) e sono dunque notevolmente dinamici. Spesso questi habitat sono inoltre fortemente soggetti al turismo balneare estivo, che purtroppo non è possibile prendere in considerazione per le valutazioni di Carta della Natura.

16.21 Dune mobili e dune bianche

Questa tipologia è strettamente legata alla precedente. E' uno degli habitat del sistema dunale costiero e rappresenta la porzione ancora direttamente influenzata dall'azione erosiva e di deposito del mare e dei venti salsi e quindi ancora molto dinamica. Le dune si formano a 30–200 metri dalla riva del mare e vengono dapprima colonizzate da *Elymus farctus* e poi consolidate da *Ammophila arenaria*. Sono state riscontrate in diversi tratti del litorale cartografato come a Capocotta, Castel Porziano, Castelfusano, Coccia di Morto, foce del Tevere.

2 Acque non marine

22.1 Acque dolci (Laghi, stagni)

In questa classe ricadono tutti i laghi naturali e quelli artificiali il cui perimetro viene ben individuato.

In realtà la loro superficie è priva di vegetali superiori. Dal punto di vista vegetazionale vengono qui inclusi i ridotti lembi di vegetazione idrofitica pleustofitica (natante) e rizofitica (radicante) presenti.

E' importante segnalare che possono essere inclusi anche alcuni lembi di vegetazione spondicola ad elofite quali canneti e/o tifeti e quindi le comunità anfibiae. Si considera quindi l'ecosistema lacustre nel suo complesso. Il principale bacino nell'area di studio è rappresentato dal lago artificiale di Traiano.

24.1 Corsi fluviali (acque correnti dei fiumi maggiori)

Il principale corso fluviale è ovviamente quello del Tevere, ma sono presenti numerosi altri canali e corsi d'acqua che ricadono in questa categoria.

3 Cespuglieti e praterie

31.8A Vegetazione tirrenica-submediterranea a *Rubus ulmifolius* (Pruno-Rubion)

Si tratta di formazioni dominate soprattutto da specie sarmentose come *Rubus ulmifolius*, su suoli relativamente ricchi in materia organica. Sono aspetti di degradazione o incespugliamento legati a boschi a caducifoglie e ad alcune leccete.

32.18 Matorral di alloro

Formazioni di climi più umidi con alti individui di *Laurus nobilis* che si sviluppano su una macchia mesofila. Si riscontra nelle foreste di Castel Porziano (Valle Renaro, Grotta Romagnola).

32.3 Garighe e macchie mesomediterranee silicicole

Si tratta di formazioni arbustive mesomediterranee che si sviluppano su suoli silicicoli. Sono stadi di degradazione o di ricostruzione legati ai boschi del *Quercion ilicis* o spesso nell'area di studio alle sugherete, solitamente su suoli tronchi della duna antica a chimismo acido. Comprende prevalentemente formazioni che si installano in seguito ad incendi nelle foreste delle zone calde europee. Le diverse macchie possono essere dominate da specie diverse di ericaceae quali *Arbutus unedo*, *Erica arborea* e *Erica scoparia* oppure da cisti quali *Cistus salvifolius*. Si riscontrano soprattutto all'interno dell'area di Castel Porziano.

32.4 Garighe mesomediterranee calcicole

Comprende comunità a cespugli e terofite stenomediterranee di piccole dimensioni che si sviluppano su suoli calcarei basici poco profondi periodicamente visitati dal fuoco della duna recente. Spesso dominate da *Cistus creticus ssp. eriocephalus* e specie dei *Rosmarinetea*. In generale rappresentano formazioni secondarie legate al *Quercion ilicis* e in questo senso sono state spesso incluse in questa categoria anche le Macchie termoxerofile di tipo chaparral (*Pistacio lentisci-Rhamnetalia* Rivas-Mart.1975) diffusa nelle coste mediterranee meridionali, quando erano troppo basse per rientrare nella lecceta. Tra le specie caratteristiche di ordine presenti a Castelporziano ricordiamo *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus* e *Juniperus phoenicea*.

34.5 Prati aridi Mediterranei

Si tratta di pascoli aridi e estensioni prative della Duna Recente, generalmente presenti su suoli basici (tufo e sabbia), caratterizzati da un alto numero di specie annuali e di piccole emicriptofite, quali *Dasypyrum villosum*, *Carlina corymbosa*, *Aegilops geniculata*, *Hypochoeris achyrophorus*, *Galactites tomentosa*, *Vulpia ligustica*, *Asphodelus aestivus*, *Bromus madritensis*, *Lotus ornithopodioides*, ecc. Sono riconducibili alla classe *Thero-Brachypodietea*, che riunisce gli aspetti di vegetazione xerofila con fisionomia pseudosteppica del bacino occidentale del Mediterraneo.

34.81 Pratelli aridi del Mediterraneo

Si tratta di vegetazione prativa mediterranea subnitrofila (pascoli ed ex-coltivi aridi) della Duna Antica e delle colline tufacee, su suoli acidi e subacidi ricchi di nutrienti. Si può riferire all'ordine *Brometalia rubenti-tectorum* Rivas-Martinez et Izco 1977 ed è dominata da piccole terofite pioniere, tra cui diverse specie di *Bromus*, *Aegilops* e *Vulpia*. Si tratta di formazioni ruderali più che di prati pascoli.

4 Foreste

41.7512 Boschi sud-italiani a cerro e farnetto

Si tratta di un bosco del piano collinare e montano che può essere inserito nella fascia di transizione tra il bioclina mesomediterraneo e quello supramediterraneo ed è dominato da diverse querce. In particolare, notevole importanza ha in frequenza e copertura *Quercus frainetto*, specie tipica delle foreste termofile a caducifoglie dell'Europa Sud-Orientale con areale centrato nelle regioni balcaniche (Pignatti et al. 2001). Sul litorale tirrenico si trovano soprattutto sui suoli maggiormente evoluti (Alfisuoli) e in condizioni di relativa disponibilità idrica. Generalmente i popolamenti a dominanza di *Quercus frainetto* sono discontinui nel litorale tirrenico per la coincidenza con zone di antica vocazione agricola e sono collegati a condizioni di aridità più spinte rispetto a quelli a dominanza di *Quercus cerris*. Il loro degrado verso tipi vegetazionali maggiormente ascrivibili ai *Quercetea ilicis* è da ascrivere all'impoverimento dei suoli, al disturbo dei pascolanti e all'abbassamento della falda. L'abbondanza locale di specie quali *Erica arborea* e *Quercus suber*, potrebbe essere riferita a

facies termofile e acidofile che sono state allargate e influenzate dall'incendio, dal pascolo e dalla selezione umana (Pignatti et al. 2001).

Nel caso dell'area di studio questa associazione trova il massimo sviluppo sui terreni della duna antica, su sabbie decalcificate ricche in silice, e sui terreni derivati dalla degradazione del tufo nella tenuta di Castelporziano. Qui possiamo individuare tre comprensori principali, evidentemente sottoposti nel passato a differenti forme gestionali ma connessi anche a diverse condizioni ecologiche relative soprattutto alla profondità e permanenza della falda (Pignatti et al. 2001):

- Comprensorio Tellinero-Piscina Colonna-Capocotta: in questa zona la farneta si mostra ben sviluppata. Si tratta di cerrete relativamente mesofile legate a elevato livello di falda che si rivela con numerose piscine ove sono rilevanti gli addensamenti a *Quercus robur*.
- Comprensorio Poggio dei Corsi-Camilletto-Piscina Chiara: qui la farneta è frammentata ed il sottobosco è dominato dalle specie del *Viburno-Quercetum ilicis*: in particolare si possono osservare silvofacies che sfumano verso l'ericeto e silvofacies che tendono verso la sughereta a testimoniare passate attività silvoculturali e pastorali a pesante impatto.
- Comprensorio Valle Carbonara-Grotta Romagnola-Santo Quercio: in questa zona, caratterizzata da profonde forre e da terreni sia di origine tufacea che sabbiosa, la farneta è relativamente continua e le facies sembrano influenzate principalmente dal tipo di substrato, dall'inclinazione e dall'esposizione.

42.83 Pinete a pino domestico (*Pinus pinea*) naturali e coltivate

Si tratta degli antichi impianti di *Pinus pinea* e alcune popolazioni, forse naturali, diffuse sulle coste della penisola italiana e nelle isole maggiori.

Nell'area di studio il comprensorio principale è quello di Castel Fusano, dove le pinete sono formazioni di origine artificiale che hanno cominciato a essere impiantate nel XVIII secolo dagli Aldobrandini, sia per prosciugare il terreno, sia per assicurarsi la produzione di pinoli (Bianco et al. 2003). A partire dagli anni '70 si avvia un rapido processo di degrado della pineta per effetto dell'aerosol marino, ma parallelamente il bosco di leccio inizia a prendere il sopravvento. Le pinete, più o meno a mosaico con la lecceta, occupano una notevole superficie di questa tenuta (circa il 70 % prima dell'incendio rovinoso del 2001). Pur non essendo una formazione naturale sono ormai inserite nel paesaggio, e in alcuni casi, quando il pino raggiunge grandi dimensioni, hanno un notevole valore estetico (Lucchese & Pignatti

1990).

Le pinete di Castel Fusano sono costituite soprattutto da *Pinus pinea*, anche se esiste una piantagione piuttosto estesa di *Pinus halepensis* lungo la litoranea. Queste due specie non presentano rinnovamento naturale. *Pinus pinaster* è stato piantato invece sulla duna, nell'area di Preparco, dove si riproduce naturalmente e si è ben inserito nell'ambiente naturale tanto da sembrare apparentemente spontaneo (Bianco et al. 2003).

Fisionomicamente si possono distinguere tre tipi di pinete (Bianco et al. 2003). Il più suggestivo dal punto di vista estetico era la pineta di 100-120 anni, distrutta completamente dall'incendio del 2001, con esemplari piuttosto radi, alti circa 20 m, e con sottobosco molto sviluppato costituito ora da macchia ora da frammenti di lecceta. Queste pinete monumentali erano diffuse soprattutto a nord-est di via della Villa di Plinio. Il secondo tipo di pineta è la pineta giovane, di circa 50 anni, con alberi alti 10-15 m, fitta e chiusa. Questa pineta non è stata sottoposta ai diradamenti necessari a una specie eliofila come *Pinus pinea* ed è in stato di grave deperimento. Il sottobosco è sparso, però con una buona rappresentazione delle specie della lecceta. Il terzo tipo di pineta è costituito da un mosaico di piccoli nuclei di pino e di lecceta a mosaico, e si rinviene soprattutto nel settore subcostiero meridionale del Parco.

44.13 Gallerie di Salice bianco

Si tratta delle foreste formate da salici bianchi e pioppi neri arborei che occupano le porzioni meno interessate dalle piene dei grandi greti fluviali, oppure formano gallerie nelle porzioni inferiori del corso dei fiumi. Possono essere dominati esclusivamente dal salice bianco (su substrati più fini con maggior disponibilità idrica), o essere miste *Populus nigra/Salix alba*. Nell'area di studio si trovano soprattutto nell'area di Fregane-Maccarese nei pressi della foce dell'Arrone. Inoltre, una vegetazione igrofila a pioppo bianco (*Populus alba*), pioppo nero (*Populus nigra*), salice bianco (*Salix alba*) e, più raramente, ontano nero (*Alnus glutinosa*) si sviluppa lungo le rive del Tevere. La vegetazione è fortemente degradata come dimostra la mancanza di specie erbacee associate al pioppeto-saliceto e l'invasione del sottobosco da parte dei rovi; questo stato di degradazione va imputato in parte all'impatto diretto delle opere di arginatura del Tevere, in parte all'eutrofizzazione delle acque. Tuttavia, la vegetazione ripariale è costituita da specie a rapido accrescimento, e potrebbe ritornare a condizioni di buona naturalità qualora cessassero i fattori di degradazione. Inoltre l'asta fluviale del Tevere costituisce un importante corridoio biologico, in quanto frammenti del pioppeto-saliceto si

rinvengono fin nel centro di Roma e tornano a essere sviluppati nell'area nord della città, per ricollegarsi poi al tratto extraurbano del Tevere.

44.44 Foreste padane a farnia, frassino e ontano (Polygonatum multiflori-Quercetum roboris, Quercus-Ulmetum)

Si tratta di un'associazione subigrofila a forte impronta eurasiatica dominata da caducifoglie, in particolare la farnia (*Quercus robur*), e diffusa soprattutto in stazioni soggette a inondazione della Pianura Padana e delle valli. Nell'ambiente mediterraneo è frammentaria e limitata, in forme molto impoverite, a zone paludose a falda elevata anche d'estate, periodicamente sommerse in autunno e primavera. Può essere considerato uno stadio intermedio tra la vegetazione palustre (*Magnocaricetum*, *Phragmitetum* e *Typhetum*), le boscaglie a *Salix alba* e il Quercus-carpinetum. Le specie più frequenti, oltre alla farnia, sono *Ulmus minor*, *Ligustrum vulgare*, raramente *Carpinus betulus*.

Nell'area di studio si riscontra nella tenuta di Castel Porziano nelle aree interdunali lungo lo stradone del Telefono su mollisuoili caratterizzati da accumulo di carbonato di calcio illuviale negli orizzonti inferiori e falda elevata, presso le zone umide di Dogana e Cioccati dove l'accumulo idrico è favorito dalla presenza di argilla lisciviata, presso lo Stradone dei canali, Piscina dei materiali, nelle zone del Tellinero e Scoponcino (Pignatti et al. 2001). A Castel Fusano si osserva lungo il canale dei Pescatori oppure in corrispondenza di modeste depressioni e piscine che intermezzano i cordoni di dune fossili, come in località Piscina Torta, oggi prosciugata, presso il confine con la Tenuta Presidenziale di Castel Porziano. Presso questa località si osserva una compenetrazione tra specie caducifoglie e sempreverdi, con esemplari di notevoli dimensioni di *Quercus robur* frequenti in una giovane lecceta, che probabilmente ha preso il sopravvento dopo un abbassamento della falda (Bianco et al. 2003).

Questa vegetazione riveste un notevole valore naturalistico in quanto è un esempio relittuale dei boschi periodicamente allagati che costituivano una parte notevole del delta tiberino prima della bonifica. Inoltre la struttura della vegetazione è di qualità elevata, con una tendenza verso la vegetazione disetanea molto accentuata.

44.63 Foreste mediterranee ripariali a frassino

Formazioni dominate da *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*, specie igrofila non comune, degli alvei fluviali, bordi di stagni e paludi ed aree periodicamente inondate che si sviluppano

su suoli meno ricchi con inondazioni meno pronunciate rispetto ai populeti a *Populus alba*. Sono diffuse in modo sporadico in tutta la penisola. Al frassino si mescolano spesso *Alnus glutinosa* e/o *Quercus robur*.

A Castel Porziano si trovano popolamenti di limitata estensione nel retroduna periodicamente inondato nelle bassure interdunali parallele alla litoranea e allo stradone del Telefono. Altre presenze sono nell'area di Fregane-Maccarese e lungo il canale dei Pescatori, anche se in forma molto degradata.

45.21 Sugherete tirreniche

Vi sono inclusi i boschi e cespuglieti mediterranei acidofili (anche se gestiti per la raccolta del sughero) dominati da *Quercus suber*, presenti nell'Italia centro-tirrenica. Si sviluppano tipicamente su suoli tronchi, silicei/acidi, poveri in nutrienti e sottoposti a stress arido prolungato della duna antica e sono influenzati notevolmente dall'incendio e dalla gestione antropica.

Comprende formazioni a macchia alta e boschi di sughero a varie condizioni di copertura e naturalità. Il corteggio floristico (specie frequenti sono *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Crataegus monogyna*) rimanda generalmente agli aspetti meno evoluti e maggiormente calcifughi del *Viburno-Quercetum ilicis* di cui le sugherete, nel nostro caso, rappresentano una subassociazione acidofila probabilmente ascrivibile all'influenza dell'uomo. Anche ove si può presumere una loro derivazione da boschi misti a caducifoglie originari, le condizioni del suolo sembrano comunque generalmente favorire le specie dei *Quercetea ilicis* e, in funzione del diverso grado di apertura dello strato arboreo e di disturbo umano e animale, *Cistus salvifolius* e le specie dei *Tuberarietea*.

In presenza di un arricchimento in humus negli strati superiori si potrebbe presumere un'evoluzione verso le forme più tipiche del *Viburno-Quercetum ilicis* o verso aspetti termofili dell'*Echinopo-Quercetum frainetto*.

Nell'area di studio si riscontrano a Castelporziano, dove i nuclei principali di *Quercus suber* possono essere osservati nelle zone di Sughereta Spagnoletta, Scopone e Fonte Guidone e presso l'eliporto; nuclei minori sono presenti nei dintorni del castello mentre alcuni rimboschimenti sono stati effettuati nella zona della Santola. Inoltre a Castel Fusano in località Tenuta Aldobrandini, non lontano dal canale dei Pescatori, si sviluppa una macchia alta circa 2 metri, costituita dalle specie della lecceta a cui si accompagna la sughera. Gli esemplari di

sughera sono di piccole dimensioni, ma sul margine della macchia si osservano individui di dimensioni notevoli. Questo consorzio è di notevole interesse naturalistico, in quanto sui cordoni dunali recenti *Quercus suber* è pressoché assente, e questo consorzio rappresenta forse l'unico caso in cui questa specie si sviluppi abbondantemente su sabbie recenti calcaree.

45.318 Leccete dell'Italia centrale e settentrionale

Questa tipologia comprende la vegetazione boschiva e a macchia a sempreverdi della zona mesomediterranea normalmente caratterizzati dall'elevata frequenza e copertura di *Quercus ilex*.

In generale le leccete occupano uno spazio ecologico compreso tra 15 e 17 °C di temperatura media annua e 500-1300 mm di piovosità media. Le leccete sono diffuse quindi nella porzione più temperata e umida della zona climatica mediterranea e generalmente si sviluppano su suoli poveri di humus dolce e soggetti a processi di lisciviazione nei periodi invernali.

Questa associazione può presentarsi come ceppaia alta dai 5 ai 7 metri o come bosco di alto fusto alto più di 15 metri ma la composizione floristica è relativamente costante e lungo la costiera tirrenica è da considerarsi espressione di un climax almeno fino a qualche centinaio di metri dal mare. Si tratta di un'associazione diffusa lungo le coste dalla Liguria al Gargano con penetrazioni nell'interno soprattutto in Sardegna. Le specie sclerofille sempreverdi che la caratterizzano sono adattate all'aridità estiva sia per le caratteristiche morfologiche fogliari che per la loro capacità di fotosintetizzare durante tutto l'anno raggiungendo la massima attività vegetativa in primavera.

Nell'area di studio si possono riscontrare nuclei molto evoluti a Castelporziano nelle zone di Grotta di Piastra, Scoponcino, Camilletto di sotto, Pozzo Napoliello, Pignocco e Valle dei Pontoni, presso lo Chalet e lo Stradone del Telefono. Altri nuclei a dominanza di *Quercus ilex* sono inoltre presenti nella parte superiore delle forre tufacee nella parte settentrionale della Tenuta. Particolare interesse rivestono le leccete delle zone archeologiche di Grotta di Piastra e Capocotta che hanno colonizzato i ruderi romani con esemplari anche secolari. Il *Viburno-Quercetum ilicis* sembra essere anche la formazione arborea naturale maggiormente connessa all'abbandono o alla riduzione delle attività nelle pinete. Anche a Castelfusano è molto diffusa ma qui si tratta quasi sempre di foreste giovani o di un mosaico di pineta e lecceta. Nuclei particolarmente estesi sono quelli nei pressi del canale dei Pescatori, in località Riserva Ragnara, e presso la villa di Plinio.

Infine un altro nucleo importante nell'area della Foce del Tevere è quello dell'Oasi di Macchiagrande di Focene.

5 Torbiere e Paludi

53.1 Vegetazione dei canneti e di specie simili

Sono qui incluse tutte le formazioni dominate da elofite di diversa taglia che colonizzano le aree palustri e i bordi dei corsi d'acqua e dei laghi. Sono usualmente dominate da poche specie (anche cenosi monospecifiche per esempio di *Phragmites australis*). Le specie si alternano sulla base del livello di disponibilità idrica o di caratteristiche chimico fisiche del suolo. Le cenosi più diffuse, e facilmente cartografabili, sono quelle dei canneti in cui *Phragmites australis* è in grado di tollerare diversi livelli di trofia, di spingersi fino al piano montano e di tollerare anche una certa salinità delle acque.

Questa vegetazione ha spesso un grado di naturalità piuttosto basso, a causa dell'elevato impatto antropico che si esercita su queste comunità e delle frequenti ripuliture, soprattutto dove si sviluppano popolamenti a *Phragmites australis* pressoché puri; tuttavia è indice di un ecosistema acquatico ancora in condizioni piuttosto buone e di acque di qualità discreta e inoltre i canneti rivestono una notevole importanza come riparo per gli uccelli acquatici e per la fitodepurazione. Hanno una notevole resilienza, in quanto l'accrescimento di *Phragmites australis* è rapidissimo, e possono sopportare ripuliture anche frequenti.

Nell'area di studio compare in corrispondenza delle "piscine" e delle zone paludose (come presso Macchia Grande di Focene), a bordo dei corsi d'acqua (anche del Tevere) e lungo numerosi canali.

8 Coltivi ed Aree Costruite

82.1 Seminativi intensivi e continui

Si tratta delle coltivazioni a seminativo (mais, soia, cereali autunno-vernini, girasoli, orticoltura) in cui prevalgono le attività meccanizzate, superfici agricole vaste e regolari ed abbondante uso di sostanze concimanti e fitofarmaci. L'estrema semplificazione di questi agroecosistemi da un lato e il forte controllo delle specie compagne, rendono questi sistemi molto degradati ambientalmente. Sono inclusi sia i seminativi che i sistemi di serre e orti.

Questo tipo di coltura è il più diffuso nel territorio esaminato.

82.3 Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi

Si tratta di aree agricole tradizionali con sistemi di seminativo occupati specialmente da cereali autunno-vernini a basso impatto e quindi con una flora compagna spesso a rischio. Si possono riferire qui anche i sistemi molto frammentati con piccoli lembi di siepi, boschetti, prati stabili ecc.

Queste si riscontrano soprattutto in prossimità delle aree urbane ed in particolare nel tratto centrale dell'area di studio tra la tenuta di Castel Porziano e il Tevere, oltre che nell'area retrostante a Fregene.

83.11 Oliveti

Sono incluse tutte le situazioni dominate dalla coltura dell'ulivo. Si trovano generalmente nei tratti più interni dell'area esaminata, soprattutto nel settore settentrionale, spesso in associazione con i vigneti.

83.21 Vigneti

Sono incluse tutte le situazioni dominate dalla coltura della vite, da quelle più intensive, ai lembi di viticoltura tradizionale. Si trovano soprattutto nel settore settentrionale dell'area di studio.

83.321 Piantagioni di pioppo canadese

Sono incluse tutte le piantagioni di pioppo dei suoli alluvionali mesoigrici con strato erbaceo più o meno sviluppato. Nell'area è stato individuato solo un piccolo nucleo nei pressi di Fregene.

83.322 Piantagioni di Eucalipti

L' *Eucalyptus* è estesamente coltivato nelle aree agricole dell'area dove viene impiegato frequentemente come frangivento e queste formazioni hanno dunque spesso una forma allungata. Questa vegetazione è di scarso valore naturalistico, in quanto all' *Eucalyptus* non si associano le specie della vegetazione naturale, e anzi apparentemente la spessa lettiera di difficile decomposizione sfavorisce l'evoluzione verso la vegetazione naturale. Presso la

Meccanica Romana e la località Saline esistono lembi di foresta artificiale ad *Eucalyptus*.

83.324 Robinieti

Si intendono robinieti puri, nei casi in cui non sia più riconoscibile la formazione boschiva originaria. Alcuni popolamenti si riscontrano nell'area del lago di Traiano.

83.325 Altre piantagioni di latifoglie

Nell'area di studio si tratta soprattutto di rimboschimenti effettuati a Castel Porziano con specie dei *Quercio-Fagetea* e dei *Quercetea ilicis* disposte in filari di diversa età e composizione che tendono ad essere sommersi dal rovetto contenuto localmente da un forte pascolo di erbivori. Negli spazi tra i filari troviamo diverse formazioni erbacee in funzione del tipo di suolo e della relativa umidità mentre rilevante è lo sviluppo di *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa* e *Ulmus minor*. Si tratta di territori in cui l'evoluzione verso la vegetazione naturale è influenzata sia dal disturbo che dal tipo di essenza usata: le plantule presenti corrispondono infatti solo localmente a quelle delle specie piantate e si può presumere che queste non sempre corrispondano alle condizioni edafiche locali.

85.1 Grandi parchi

Si tratta di parchi in cui la vegetazione può essere rappresentata sia da specie esotiche sia da specie autoctone, la cui presenza è evidentemente di origine antropica. Sono qui inclusi anche i campi da golf, le aree verdi attrezzate, i sistemi periferici con numerosi piccoli giardini in cui l'abitato rappresentato copre una superficie relativamente ridotta all'interno di una matrice di parchi e giardini privati.

86.1 Città, centri abitati

Questa categoria è molto ampia poiché include tutti i centri abitati di varie dimensioni. In realtà vengono accorpate tutte le situazioni di strutture ed infrastrutture dove il livello di habitat e specie naturali è estremamente ridotto.

86.41 Cave

In questa tipologia sono incluse solo le cave attive o recentemente abbandonate. Nel caso di cave in cui si possono notare processi di ricolonizzazione avanzati, con presenza di specie

spontanee, o che possono rappresentare rifugio per alcune specie animali, queste vengono assegnate alla corrispondente categoria per esempio di rupi e ghiaioni, greti, ecc.

86.6 Siti archeologici

Si tratta dei grandi siti archeologici che rappresentano importanti habitat per la fauna.

Nell'area di studio ricadono il sito di Ostia antica e l'area archeologica associata al lago di Traiano.

Tab. 2. Occupazione del territorio studiato da parte degli habitat cartografati.

Codice	Descrizione	N. Poligoni	% area	Estensione totale in ha
16.1	Spiagge	17	0.71%	256.582
16.21	Dune mobili e dune bianche	16	0.27%	97.648
22.1	Acque dolci (Laghi, stagni)	17	0.30%	106.566
24.1	Corsi fluviali (acque correnti dei fiumi maggiori)	14	0.80%	289.044
31.8A	Vegetazione tirrenica-submediterranea a <i>R. ulmifolius</i>	34	0.58%	211.171
32.18	Matorral di alloro	2	0.08%	27.766
32.3	Garighe e macchie mesomediterranee silicicole	8	0.43%	156.492
32.4	Garighe mesomediterranee calcicole	25	1.22%	439.971
34.5	Prati aridi Mediterranei	9	0.25%	90.451
34.81	Pratelli aridi del Mediterraneo	169	12.95%	4677.363
41.7512	Boschi sud-italiani a cerro e farnetto	45	6.03%	2177.137
42.83	Pinete a pino domestico naturali e coltivate	44	5.56%	2007.444
44.13	Gallerie di Salice bianco	2	0.02%	5.499
44.44	Foreste padane a farnia, frassino e ontano	20	0.30%	108.756
44.63	Foreste mediterranee ripariali a frassino	10	0.31%	111.118
45.21	Sugherete tirreniche	9	0.86%	311.541
45.318	Leccete dell'Italia centrale e settentrionale	52	3.71%	1340.396
53.1	Vegetazione dei canneti e di specie simili	13	0.23%	84.641
82.1	Seminativi intensivi e continui	24	35.40%	12785.344
82.3	Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	27	6.34%	2289.807
83.11	Oliveti	8	0.10%	36.004
83.21	Vigneti	7	0.26%	92.313
83.321	Piantagioni di pioppo canadese	1	0.03%	9.844
83.322	Piantagioni di Eucalipti	16	0.18%	63.496
83.324	Robinieti	7	0.05%	17.391
83.325	Altre piantagioni di latifoglie	6	0.61%	220.837
85.1	Grandi parchi	4	0.14%	49.685
86.1	Città, centri abitati	143	22.05%	7965.504
86.41	Cave	3	0.11%	39.938
86.6	Siti archeologici	3	0.14%	51.074
Tot		755	100.00%	36120.823

La tabella 2 riporta, per ogni habitat cartografato, il numero dei poligoni per esso riconosciuti nell'area studiata, la percentuale occupata da ciascun tipo di habitat rispetto all'area totale investigata e la corrispondente area occupata in ettari, mentre nella figura 7 sono riportate le percentuali di copertura di ciascuna tipologia di habitat presente. In tutta l'area analizzata, sono state riscontrate 30 categorie CORINE, articolate in 755 poligoni.

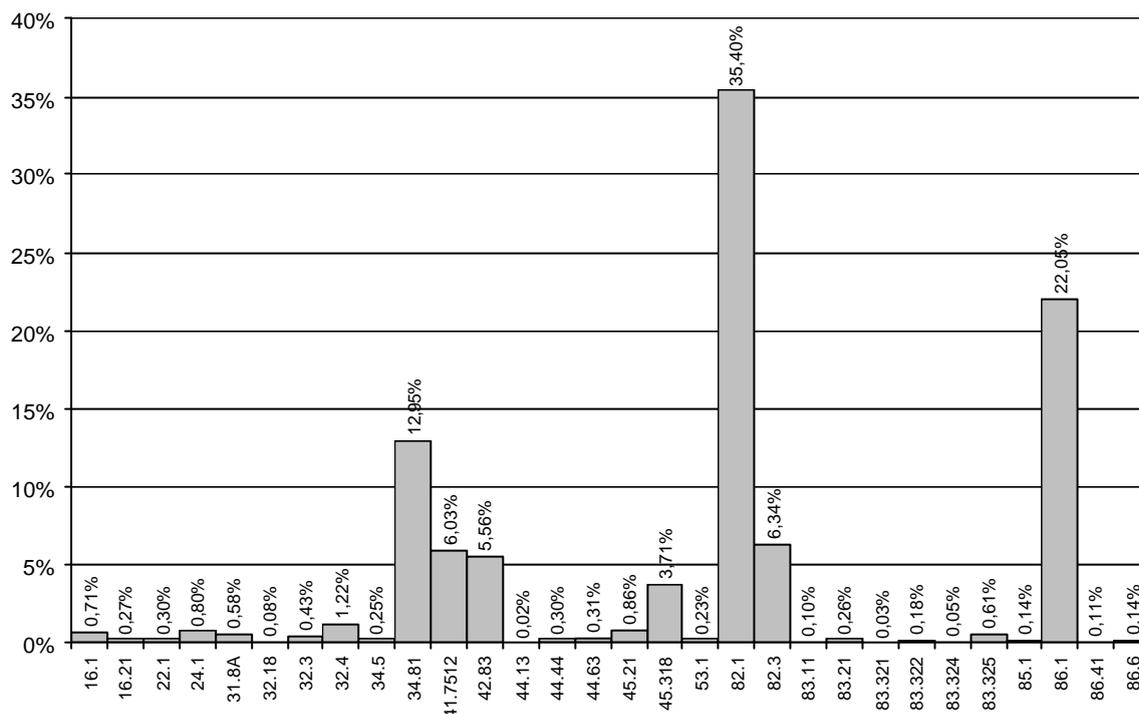


Fig. 7. Percentuale di copertura degli habitat presenti nell'area di studio. Codici come in Tab. 2.

In particolare emerge che il paesaggio della Foce del Tevere è caratterizzato da un'importante presenza delle aree agricole che coprono più del 40 % della superficie (tra intensive ed estensive) e rispecchiano la tradizione agricola di questo tratto di litorale, seguite dalle aree urbane che a loro volta coprono ben il 22 % del territorio. Le aree naturali coprono dunque in totale meno del 35% della superficie totale. Inoltre, mentre i 13 mila ettari di superfici agricole si distribuiscono in pochi poligoni tendenzialmente di grandi dimensioni, assetto tipico dello sfruttamento agricolo meccanizzato, le superfici naturali si distribuiscono al contrario in un elevato numero di poligoni di dimensioni generalmente più ridotte, in conseguenza dell'elevata eterogeneità dell'ambiente fisico e parzialmente anche del disturbo

antropico che determina una notevole frammentazione anche in un contesto naturalmente già molto eterogeneo. Viene dunque evidenziato dall'analisi della composizione del paesaggio come questo sia fortemente antropizzato e mostri una marcata vocazione agricola.

Per quanto riguarda le categorie naturali e seminaturali, la categoria più estesa è quella dei prati aridi mediterranei (ca. 13% della superficie totale) che sono spesso derivati dall'abbandono di pascoli e coltivi. Le aree boscate in totale occupano meno del 17% della superficie totale, di cui la maggior parte è rappresentata dai boschi sud italiani a Cerro e Farnetto della tenuta di Castel Porziano, seguiti dalle pinete mediterranee come quella di Castel Fusano e infine dalla Leccea.

4.2 Il Valore Ecologico

I diversi indicatori utilizzati hanno fornito indicazioni diverse ed interessanti per il tratto di litorale studiato contribuendo al calcolo del valore ecologico complessivo.

L'indicatore a) ha permesso di mettere in evidenza una presenza diffusa di aree SIC e ZPS che però, occupando superfici generalmente ridotte, non coinvolgono una porzione significativa del territorio e dunque dei biotopi analizzati. Non sono invece presenti aree Ramsar. In ogni caso l'indicatore sottolinea l'importanza delle aree protette del territorio (Castel Porziano, Macchia Grande, ecc.) che spesso ricadono all'interno di SIC e ZPS. Diverse tipologie di habitat presenti nell'area di studio appartengono alla lista degli habitat di interesse comunitario (indicatore b); essi sono distribuiti soprattutto all'interno delle aree protette, nell'area di Castel Porziano e nel tratto più costiero. Aree con habitat prioritari ricadono, però, anche in porzioni di territorio esterne al perimetro delle aree protette. La distribuzione dei vertebrati si concentra maggiormente nelle aree protette ma anche in alcune aree non naturali (indicatore c). In particolare i Matorral di Alloro presentano la maggiore presenza di specie, sino a raggiungere un valore di presenza potenziale pari a 94, seguiti dai Boschi sud italiani a Cerro e Farnetto. Si nota anche che diverse tipologie di aree non naturali presentano un elevato numero di vertebrati come per esempio i grandi parchi, i robinieti e le aree dei coltivi di tipo estensivo e i sistemi agricoli complessi. Le specie di vertebrati sono invece scarsamente presenti nelle aree costiere di spiaggia e duna e in quelle delle acque dolci, con un minimo di 7 specie potenziali su biotopi di spiaggia. Per quanto riguarda le specie vegetali a rischio, queste sono poco presenti nell'area di studio e solo nei prati aridi mediterranei e nei laghi e stagni si riscontrano un massimo di 2 specie presenti nelle liste rosse (indicatore d).

La distribuzione dei biotopi “rappresentativi ” rispetto al loro habitat di appartenenza interessa una parte importante dell’area di studio, tralasciando le aree fortemente antropizzate e i biotopi che, avendo dimensioni ridotte, presentano uno scarso valore (indicatore e). Tra gli habitat più rari (indicatore f) vi sono il matorral di Alloro, i sistemi di acque dolci e degli ambienti umidi e la vegetazione igrofila associata (dai canneti alle foreste e gallerie), i prati aridi Mediterranei, i biotopi costieri e le garighe e macchie mesomediterranee silicicole e infine le sugherete tirreniche, tutti con percentuali di copertura inferiori all’1%. Le leccete sono invece leggermente più diffuse. Infine l’indicatore g), che evidenzia particolarmente tutti i biotopi naturali aventi perimetro articolato e piccole dimensioni, presenta una distribuzione dei biotopi a valore medio-alto in tutta l’area di studio senza concentrarsi in settori particolari, interessando numerose tipologie di habitat, dai boschi a Cerro e Farnetto ai pratelli mediterranei. La maggior parte dell’area ha invece valori bassi per questo indicatore delineando in generale forme poco complesse e tendenzialmente isodiametriche della maggior parte dei poligoni, di nuovo a indicare il forte impatto antropico presente in quest’area.

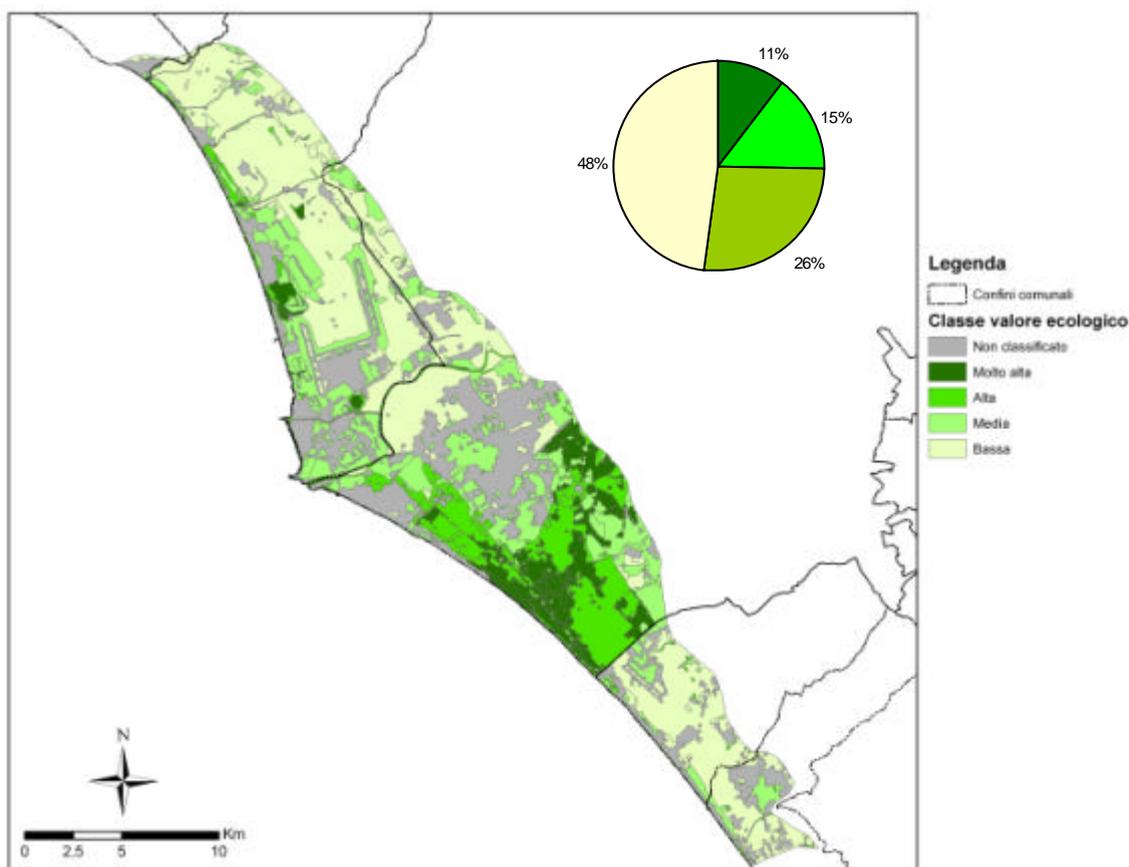


Fig. 8. Carta del Valore Ecologico Complessivo dell’area della Foce del Tevere e percentuale di copertura delle diverse classi di qualità.

Complessivamente la qualità ambientale dell'area di studio presenta valori per la maggior parte bassi o medi, fatta eccezione per i pochi lembi residui di aree naturali che si concentrano soprattutto nel tratto centrale dell'area in corrispondenza della tenuta di Castel Porziano e di Castel Fusano (Fig. 8). In particolare le aree a bassa naturalità occupano quasi il 50% del territorio valutato (senza contare l'urbano) e si riscontrano prevalentemente in corrispondenza delle aree agricole, soprattutto di quelle intensive, a conferma della vocazione agricola e urbana del paesaggio. Nella percentuale di superficie occupata seguono le aree a valore ecologico medio (26%), spesso in corrispondenza di prati secondari derivati da pascoli e aree agricole abbandonate. Le aree che presentano valori molto alti di naturalità invece occupano solo l'11% del territorio valutato e sono concentrate nell'area della riserva statale di Castel Porziano, nel parco urbano di Castel Fusano (vicino al confine con la tenuta presidenziale o presso il canale dei Pescatori), a Macchiagrande di Focene e in pochi altri lembi residuali come per esempio in corrispondenza del lago di Traiano. Leggermente maggiore è la percentuale di territorio a qualità alta (15%) anche in questo caso distribuita principalmente a Castel Porziano e soprattutto a Castel Fusano. Le tipologie di biotopi caratterizzati da Valore Ecologico molto alto sono prevalentemente le tipologie forestali delle Leccete, Pinete, Sugherete, foreste ripariali a Frassino e foreste a Farnia, seguite dalle macchie calcicole e silicicole e dalla vegetazione dunale costiera. I valori alti di qualità interessano invece soprattutto le tipologie forestali dei boschi a Cerro e Farnetto e delle Pinete mediterranee.

4.3 La Sensibilità Ecologica

Anche nel caso della sensibilità ecologica, i diversi indicatori utilizzati contribuiscono in maniera differenziale al calcolo della sensibilità complessiva.

Gli habitat prioritari presenti nell'area di studio (indicatore a) sono esclusivamente i matorral di alloro, i prati aridi mediterranei e le gallerie di Salice bianco e sono estremamente localizzati. I primi due ricadono esclusivamente all'interno della riserva di Castel Porziano, mentre l'ultima tipologia è limitata all'area della foce dell'Arrone. Per quanto riguarda l'indicatore b) si registrano valori medio-alti di sensibilità in gran parte dell'area di studio, poiché la distribuzione dei vertebrati a rischio interessa sia le aree boscate che quelle prative. Sono dunque presenti nell'area di studio un numero molto superiore di vertebrati a rischio che di vegetali (indicatore c), che invece non mettono in luce una forte sensibilità delle aree studiate. Ciò è forse parzialmente da attribuire anche all'incompletezza delle liste rosse per gli

organismi vegetali. La frequenza di presenza di habitat appartenenti alla stessa tipologia non mette in risalto zone caratterizzate da Sensibilità rilevanti (indicatore d). Si mettono altresì in evidenza gli habitat poco frequenti che presentano conseguentemente un elevato grado di isolamento. Sono molto pochi i biotopi nell'area di studio con dimensioni inferiori al 5% dell'ampiezza media del loro habitat e in nessun caso si registrano biotopi di dimensioni inferiori all'1% della media (indicatore e). Ciò è probabilmente dovuto alle dimensioni medie generalmente ridotte delle tipologie naturali nell'area di studio. In ogni caso si riscontra un'elevata sensibilità da questo punto di vista nell'area costiera di Castel Porziano dove si crea un mosaico tra tipologie forestali e prative che porta le macchie ad avere dimensioni ridotte. I biotopi più rari con coperture inferiori allo 0,5% dell'area totale (indicatore f) sono rappresentati prevalentemente da gallerie di salice bianco, matorral di alloro, canneti, prati aridi Mediterranei, dune mobili, faghi e stagni, foreste padane a farnia, frassino e ontano, foreste mediterranee ripariali a frassino e garighe e macchie mesomediterranee silicicole, che risultano variamente distribuiti nell'area di studio.

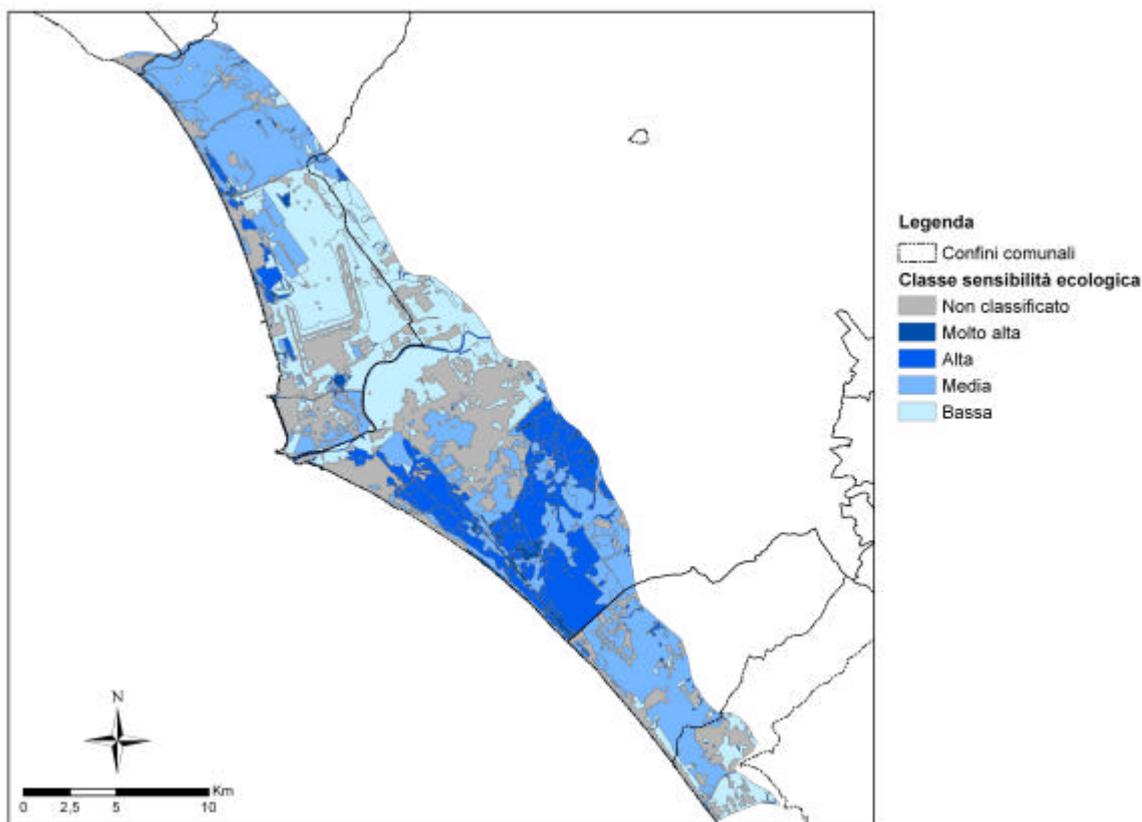


Fig. 9. Carta della Sensibilità Ecologica Complessiva dell'area della Foce del Tevere

Generalmente all'interno dell'area di studio la Sensibilità si presenta media e bassa (Fig. 9). Solo nel tratto centro meridionale dell'area di studio in corrispondenza con la tenuta presidenziale e in piccoli biotopi distribuiti in tutta la superficie dell'area si riscontrano sensibilità elevate. I biotopi con valori molto alti di sensibilità sono distribuiti a loro volta a macchia di leopardo e interessano soprattutto gli ambienti costieri e le macchie mediterranee, le acque dolci, i boschi e la vegetazione igrofilo, e alcune altre tipologie boschive relittuali (matorral di alloro).

4.4 La Pressione Antropica

I tre indicatori di impatto antropico hanno importanze diverse nel determinare la pressione antropica sui biotopi nell'area.

La frammentazione dei biotopi prodotta dalla rete viaria (indicatore a) non viene evidenziata in maniera particolare in quest'area, nonostante vi sia una fitta rete stradale che collega gli insediamenti urbani del territorio. Questo è probabilmente dovuto al fatto che la rete viaria tende ad attraversare soprattutto le tipologie agricole e meno naturali che a loro volta sono generalmente di grandi dimensioni con un assetto tipico derivante dalle pratiche agricole meccanizzate. Per questo il peso della frammentazione della rete viaria su queste tipologie si evidenzia poco. In ogni caso il settore più settentrionale dell'area di studio risulta il più interessato dalla frammentazione da rete viaria. L'indicatore b), invece, mette in evidenza un notevole grado di costrizione dei biotopi nell'area della foce del Tevere per via della notevole presenza di aree agricole ed urbane, ma anche di siti archeologici, cave, ecc. Da questo punto di vista, quindi, la pressione antropica più elevata si riscontra nel settore centrale dell'area di studio lungo la via del Mare e la Cristoforo Colombo (Vitinia, Acilia, Casal Palocco, Infernetto, ecc.), nell'area di Ostia e Fiumicino e intorno agli aeroporti Leonardo da Vinci e di Pratica di Mare. Livelli elevati di costrizione si riscontrano comunque nei pressi di tutte le aree urbane, come per esempio ad Ardea nel settore sud-orientale. La diffusione del disturbo antropico (indicatore c) ha ovviamente evidenziato come le aree maggiormente interessate da impatto per presenza umana, sono quelle più prossime ai centri abitati e quelle ove il facile accesso per motivi morfologici o per presenza di strade, favorisce la diffusione della popolazione residente. Di nuovo il tratto centrale dell'area è quello con la pressione maggiore, ed in particolare i valori maggiori dell'indicatore si riscontrano nel tratto più orientale, che

ricade sotto l'influenza della metropoli romana. La diffusione del disturbo antropico diminuisce infatti agli estremi dell'area di studio, man mano che ci si allontana da Roma.

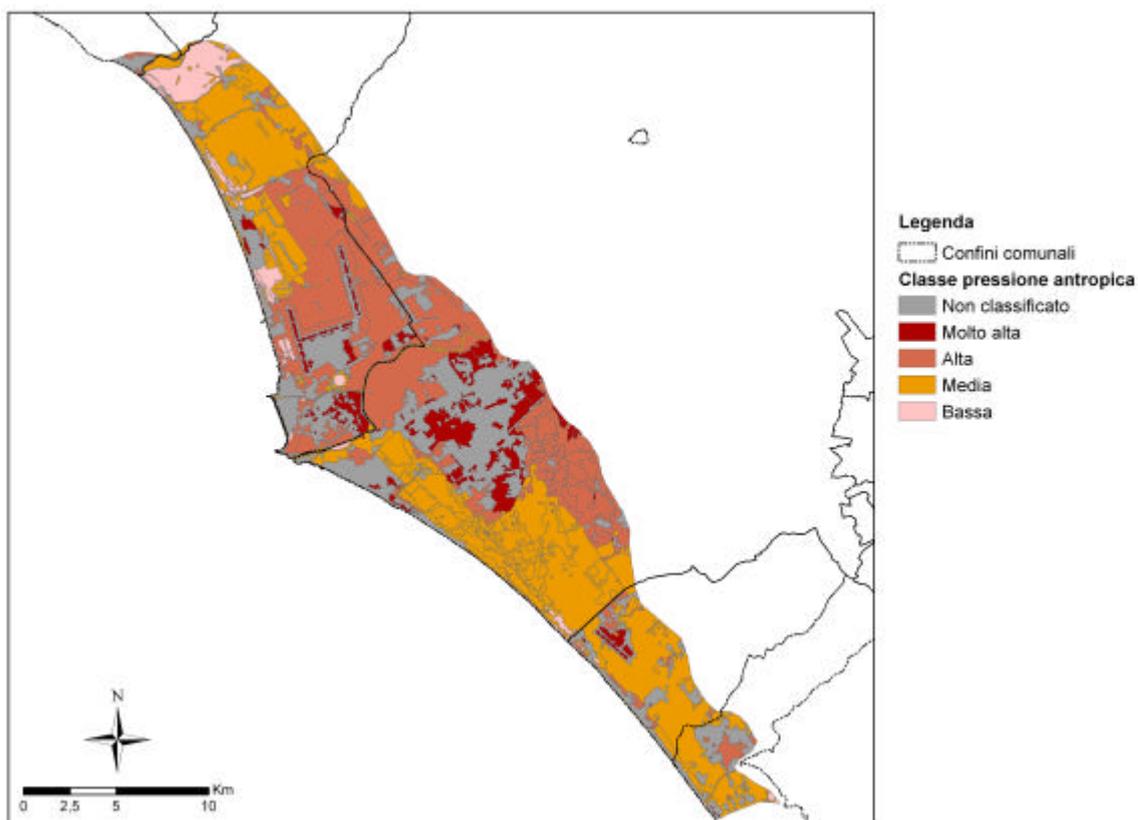


Fig. 10. Carta della Pressione Antropica Complessiva dell'area della Foce del Tevere.

La Pressione Antropica complessiva è generalmente compresa tra molto alta e media, ad eccezione di pochissime aree sparse nel territorio analizzato (Fig. 10). Anche le aree più naturali e protette risultano fortemente influenzate dalla pressione antropica soprattutto a causa della diffusa urbanizzazione e della vicinanza della città di Roma.

4.5 Fragilità Territoriale

L'area della Foce del Tevere risulta complessivamente caratterizzata da valori di Fragilità medio-alti, che interessano insieme circa il 90% del territorio (Fig. 11), ad eccezione di poche aree a bassa fragilità rappresentate soprattutto da prati aridi mediterranei e da garighe e macchie (9%). I biotopi a fragilità molto alta costituiscono invece meno dell'1% del territorio e sono generalmente o quelli sparsi in tutta l'area di studio circondate dalla matrice urbana

(spesso pratelli mediterranei e pinete) o i biotopi di piccole dimensioni di tipologie residuali (per esempio i matorral di Alloro) soprattutto nel settore centro-orientale dell'area di studio (all'interno della riserva della tenuta di Castel Porziano) dove la diffusione del disturbo antropico risulta potenzialmente maggiore per la vicinanza della città di Roma.

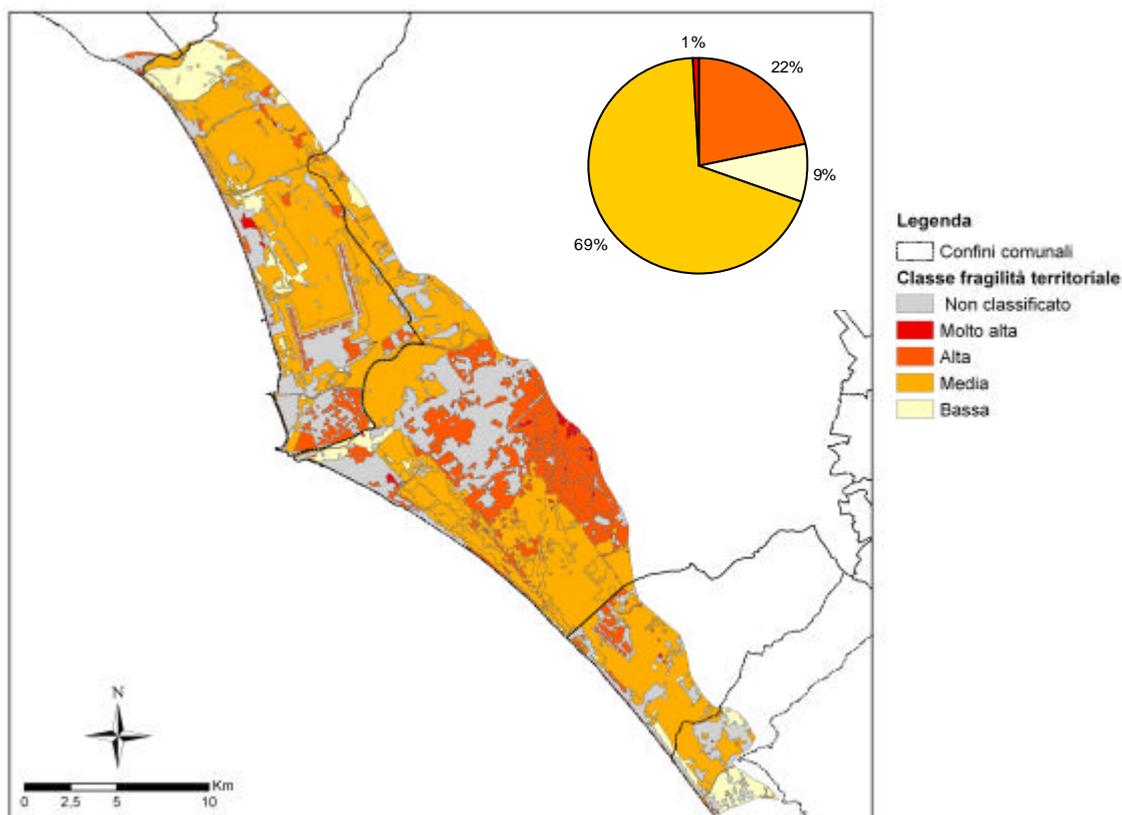


Fig. 11. Carta della Fragilità Territoriale dell'area della Foce del Tevere e percentuale di copertura delle diverse classi di vulnerabilità.

4.6 Habitat naturali, protezione e vocazione del paesaggio

Come già osservato nella discussione del valore ecologico dell'area di studio, diverse tipologie nel territorio della Foce del Tevere appartengono alla lista degli habitat di interesse comunitario (Tab. 3). In totale le aree coperte da habitat di interesse comunitario rappresentano l'11% del territorio. Quasi il 50% di queste è rappresentato da Pinete mediterranee, seguite dalle Leccete con il 30% e dalle Sugherete tirreniche. Superfici molto minori sono coperte dalle tipologie forestali azonali come le foreste igrofile e ripariali e i matorral di Alloro e dalle tipologie erbacee delle dune costiere e dei prati aridi mediterranei. Essi sono distribuiti soprattutto all'interno delle aree protette, nell'area di Castel Porziano e

nel tratto piú costiero (Fig 12). E' interessante notare che aree con habitat comunitari ricadono anche in porzioni di territorio esterne al perimetro delle aree protette. Solo tre tipologie di habitat risultano prioritarie e cioè i Matorral di Alloro, le Gallerie a Salice bianco e i prati aridi mediterranei, tutte con coperture molto ridotte sotto l'1% dell'area totale. I Matorral di Alloro e i prati aridi mediterranei sono localizzati esclusivamente nell'area della tenuta di Castel Porziano e ai suoi confini, mentre le gallerie a salice bianco sono limitate all'area della foce dell'Arrone. Tutte queste tipologie ricadono dunque interamente all'interno di aree protette.

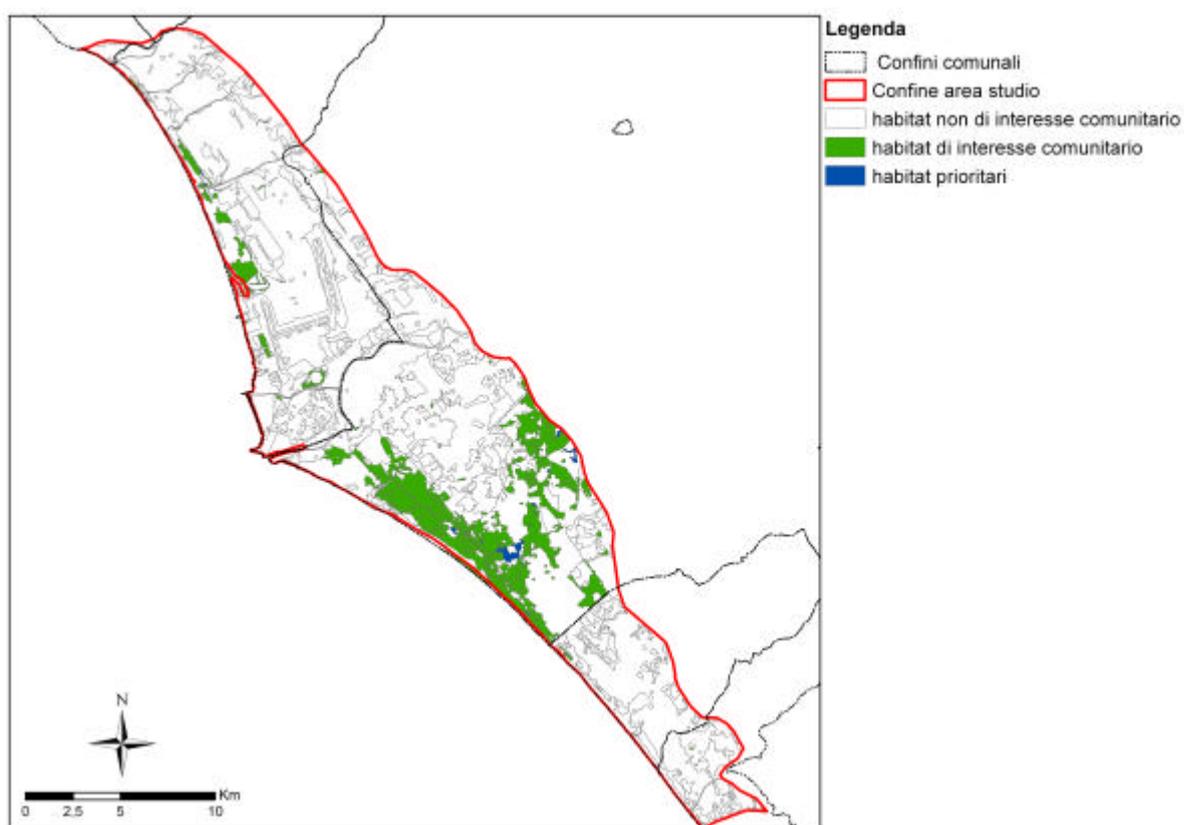


Fig. 12. Carta degli habitat di interesse comunitario e prioritari dell'area della Foce del Tevere.

Tab.3. Ripartizione degli habitat di interesse comunitario nel territorio della Foce del Tevere.

CODICE	Descrizione	N Poligoni	% area totale	Estensione totale in ha	% habitat comunitari	Prioritari
16.21	Dune mobili e dune bianche	16	0,27%	98	2,38%	no
32.18	Matorral di alloro	2	0,08%	28	0,68%	si
34.5	Prati aridi mediterranei	9	0,25%	90	2,21%	si
42.83	Pinete a pino domestico (<i>Pinus pinea</i>) naturali e coltivate	44	5,56%	2007	48,95%	no
44.13	Gallerie di salice bianco	2	0,02%	5	0,13%	si
44.44	Foreste padane a farnia, frassino ed ontano	20	0,30%	109	2,65%	no
44.63	Foreste mediterranee ripariali a frassino	10	0,31%	111	2,71%	no
45.21	Sugherete tirreniche	9	0,86%	312	7,60%	no
45.318	Leccete dell'Italia centrale e settentrionale	52	3,71%	1340	32,69%	no
Totale		164	11,35%	4101	100%	3

Come già osservato l'area di studio è interessata da una rete articolata di aree protette e aree della rete NATURA 2000. Più del 50% del territorio dell'area della Foce del Tevere ricade all'interno di un'area protetta (Tab. 4), principalmente nella Riserva del Litorale Romano e nella Riserva di Castel Porziano. Tutte le aree della rete NATURA 2000 ricadono all'interno di aree protette fatta eccezione per i SIC di Isola Sacra e di Antica Lavinium-Pratica di Mare. Dall'analisi di queste aree emerge che esse coprono in totale circa il 16% del territorio, ed in particolare i SIC coprono il 3%, mentre le ZPS circa il 15%, ma in buona parte esse sono sovrapposte tra di loro (soprattutto all'interno della tenuta di Castel Porziano). Nelle aree NATURA 2000 ricadono 222 poligoni, cioè circa il 30% dei poligoni totali dell'area, ad indicare una struttura piuttosto articolata di queste aree rispetto al sistema ambientale complessivo della foce del Tevere.

Tab. 4. Superficie, valore ecologico e fragilità delle aree protette e rete NATURA 2000 nell'area della Foce del Tevere.

		Superficie (ha)	% Aree Protette	% Aree NATURA 2000
Area totale		36121	52%	17%
Valore Ecologico	Molto Alto	2994	96%	90%
	Alto	4191	90%	56%
Fragilità	Molto Alta	225	65%	52%
	Alta	6051	52%	33%

Interessante è osservare quale percentuale delle classi di valore ecologico e fragilità elevate ricadono nelle aree protette e nelle aree NATURA 2000. Il 96% delle aree a valore ecologico molto alto e il 90% di quelle a valore alto ricadono all'interno del sistema di aree protette del litorale romano, ad indicare che le aree naturali in questo paesaggio proprio perché relittuali sono state soggette ad un elevato grado di tutela. Come prevedibile più del 90% delle aree a valore ecologico elevato ricadono in SIC o ZPS, in quanto l'inclusione in queste aree è uno degli indicatori utilizzati nel calcolo del valore ecologico. Più interessante è invece il fatto che circa il 50% delle aree particolarmente vulnerabili (classe molto alta) ricadono all'interno del sistema NATURA 2000 e il 65% in aree protette (Tab. 4). Dunque quasi la metà delle aree più fragili non sono riconosciute a livello nazionale. Questa è un'indicazione che maggior attenzione dovrebbe essere data a questo fattore nell'individuazione delle aree protette in quanto le aree più fragili sono quelle più a rischio, ma ciò nonostante vengono spesso trascurate.

L'analisi dell'area di studio ha permesso di mettere in evidenza chiaramente la vocazione agricola del territorio. Infatti, le aree agricole coprono più del 40 % della superficie (tra intensive ed estensive) e rispecchiano la tradizione agricola di questo tratto di litorale. Concentrandosi dunque sulle tipologie agricole (seminativi intensivi, estensivi, vigneti ed oliveti) si può osservare come esse sono strutturate e come varia il loro valore ecologico nel territorio della Foce del Tevere. I circa 13 mila ettari di seminativi agricoli intensivi, che da soli rappresentano il 35% del territorio, si distribuiscono in soli 24 poligoni tendenzialmente di grandi dimensioni, assetto tipico dello sfruttamento agricolo meccanizzato. Le colture di tipo estensivo, così come gli oliveti e i vigneti, mostrano invece una maggiore articolazione e a fronte di una superficie coperta notevolmente minore (circa 3 mila ettari in tutto) sono distribuite in un numero di poligoni maggiore, assetto caratteristico invece dei sistemi agricoli complessi. Non c'è dunque da stupirsi che mentre i sistemi intensivi hanno al 96% un valore ecologico basso e solo nel 4% dei casi valore medio, le colture di tipo estensivo hanno sempre almeno un valore ecologico medio (Fig. 13). Gli oliveti e i vigneti tendono invece ad avere valore ecologico basso. Per quanto riguarda il grado di vulnerabilità, le aree agricole intensive tendono ad avere fragilità bassa (ca. 42%) o media (37%) e solo nel 21% dei casi hanno fragilità alta. Al contrario le aree a colture estensive hanno generalmente una vulnerabilità o alta (81%) o al minimo media (19%).

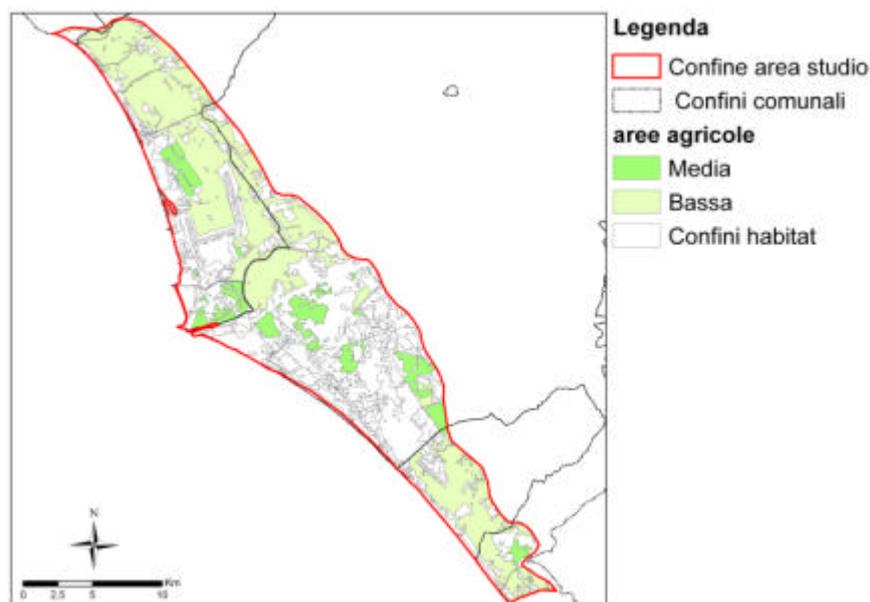


Fig. 13. Carta delle aree agricole (seminativi intensivi, estensivi, vigneti e oliveti) con valore ecologico dell'area della Foce del Tevere

Dunque nell'ambito dell'area della foce del Tevere, così contraddistinta dallo sfruttamento agricolo, i sistemi agricoli complessi assumono una notevole importanza per via del loro valore ecologico relativamente alto e necessitano una maggiore attenzione, per via della fragilità ecologica che li caratterizza.

CONCLUSIONI

Nell'ambito di questo lavoro è stata aggiornata la cartografia degli habitat a scala 1:50:000 dell'area della Foce del Tevere con l'ausilio dei sistemi informativi territoriali (GIS), e mediante l'applicazione di algoritmi di valutazione sono state ricavate tutte le carte tematiche relative al progetto Carta della Natura a scala 1:50.000. E' stato dunque possibile stimare la qualità e la vulnerabilità degli habitat in questo tratto costiero nella provincia di Roma ed evidenziare la vocazione agricola del paesaggio.

In particolare sono presenti 30 tipologie di habitat CORINE Biotopes articolate in 755 poligoni, di cui 19 sono tipologie naturali e 11 a diverso grado di influenza antropica (da agricole a urbane). Le aree naturali coprono in totale meno del 35% della superficie totale. Diverse tipologie appartengono alla lista degli habitat di interesse comunitario e tre habitat sono di tipo prioritario. Complessivamente sia la qualità ambientale che la sensibilità ecologica dell'area di studio presentano valori per la maggior parte bassi o medi, fatta eccezione per i pochi lembi residui di aree naturali che si concentrano soprattutto nel tratto centrale dell'area in corrispondenza della tenuta di Castel Porziano e di Castel Fusano. Al contrario la Pressione Antropica complessiva è generalmente compresa tra molto alta e media, soprattutto a causa della diffusa urbanizzazione e della vicinanza della città di Roma. L'area di studio è interessata da una rete articolata di aree protette e aree NATURA 2000, che sebbene coprano adeguatamente le aree ad alto valore ecologico spesso trascurano le aree maggiormente fragili dal punto di vista ecologico. Il paesaggio della Foce del Tevere è caratterizzato da un'importante presenza delle aree agricole che coprono più del 40 % della superficie e rispecchiano la tradizione agricola di questo tratto di litorale, seguite dalle aree urbane che a loro volta coprono ben il 22 % del territorio. In particolare, i sistemi agricoli complessi assumono una notevole importanza per via del loro valore ecologico relativamente alto e necessitano una maggiore attenzione, per via della vulnerabilità che li caratterizza.

Per quanto riguarda la metodologia è importante osservare che molti degli indicatori considerati sono strettamente connessi alla realtà specifica della singola area di studio, poiché calcolati sulle dimensioni dell'area e sui poligoni presenti nell'area stessa (tipologia, numero, dimensioni). Pertanto il valore di tali indicatori è riferito ad una determinata area e non è possibile confrontare tra loro i valori ottenuti in differenti aree di studio. Questo va tenuto in considerazione per non indurre in erronee considerazioni. Quando si avrà la cartografia degli

habitat sull'intero territorio nazionale e/o regionale si potranno ricalibrare quegli indicatori il cui valore dipende dalla superficie dell'area di studio e dai poligoni presenti nell'area stessa, e di conseguenza potranno effettuarsi considerazioni complessive.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2004). *Piano di Gestione della Riserva Naturale Statale del Litorale Romano*. Comune di Roma, Dipartimento X - Politiche Ambientali ed Agricole.

APAT (2003). Il progetto Carta della Natura alla scala 1:250.000, metodologia di realizzazione. *Manuali e Linee Guida* 17/2003.

APAT (2004). Carta della Natura alla scala 1:50.000, metodologia di realizzazione. *Manuali e Linee Guida* 30/2004.

APAT (2004). Carta della natura e biodiversità nelle aree naturali protette: il Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi. *Manuali e Linee Guida* 46/2004,

APAT (2005). Carta della natura e biodiversità nelle aree naturali protette: il Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Martino. *Manuali e Linee Guida* 56/2005,

Bianco P., Fanelli G., De Lillis M. (2003). Flora e Vegetazione di Castelfusano. *Quaderni di Botanica Ambientale Applicata*.

Blasi, C. (1994). *Fitoclimatologia del Lazio*. Dip. Biol. Veg., Università “La Sapienza”, Roma. Regione Lazio, Assass. Agricolt.- Foreste, Caccia e Pesca. Fitosoc. 27.

Boitani, L. (2001). Relazioni specie-habitat utilizzate nella realizzazione dei modelli di idoneità territoriale dei vertebrati italiani. *Carta della Natura, II Convenzione*.

Calvario E. & Sarrocco S., (Eds.) (1997). Lista Rossa dei vertebrati italiani. WWF Italia. Settore Diversità Biologica. *Serie Ecosistema Italia*. DB6.

CEA. (2007). *Sito Web della Riserva Naturale Statale del “Litorale Romano”*. Disponibile su <http://www.riservalitoraleromano.it> (scaricato il 18.10.2007).

Conti F., Manzi A. & Pedrotti F. (1997). *Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia*. Università di Camerino, Camerino, 139 pp.

Coscetta, P. (2006). Ostia e litorale nord - Tempi moderni. In AA.VV. (2006). *Lazio, una Regione da Scoprire*. Volume 2. Editalia. Roma.

Draper, D., Rossello-Graell, A., Garcia, C., Tauleigne Gomesa, C. & Sergio C. (2003). Application of GIS in plant conservation programmes in Portugal. *Biological Conservation*, 113: 337-349

Farina, A. (2002). *Ecologia del Paesaggio*. UTET. Torino.

Lucchese, F. & Pignatti, S. (1990). Sguardo sulla vegetazione del Lazio marittimo, Ricerche ecologiche floristiche e faunistiche sulla fascia costiera mediotirrenica italiana II - Problemi attuali di scienza e di cultura. Sez. Missioni ed esplorazioni: XI - *Accademia dei Lincei, quad.* N.264: .5-48

Pignatti S., Bianco P.M., Tescarollo P. & Scarascia Mugnozza, G.T. (2001). La vegetazione della Tenuta presidenziale di Castelporziano. In *Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*, vol. II: 441-708 Acc. delle Scienze. Roma.

Ratcliffe, D.A. (1971). Criteria for the selection of nature reserves. *Advancement of Science*, 27: 294-296.

Ratcliffe, D.A. (1976). Thoughts towards a philosophy of nature conservation. *Biological Conservation*, 9: 45-63.

Rezia-Loppio, C. (2002). Paesaggio, G.I.S. e gestione del territorio: un caso di studio. *SIEP-IALE. Aspetti Applicativi dell'Ecologia del Paesaggio: Conservazione, Pianificazione e Valutazione Ambientale Strategica*.

Urbani, A. (2004). Caratteristiche geologiche e paleontologiche del territorio. In CEA. (2006). *Sito Web della Riserva Naturale Statale del "Litorale Romano"*. Disponibile su <http://www.riservalitoraleromano.it/amb1.htm> (scaricato il 13.11.2006).

Villani, M.G. & Zorzi, G. (2005). Il paesaggio agrario. In CEA. (2006). *Sito Web della Riserva Naturale Statale del "Litorale Romano"*. Disponibile su <http://www.riservalitoraleromano.it/amb6.htm> (scaricato il 13.11.2006).

RINGRAZIAMENTI

Per i preziosi commenti e per l'assistenza nelle fasi di revisione della carta degli habitat desidero ringraziare tutti al servizio Carta della Natura ed in particolare Alberto Cardillo, Max Bianco, Stefania Ercole e Lucilla Laureti.