



**ISPRA**  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

**UNA NUOVA PROSPETTIVA PER LA TUTELA E LA GESTIONE DELLA  
BIODIVERSITA' DELLE AREE BUFFER DEGLI ECOSISTEMI UMIDI:  
LA RISICOLTURA ECOLOGICA.**

***Dr.ssa Emanuela Longo***

**Tutor: Dr. Matteo Guccione**  
**Co tutor: Dr.ssa Michela Gori**

Data	Firma Stagista	Firma Tutor	Firma Responsabile Servizio

## Indice

<b>Prefazione</b> .....	4
<b>Riassunto</b> .....	6
<b>Abstract</b> .....	7
<b>PARTE I : INTRODUZIONE</b>	
<b>Capitolo 1: LA BIODIVERSITA' E I SERVIZI ECOSISTEMICI RESI DALLE ZONE UMIDE.</b>	
1.1 Zone umide: definizione e classificazione.....	8
1.2 Definizione di biodiversità e servizi ecosistemici.....	11
1.2.1 Il ruolo degli ecosistemi umidi nella tutela della biodiversità e nella fornitura di servizi ecosistemici.....	14
1.3 Inquadramento normativo: grado di tutela e vincoli delle zone umide in Italia.....	16
<b>Capitolo 2: IMPATTI DELLE ATTIVITA' ANTROPICHE SULLE ZONE UMIDE.</b>	
2.1 Fragilità delle zone umide, pressioni e fattori di minaccia.....	19
2.2 Zone umide e reti ecologiche.....	21
<b>Capitolo 3: LE RISAIE ECOLOGICHE</b>	
3.1 Strumenti di sostenibilità delle aree buffer per la tutela degli ecosistemi umidi: le risaie ecologiche.....	24
3.2 Strumenti normativi e finanziari a sostegno delle risaie ecologiche: i piani di sviluppo nazionali e regionali rurali.....	26
<b>Capitolo 4: APPLICAZIONI ED IMPATTI DELLA RISICOLTURA ECOLOGICA</b>	
4.1 Assorbimento dell'azoto dalle piante.....	31
4.2 Assorbimento dell'azoto dal riso.....	33
<b>Capitolo 5: CARATTERIZZAZIONE DEI SITI</b>	
5.1 Descrizione aree di studio.....	40
5.1.1 Stagno di Cabras( Provincia di Oristano).....	40

5.1.2 Bacino del Fiume Crati (provincia di Cosenza).....	49
5.1.3 Laguna di Lesina (provincia di Foggia).....	59

## **PARTE II : METODOLOGIA**

### **Capitolo 6: MATERIALI E METODI**

6.1 Aree di studio e metodologia di analisi.....	70
--	----

## **PARTE III : ELABORAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI**

### **Capitolo 7: RISULTATI**

7.1 Applicazione della risicoltura ecologica nei casi di studio.....	72
--	----

<b>Capitolo 8: CONCLUSIONI</b> .....	76
--------------------------------------	----

<b>Bibliografia</b> .....	78
---------------------------	----

## **PREFAZIONE**

*Le reti ecologiche sono una proposta organizzativo-spaziale del territorio dove, in un sistema gerarchico con funzioni diverse, porzioni di superficie terrestre assumono ruoli specifici e realizzano un'intelaiatura (la rete) che si presuppone consenta una azione di contrasto nei confronti del fenomeno di frammentazione degli habitat.*

*Da sempre, nella struttura della rete ecologica, le aree umide assumono il ruolo di elementi primari (a seconda delle dimensioni, core areas o stepping stones) essendo considerate "serbatoi di biodiversità". Tale considerazione si traduce in una particolare attenzione della condizione della matrice ambientale in cui esse si vengono a trovare, in merito all'esigenza di garantire un giusto grado di collegamento ecologico tra di loro e al contempo assicurare un livello di protezione adeguato dagli impatti che derivano dalle attività antropiche svolte nella matrice stessa. Gli strumenti proposti negli schemi di rete ecologica per realizzare questi due obiettivi sono rispettivamente i corridoi ecologici e le buffer zones (fasce tampone), ma mentre i primi sono stati da sempre oggetto di maggiore attenzione e approfondimento metodologico, le fasce tampone non hanno goduto della stessa considerazione, pur essendo essenziali come mezzo di tutela dei nodi della rete. Con ciò si vuole evidenziare che nella definizione di indirizzi o buone pratiche con intenti di tutela delle aree umide è necessaria una valutazione dell'intera dimensione territoriale in cui esse si collocano, prendendo quindi in esame anche gli impatti a scala vasta. Tra questi, l'agricoltura intensiva è universalmente ritenuta una delle maggiori minacce alla conservazione delle aree umide e per questo motivo, nelle zone circostanti il corpo idrico (le buffer zones appunto), si renderà opportuno orientare le tecniche di coltivazione verso forme non intensive, con una preferenza dei tipi organici ed ecologici, quindi con un apporto di presidi chimici di sintesi ridotto o addirittura nullo e lavorazioni scarsamente impattanti.*

*Il presente lavoro ha lo scopo di indagare un'alternativa interessante all'agricoltura intensiva e tuttora poco esplorata, per lo meno per il suo ruolo protettivo nei confronti delle aree umide, rappresentata dalla "risicoltura conservativa". Lo studio si è concentrato in particolar modo sui benefici che i corpi idrici potrebbero trarre in termini di riduzione dei carichi di azoto derivanti dalla lisciviazione da terreni agricoli circostanti. Sono tuttavia molteplici gli effetti positivi che potrebbero essere prodotti da una diffusione di queste colture nelle buffer zones di aree umide, come ad esempio il*

*miglioramento nella struttura del suolo o l'incremento della biodiversità all'interno degli agro-ecosistemi. Come Dipartimento Difesa della natura di ISPRA auspichiamo dunque che questo tipo di pratica colturale possa suscitare un sempre maggiore interesse che vada di pari passo con un'accresciuta sensibilità ai temi ambientali.*

*Matteo Guccione*

*Michela Gori*

## **Riassunto**

La tutela della *biodiversità* è uno dei temi ormai ampiamente trattato in campo sia scientifico che politico-culturale. Un ruolo chiave nella sua conservazione a livello globale è rappresentato dalle zone umide: sistemi di notevole pregio, altamente minacciati dalle attività antropiche, che rappresentano elementi rilevanti nella struttura di una rete ecologica: la loro tutela in particolare delle *buffer zones*, permette di mitigare gli impatti sulla matrice ambientale circostante. Obiettivo di questo lavoro è indagare l'applicazione della risicoltura ecologica come attività antropica eco-compatibile all'interno delle *buffer zones* di zone umide. I benefici ambientali sono stati analizzati dagli scenari che interessano tre siti di studio: lo Stagno di Cabras, il Fiume Crati e la Laguna di Lesina. Le stime ottenute hanno dimostrato l'efficacia del riso ecologico nella riduzione dell'inquinamento da nitrati.

## **Abstract**

Protection biodiversity is one of the topics widely discussed in scientific and political-cultural field. A key role in its protection on a global level is represented by the wetland areas: systems of significant value, highly threatened by human activities, that represent important elements in the structure of an ecological network: their protection of buffer zones in particular, can mitigate the impacts on the environmental matrix around. The objective of this work is to investigate the application of organic rice as ecological human activities within the buffer zones of wetlands. The environmental benefits were analyzed by the scenarios involving three study sites: the Pond of Cabras, Crati River and the Lagoon of Lesina. The estimates obtained have demonstrated the efficacy of green rice in reducing environmental pollution by nitrates.

## CAPITOLO PRIMO

### LA BIODIVERSITA' E I SERVIZI ECOSISTEMICI RESI DALLE ZONE UMIDE

#### 1.1 Zone umide: definizione e classificazione.

Le zone umide sono costituite da una grande varietà di ambienti naturali e seminaturali, di forma, di dimensione, di funzionalità ed utilizzo. Vengono considerati tra gli ambienti a maggior diversità biologica, ospitando un gran numero di specie sia animali che vegetali. La loro particolare collocazione tra terre aride e terre completamente sommerse, tra acque dolci continentali e acque marine, conferisce a questi ambienti delle caratteristiche ecologiche peculiari :

- bassa profondità: in Italia la profondità media è di 70 cm;
- limiti spaziali variabili nel tempo e nello spazio, che inducono un forte effetto selettivo sulla comunità che li caratterizza;
- idrodinamismo ridotto;
- natura mista dei sedimenti: di tipo terrigeno nelle zone più lontane dal mare e più soggette alle correnti, più biogenici (materia organica e carbonati) verso il mare;
- elevata eterogeneità spaziale e temporale dei parametri fisici e chimici;
- alta concentrazione dei nutrienti;
- biota variabile;
- forte esposizione al disturbo antropico.

Questi sistemi per le loro caratteristiche, per la particolare localizzazione topografica e geomorfologica sono molto vulnerabili ed in continua evoluzione: la loro variabilità strutturale e funzionale si traduce in una molteplicità di definizioni in ambito internazionale. Le caratteristiche stesse delle zone umide, come la difficile definizione dei limiti della zona di transizione tra terra ed acqua e la variabilità spaziale e temporale di sommersione o di saturazione del suolo, sono una delle cause per cui risulta complesso definire univocamente questi sistemi. La definizione internazionale di zone umide adottata è quella della Convenzione di Ramsar (1971) che recita <sup>1</sup>: “ *le zone umide sono distese quali stagni, paludi, torbiere, bacini naturali ed artificiali, permanenti o temporanei con acqua*

---

<sup>1</sup> Convenzione di Ramsar, 1971

*stagnante o corrente, dolce, salmastra o salata comprese le distese di acqua marina la cui profondità in condizioni di bassa mare non supera i 6 metri* ". Tale definizione si basa su un unico criterio: la presenza di acqua in quanto obiettivo di questa convenzione è la protezione degli uccelli acquatici. La United States Fish and Wildlife Service, agenzia del Dipartimento degli Interni degli Stati Uniti, afferma invece che le zone umide per essere tali devono possedere una o più delle seguenti caratteristiche:

- il suolo, almeno periodicamente, deve supportare prevalentemente idrofite;
- il substrato è prevalentemente suolo idrico non drenato;
- il substrato è saturo di acqua o coperto da acqua bassa in qualche periodo durante la stagione di crescita annuale.

Il programma europeo MedWet per il bacino mediterraneo ha adottato la definizione generale della Convenzione di Ramsar completandola, proponendo un metodo per precisare gli attributi essenziali per identificare le zone umide. Tali attributi sono legati a tre criteri: idrologia, vegetazione e suolo. A livello nazionale, nel Decreto Legislativo 152/99, la tipologia ormai internazionalmente definita non viene identificata: benchè siano aree di transizione tra sistema acquatici e terrestri, le zone umide vengono definite esclusivamente rispetto la connessione tra acque dolci e salate. La Società Italiana di Ecologia ha individuato nella tipologia zone umide anche un sottoinsieme di aree di confine tra ambiente terrestre e acquatico definite come "zone ecotonali umide". A tali aree dovrebbero appartenere tutti quegli ambienti in cui le acque libere rappresentano una frazione esigua o assente. Con la Direttiva Comunitaria WFD 2000/60 nasce il termine di "*sistemi acquatici di transizione*": ambienti ecotonali situati tra ambiente terrestre e ambienti acquatici permanenti, la cui caratteristica peculiare è il mescolamento tra acqua marina salata ed acqua dolce terrigena frutto del drenaggio continentale attraverso varie fonti (fiumi, falde acquifere, ecc). Nella direttiva sono definiti come<sup>2</sup> : "*corpi idrici superficiali posti in prossimità della foce di un fiume che sono parzialmente di natura salina a causa delle loro vicinanze alle acque costiere, ma sostanzialmente influenzati dai flussi di acque dolci*". Tale termine è applicato principalmente in Europa. Negli Stati Uniti e in Australia questi ecosistemi vengono definiti *estuari*.

Le zone umide possono essere definite secondo criteri di classificazione proposti sulla base di differenti approcci che possono tenere conto ad esempio della localizzazione e topografia, idrologia, chimica dell'acqua, ecologia, ecc.

---

<sup>2</sup> Direttiva WFD 2000/60

A livello internazionale tre sono le tipologie di classificazione predominanti: Corine Biotopes, Ramsar e MedWet che hanno come finalità:

- la definizione degli ambiti di applicazione della legislazione sulle acque;
- l'applicazione delle direttive europee (Habitat ed Uccelli);
- l'applicazione della Convenzione di Ramsar.

La tipologia Corine Biotopes adottata anche dalla Direttiva Habitat, molto utilizzata in ambito europeo, si basa su criteri di tipo vegetazionale e comprende sette tipologie di ambienti in cui classificare le zone umide:

- habitat costieri e alofili
- ambienti acquatici non marini
- incolti, cespuglieti, prati
- foreste
- paludi e torbiere
- habitat rocciosi e grotte
- terreni agricoli e passaggi artificiali

La classificazione EUNIS è un sistema gerarchico che considera tutti i tipi di habitat sia naturali che artificiali, terrestri, d'acqua dolce e marina, sviluppato dall'EEA (Agenzia Europea per l'Ambiente) basato sulla Corine Habitats Classification integrata con approfondimenti sugli habitat marini.

La tipologia MedWet si ispira alle tipologie americane (National Wetlands Inventory of the United States of America). Considera i fattori fisici come salinità, pH e la durata e frequenza delle inondazioni. La metodologia di classificazione è costituita da più livelli:

- il livello di sistema che definisce i grandi raggruppamenti di zone umide (marini, di estuario, lacustri e palustri)
- la classe, che tiene conto di informazioni sulla fisionomia generale della copertura (acqua, vegetazione, substrato nudo, ecc) suddivisa a sua volta in sottoclassi (ad esempio tipologie di substrato, formazioni vegetali dominanti, ecc)
- il terzo livello considera il regime idraulico (regolarità delle inondazioni, saturazione, ecc)
- l'ultimo livello considera la salinità dell'acqua.

Nonostante la scelta delle tipologie non sia semplice e differente dalla Corine Biotopes, questa metodologia fornisce guide tecniche utili per identificare e delimitare le zone umide mediterranee.

La tipologia Ramsar, fortemente ispirata al modello americano, classifica i differenti habitat utilizzando quattro criteri di classificazione:

- criterio geografico: relativo alla geomorfologia e tipologia degli ambienti in relazione ad origine e forma;
- criterio ecologico: relativo al grado di trofismo delle acque. Permette la distinzione degli ambienti umidi in oligotrofici, distrofici ed eutrofici;
- criterio botanico: basato sull'esistenza di determinate specie floristiche e sulle loro associazioni vegetali;
- criterio faunistico: relativo alla presenza di determinate specie in particolare di avifauna.

Le zone umide possono essere classificate anche in base all'eterogeneità delle caratteristiche biotiche ed abiotiche facendo riferimento:

- alla concentrazione salina: "Il sistema di Venezia" (1959)
- al grado di confinamento <sup>3</sup>
- al gradiente quali-quantitativo di energia meccanica: teoria degli ergoclini <sup>4</sup>
- alle caratteristiche geomorfologiche.

## **1.2 Definizione di biodiversità e servizi ecosistemici.**

Il tema della *biodiversità* è ormai ampiamente trattato in diversi ambiti e settori sia dal punto di vista scientifico che politico e culturale. Con questo termine si intende la variabilità degli organismi viventi di ogni origine, compresi tra gli altri quelli degli ecosistemi terrestri, marini ed altri ecosistemi acquatici e i complessi ecologici di cui fanno parte; ciò include la diversità nell'ambito delle specie e tra le specie e la diversità degli ecosistemi (art.2 Convenzione di Rio de Janeiro sulla diversità biologica, 1992). Con il termine *biodiversità* quindi si fa riferimento non solo ad una diversità a livello di specie,

---

<sup>3</sup> Guerloget & Perthuisot, 1983

<sup>4</sup> Legendre & Demers 1985

intesa come numero di individui presenti in un habitat, ma anche a livello di geni ed ecosistemi. La *biodiversità* è un bene prezioso in quanto contribuisce in maniera decisiva alla vita del pianeta: la sua perdita comporta non solo una riduzione della ricchezza in specie e varietà di habitat ma anche di tutte le funzionalità e servizi resi dagli ecosistemi. La quantità e la qualità degli ecosistemi influenzano quindi i benefici che essi forniscono all'intera collettività; ciò inserisce il concetto di conservazione e *biodiversità* in una prospettiva più ampia che tiene conto anche dei benefici diretti e indiretti di carattere socio-economico su vasta scala. Con il termine di "servizi ecosistemici" si intende, secondo la definizione data dal *Millennium Ecosystem Assessment*<sup>5</sup> "i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano"; questo concetto ha quindi una stretta relazione con le condizioni di benessere della comunità. Secondo Boyd e Banzhaf (2005) infatti una delle tre caratteristiche chiave dei servizi ecosistemici è proprio quella di migliorare il benessere umano. Il Progetto *Millennium Ecosystem Assessment* distingue i servizi resi dagli ecosistemi in quattro grandi categorie (Figura 1) :

- Supporto alla vita: formazione del suolo, ciclo dei nutrienti, ecc;
- Approvvigionamento: cibo, acqua potabile, ecc;
- Regolazione: controllo dell'erosione, mitigazione del clima, ecc;
- Valori culturali: estetici, educativi, ecc.

---

<sup>5</sup> MA, 2005



Figura 1 : I servizi ecosistemici (Progetto *Millennium Ecosystem Assessment* 2005)

Essi sono fondamentali per la vita, ma gravemente minacciati dalle attività umane <sup>6</sup>. A causa delle loro complessità, una valutazione oggettiva complessiva del rischio a cui i servizi ecosistemici sono sottoposti è di difficile realizzazione pratica. Dal punto di vista economico-finanziario già Costanza nel 1997 quantifica il valore economico totale dei servizi forniti dai diversi biomi della Terra basato sul valore economico fornito per ettaro da ogni sistema. In occasione del vertice tenutosi in Germania a Postdam nel marzo del 2007 i ministri dell'Ambiente delle principali economie mondiali hanno concordato sulla necessità di promuovere uno studio globale sui benefici economici della biodiversità biologica, che metta a confronto i costi dell'eventuale perdita di biodiversità con quelli di misure conservative efficaci. Nella prima pubblicazione dello studio che ne è scaturito dal

<sup>6</sup> Daily 1997; Costanza & Folke 1997; Heal 2000

titolo “*The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB*” è stata valutata la perdita annuale dei servizi ecosistemici in 50 miliardi di euro. Secondo la relazione, se l'attuale scenario dovesse rimanere immutato il costo in termini di perdita della sola biodiversità terrestre entro il 2050 sarebbe pari al 7% del PIL, con una sostanziale perdita nei servizi forniti dagli ecosistemi marini. La relazione contiene raccomandazioni quali l'adozione di misure per porre termine alle sovvenzioni dannose per l'ambiente e la creazione di «mercati» per i servizi ecosistemici<sup>7</sup> (Figura 2).

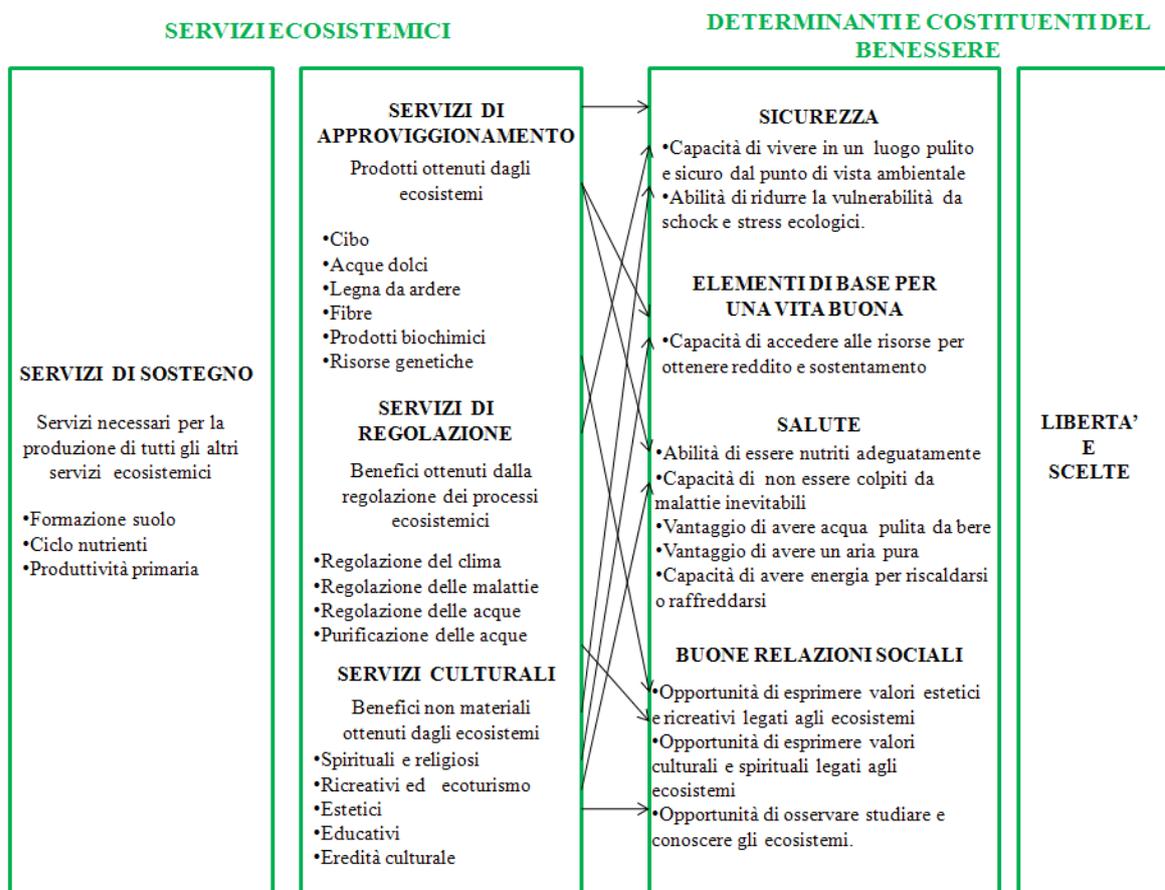


Figura 2: Relazioni tra servizi eco-sistemici e benessere umano (Progetto *Millennium Ecosystem Assessment* 2005)

### 1.2.1 Il ruolo degli ecosistemi umidi nella tutela della biodiversità e nella fornitura di servizi ecosistemici.

Le zone umide rappresentano zone di inestimabile valore per il funzionamento sia degli ecosistemi regionali, sia per la conservazione a livello globale della biodiversità.

<sup>7</sup> Beni e Servizi Ecosistemici, Unione Europea 2010

Hanno un ruolo rilevante dal punto di vista idrologico ed ecologico in quanto svolgono funzioni fondamentali per l'equilibrio dei bacini idrografici di cui fanno parte. Come esposto da Baldacchini *et al.* (2005) :

- *regolano il flusso delle acque di piena*: l'immissione delle acque di fiumi e torrenti nelle zone umide durante prolungati periodi di intense piogge, ritarda il deflusso determinando una desincronizzazione delle piene;
- *riducono le forze erosive superficiali*: a causa della ritenzione dei sedimenti e della desincronizzazione delle piene determinano un'attenuazione della capacità erosiva della corrente dei corsi d'acqua sugli argini e rallenta il trasporto dei sedimenti verso il mare;
- *ricaricano il deflusso della falda freatica*: funzione importante nel mantenimento delle falde acquifere dove vi è una minaccia di eccessivo sfruttamento e di inquinamento da sostanze tossiche;
- *consolidano il litorale e i suoli*: riducono l'impatto di onde e correnti mentre le radici delle specie vegetali presenti trattengono i sedimenti sottostanti. Funzione di particolare importanza per le aree soggette a subsidenza e all'innalzamento del livello del mare;
- *migliorano la qualità delle acque*: depurano le acque superficiali attraverso la ritenzione e la trasformazione delle sostanze nutrienti contenute, effettuata dagli organismi vegetali;
- *accumulano i sedimenti organici ed inorganici*: in seguito a processi di ritenzione da parte delle radici della vegetazione acquatica;
- *rappresentano habitat per numerose specie animali e vegetali acquatiche o dipendenti dalle aree umide stesse (i.e.: effetto nursery)*: forniscono rifugio, condizioni favorevoli per la riproduzione, corridoi migratori per molte specie dell'avifauna acquatica e dell'ittiofauna favorendo la colonizzazione di nuovi habitat e lo scambio genetico necessario per mantenere vitali queste popolazioni;
- *ricoprono un ruolo importante nella conservazione e incremento della biodiversità*: tutelando la diversità ambientale, genetica e di specie, mantenendo gli equilibri ecologici e la difesa del patrimonio naturale;
- *regolano il microclima*: riducono a livello locale le escursioni giornaliere e stagionali delle temperature, mitigando i periodi di siccità.

Assumono grande importanza anche per le attività produttive come pesca ed allevamento. Molte specie commercialmente sfruttabili e non, trascorrono almeno una parte del loro ciclo vitale in questi habitat. Oltre a rappresentare siti di riproduzione, nidificazione e di passo per numerose specie di uccelli, vengono colonizzate da stadi larvali e giovanili di pesci, molluschi, e crostacei che li eleggono ad area nursery: habitat in cui i giovanili si accrescono prima di ritornare nuovamente in mare. Le zone umide rappresentano anche degli habitat favorevoli per alcune specie di insetti come i Lepidotteri che si sviluppano all'interno di piante palustri o tra il fogliame emerso. Una riduzione dei questi habitat comporta l'estinzione di queste specie con conseguenze negative anche su altre categorie tipo gli uccelli Passeriformi insettivori, determinando quindi una riduzione della biodiversità ai livelli più alti della catena trofica. Un discorso a parte merita uno degli ambienti umidi artificiali più antichi della storia: la salina, habitat ad alta valenza ecologica attrattivo per moltissimi uccelli che vi trovano cibo in abbondanza e siti ideali per la riproduzione. La riconversione di questi ambienti in vasche per l'acquacoltura intensiva, come spesso accade, comporta la perdita di molte specie nidificanti come Avocetta, il Cavaliere d'Italia e il Fenicottero<sup>8</sup>. Tutto ciò dimostra come sia necessario che le attività svolte in questi ambienti, antropiche e non, debbano essere condotte con metodi sostenibili che contribuiscono alla conservazione di questi ecosistemi e a preservare il loro contributo al mantenimento dei servizi ecosistemici e della biodiversità.

In base ai calcoli dell'EEA, il valore complessivo economico dei servizi generali prodotti dalle zone umide potrebbe aggirarsi attorno ai 2,5 miliardi di euro l'anno<sup>9</sup>. Per questo motivo negli ultimi anni sono state adottate misure di tutela sempre più restrittive, sia a livello nazionale che internazionale, per conservare la biodiversità di questi ecosistemi.

### **1.3 Inquadramento normativo: grado di tutela e vincoli delle zone umide in Italia.**

Le prime misure di tutela delle zone umide in Europa risalgono all'inizio degli anni '70, dirette alla sopravvivenza e migrazione della fauna selvatica avicola. Fino ad allora vaste campagne di bonifica effettuate per un loro utilizzo a fini agricoli ed urbani ne avevano limitato notevolmente l'estensione. Nel periodo romano per esempio solo in Italia si estendevano per 3.000.000 ettari, nel XX secolo la loro estensione era di 1.300.000 ettari,

---

<sup>8</sup> WWF Italia, 1996

<sup>9</sup> Beni e Servizi Ecosistemici, Unione Europea 2010

fino ad arrivare a soli 300.000 ettari nel 1991. In relazione a ciò molte di queste aree sono state sottoposte a tutela ai sensi della “Convenzione per la salvaguardia delle zone umide di interesse internazionale soprattutto come habitat degli uccelli acquatici” firmata a Ramsar nel 1971. L’Italia ha ratificato tale Convenzione con il D.P.R. 448/76 e con un successivo D.P.R. 184/87 ed indicato all’UICN l’elenco delle zone umide di importanza internazionale presenti sul territorio selezionate in base ai criteri individuati dall’art. 2 della Convenzione stessa. Ben 50 zone umide per oltre 50.000 ettari sono state riconosciute in Italia, altre sono state incluse in aree protette istituite ai sensi della Legge 431/91 o i Siti Natura 2000 (Siti di Importanza Comunitaria e Zone a Protezione Speciale) ai sensi delle Direttive 92/43/CEE (“Habitat”) e 79/409/CEE (“Uccelli”). La Conferenza della Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo (UNCED di Rio de Janeiro del 1992) ha segnato un punto di partenza per nuove azioni di conservazione. Tale piano normativo, in sintonia con la Legge Quadro per le aree protette (n. 394/91), è teso a promuovere la creazione di un sistema nazionale di zone umide correttamente gestite. Negli ultimi anni si sta dando un approccio interdisciplinare alla gestione di questi sistemi evidenziando la necessità di interventi non solo al vertice dell’ecosistema, salvaguardando ad esempio solo le popolazioni di uccelli, ma anche monitorando gli elementi situati alla base attraverso interventi quali-quantitativi sul controllo delle acque, estendendo le azioni di tutela al di fuori dei limiti della zona umida. Nelle recenti norme relative alle attività di tutela e di prevenzione ambientale in materia di acque, numerosi sono i riferimenti alle zone umide di importanza internazionale ai sensi della Convenzione Ramsar. Con l’emanazione del Decreto Legislativo 152/99 di recepimento della Direttiva 271/99 CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e la Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento da nitrati di origine agricola, vengono menzionate le acque dolci superficiali comprese nelle zone Ramsar come “aree sensibili” richiedenti specifici interventi di tutela e prevenzione. L’attuale Direttiva 2000/60/CEE propone l’istituzione di un piano di tutela delle acque superficiali interne, di transizione, costiere e sotterranee, con lo scopo di fornire una classificazione dello stato ecologico e chimico degli ecosistemi acquatici. L’individuazione dello stato ecologico inteso come “espressione della qualità e del funzionamento dell’ecosistema” comporta la salvaguardia e tutela di tutti gli elementi biologici di qualità specifici del sistema. Queste nuove misure di protezione comportano nello specifico un uso più razionale ed una conservazione mirata di tutte le zone umide che svolgono l’importanti funzione di protezione delle risorse idriche. Come evidenziato nel “Piano Strategico Ramsar 1997-2004 ratificato a Brisbane, è necessario inoltre riconoscere anche

l'importante apporto socio-economico e culturale, oltre a quello ecologico, fornito dalle zone umide alle attività antropiche come pesca, acquacoltura, coltivazione di canne, estrazione del sale, caccia, attività ricreative. Si è affermato infatti il concetto di “wise use”: uso razionale o sfruttamento sostenibile delle zone umide. In Italia molte zone umide sono sottoposte a forme sovrapposte di protezione, come già detto alcune aree sono designate come SIC e/o ZPS. Vi sono aree estremamente importanti per la gestione piscicola come le Valli di Comacchio e la Valle Bertuzzi, parte della laguna di Orbetello, i laghi costieri del Lazio ed alcuni stagni della Sardegna. La quasi totalità delle zone umide salmastre è sottoposta a vincoli di vario genere come le leggi 1497/39 (Protezione delle bellezze naturali) e 431/85 (Legge Galasso) con cui è stato imposto il vincolo paesaggistico-ambientale; entrambe abrogate in seguito dal D.Lgs 490/99 (Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali ed ambientali).

## CAPITOLO SECONDO

### IMPATTI DELLE ATTIVITA' ANTROPICHE SULLE ZONE UMIDE

#### 2.1 Fragilità delle zone umide, pressioni e fattori di minaccia.

A causa della loro grande variabilità gli ecosistemi umidi sono intrinsecamente vulnerabili. Tra i diversi fattori di pressione, gli impatti maggiori vanno ricercati nelle attività antropiche che interferiscono con lo stato di conservazione del sistema, agendo sia sulla sua integrità funzionale sia sull'esistenza stessa delle matrici che lo caratterizzano come riduzione dello specchio d'acqua, modificazione della vegetazione, ecc. La IUCN-CMP (World Conservation Union-Conservation Measures Partnership) propone una classificazione dei pericoli diretti per la biodiversità e le relative azioni di conservazione<sup>10</sup>:

- *sviluppo residenziale e commerciale*: attività umane dovute ad un utilizzo del paesaggio non agricolo come sviluppo di aree urbane, centri commerciali, industriali, strutture turistiche, sviluppo di strade, aeroporti, ecc;
- *agricoltura ed acquacoltura non sostenibile*: pericoli dovuti ad un uso intensivo delle attività agricole. Le minacce principali sono essenzialmente rappresentate dalla *captazione idrica eccessiva* che negli ultimi anni sta riducendo sempre di più la quantità e qualità delle acque di falda. Questo problema riveste in particolare le regioni centro-meridionali dove oltre il 53% dei prelievi è costituito da captazioni
- da falda profonda<sup>11</sup>. Ciò sta incrementando il fenomeno dell'intrusione salina negli acquiferi costieri: gli eccessivi prelievi di acqua dolce infatti stanno determinando una *salinizzazione* delle acque di falda. Questo fenomeno ormai si manifesta infatti sia nelle pianure agricole costiere, particolarmente sensibili all'intrusione di acqua marina, sia nelle pianure agricole irrigue interne a causa dell'uso non sostenibile della risorsa acqua. Conseguenze di ciò sono la destrutturazione dei suoli dovuta ad un utilizzo per fini agricoli di queste acque, un riduzione della loro fertilità e delle produzioni agrarie e la *desertificazione*. Il 51,8% del territorio italiano è considerato potenzialmente a rischio, in particolare la totalità di Sicilia, Sardegna, Puglia, Calabria, Basilicata e Campania, e parte delle regioni Lazio, Abruzzo,

---

<sup>10</sup> Salafsky *et al.*, 2008

<sup>11</sup> PSN, 2007-2013

Molise, Toscana, Marche e Umbria<sup>12</sup>. Le cause della *desertificazione* vanno ricercate anche in altre attività antropiche come la deforestazione, gli incendi e le attività zootecniche intensive oltre l'eccessiva urbanizzazione del territorio. Un'altra conseguenza dell'agricoltura intensiva è rappresentata dall'uso indiscriminato di concimi e fertilizzanti che ha determinato l'insorgenza di fenomeni come l'*eutrofizzazione* delle acque caratterizzate da alte produzioni primarie, elevato consumo di ossigeno fino ad arrivare ad una completa anossia. Ciò è dovuto all'effetto sinergico di una serie di condizioni che si verificano nella stagione estiva, in particolare in bacini a bassa profondità, come alte temperature e stagnazione delle acque per scarso ricambio idrico. In particolare l'uso di fertilizzanti azotati, lo smaltimento delle deiezioni animali degli allevamenti intensivi, l'utilizzazione agricola delle acque reflue, sta determinando un accumulo eccessivo di nitrati nelle acque di falda. L'allegato 7-Parte Terza del D. Lgs. 152/2006 dedicato alle Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, fissa a 50 mg/L la concentrazione limite di nitrati al fine della designazione delle ZVN. D'altra parte, tale valore limite era stato già fissato nel D. Lgs. 152/99, nel quale si fa riferimento ad altri valori limite al di sotto dei quali un'acqua possiede caratteristiche idrochimiche buone. Per le aree vulnerabili la Direttiva stabilisce un limite massimo ad ettaro di apporto di azoto proveniente dalla deiezioni zootecniche pari a 170 kg N/ha/anno. Attualmente l'87% delle zone agricole europee presenta una concentrazione di nitrati nelle acque sotterranee superiore al

- valore guida di 25 mg/l. Il 22% di esse supera i 50 mg/l<sup>13</sup>). Per ridurre tale concentrazione è necessario un uso sostenibile di concimi organici e dei fertilizzanti chimici utilizzati attraverso ad esempio la conoscenza del fabbisogno di azoto procapite per coltura, un utilizzo di pratiche colturali che riducano il processo di lisciviazione dei nitrati dal terreno nelle acque di falda come: la rotazione delle coltivazioni, l'impianto di fasce erbose non fertilizzate lungo i corsi d'acqua che svolgano "effetto tampone", l'interramento ritardato delle stoppie invece della loro bruciatura, una corretta irrigazione con acque preferibilmente con un ridotto carico di inquinanti, una raccolta e gestione corretta degli effluenti di allevamento (Linee guida sulle buone pratiche per la gestione dei nitrati in agricoltura).

---

<sup>12</sup> Atlante Nazionale delle aree a rischio desertificazione, INEA

<sup>13</sup> Proteggiamo l'acqua dai nitrati, Regione Puglia 2009

- *intrusione e disturbo delle attività umane*: modifiche dei sistemi naturali attraverso opere di canalizzazione, cementificazione dei fiumi, bonifiche di ambienti lagunari, ecc;
- *uso delle risorse biologiche*: prelievo di specie sia animali che vegetali attraverso attività di pesca, caccia non regolamentari, introduzione di specie invasive ed alloctone, ecc;
- *produzione di risorse non biologiche*: idrocarburi e gas ottenuti tramite distruzione di minerali e rocce, parchi eolici e solari, ecc.
- *inquinamento*: emissione di sostanze nocive agricole, industriali, urbane, ecc.
- *eventi geologici*: pericoli dovuti ad eventi geologici catastrofici come eruzioni vulcaniche, tsunami, terremoti, ecc.
- *cambiamenti climatici*: possono influenzare a lungo termine la vulnerabilità di specie o habitat.

Nonostante gli impatti a cui possono essere soggetti e la loro intrinseca fragilità, gli ecosistemi umidi riescono a ritornare alle condizioni di partenza dimostrando di avere una discreta resilienza e una buona stabilità: ciò è dovuto anche agli adattamenti di carattere fisiologico delle specie presenti (elevata capacità di osmoregolazione, resistenza all'ipossia e alla variabilità di temperatura).

## **2.2 Zone umide e reti ecologiche.**

La frequente antropizzazione degli ecosistemi umidi ha comportato ad una frammentazione di questi sistemi. Questo processo consiste nella suddivisione di una porzione di territorio omogenea (boschi, praterie, etc.) in più parti spesso separate tra loro o in alcuni casi rimosse. Le superfici naturali si trovano così a formare dei frammenti spazialmente isolati e immersi in una matrice territoriale di origine antropica. Tale processo, per le sue drammatiche implicazioni in termini di conservazione della biodiversità, è oggetto di una prioritaria attenzione a tutti i livelli di organizzazione ecologica: gli effetti della frammentazione possono essere infatti rilevati sia a livello di singoli individui animali o di propaguli vegetali, sia di popolazioni appartenenti a determinate specie, sia a livello di intere comunità biologiche<sup>14</sup>. Tutto ciò comporta la riduzione e la scomparsa di determinati ecosistemi come le zone umide, con un conseguente incremento dell'isolamento dei vari habitat e la creazione di nuove tipologie ecosistemiche di origine antropica. Il processo di frammentazione infatti

---

<sup>14</sup> Battisti, 2004

porta alla strutturazione di “ecomosaici”<sup>15</sup>, a diverso grado di eterogeneità. In essi si possono differenziare:

- una matrice antropica, venutasi a creare per alterazione e scomparsa di aree naturali;
- frammenti di ambiente naturale, ognuno con le proprie caratteristiche (dimensione, morfologia, qualità ambientale, distanza tra *patches* ect.).
- ambienti di margine (intendendo con il termine “effetto margine” una serie di effetti fisico–chimici e biologici che intervengono nelle aree marginali e di contatto fra ambienti). Un frammento di ambiente naturale è così ulteriormente suddivisibile in un nucleo (*core area*) e in un’area marginale circostante (*edge area*). L’influenza di questo effetto margine è maggiore su frammenti ambientali di piccole dimensioni e/o con perimetro irregolare.

I frammenti di ambiente naturale (definiti anche isole di habitat, isole ecologiche, *remnants*<sup>16</sup>) mostrano caratteristiche proprie (per tipologia, area, forma, qualità, ecc.), un diverso grado di isolamento fra di loro e fra le aree non frammentate, oltre che una propria articolazione spaziale. Conoscere il processo della frammentazione non è semplice soprattutto per la difficoltà di capire le modalità e i tempi con cui la frammentazione altera il regolare funzionamento dell’ecosistema. Uno strumento per mitigare gli effetti di questo processo può essere rappresentato dalla *reti ecologiche*. Per *rete ecologica* si intende a seconda delle funzioni svolte:

- un sistema interconnesso di habitat, la cui funzione principale è la salvaguardia della biodiversità;
- un sistema di parchi e riserve, inseriti in un contesto coordinato di infrastrutture e servizi;
- un sistema paesistico, a supporto prioritario di fruizioni percettive e ricreative;
- uno scenario ecosistemico polivalente, a supporto di uno sviluppo sostenibile.

Una delle definizioni maggiormente diffuse considera la rete ecologica come un sistema interconnesso di habitat, di cui salvaguardare la biodiversità, che pone particolare attenzione alle specie animali e vegetali potenzialmente minacciate. Una rete ecologica è tipicamente costituita da quattro componenti principali:

- Aree centrali (*core areas*);

---

<sup>15</sup> Forman, 1995

<sup>16</sup> Saunders et al., 1991

- Fasce di protezione (buffer zones);
- Fasce di connessione (corridoi ecologici);
- Aree puntiformi o sparse (stepping zone);
- Aree di restauro ambientale (restoration areas).

Le zone umide hanno sempre svolto un ruolo rilevante nella struttura della rete ecologica in quanto considerate “serbatoi di biodiversità”; esse vengono definite come le *core areas* o *steppings stones*, a seconda delle dimensioni. Particolare attenzione quindi viene data alla matrice ambientale in cui queste aree si trovano per garantire oltre ad un giusto grado di collegamento ecologico tra loro anche un livello di protezione adeguato dagli impatti che derivano dalle attività antropiche svolte nella matrice stessa. Per realizzare ciò gli strumenti proposti negli schemi di rete ecologica sono rappresentati da i corridoi ecologici e le buffer zones (fasce tampone), ma mentre i primi sono da tempo oggetto di attenzione e interventi di gestione, le fasce tampone hanno avuto sempre poca considerazione, nonostante siano elementi essenziali nella tutela dei nodi della rete. Quindi per tutelare gli ecosistemi umidi sono necessari non solo interventi che mirino alla tutela singola dell’habitat come rinaturalizzazione delle sponde, creazione di aree di sosta per la fauna, manutenzione di canneti, etc ma anche azioni che riguardino l’intera dimensione territoriale in cui essi si collocano. Gli impatti negativi su queste aree possono infatti generarsi in maniera indiretta e anche molto lontana da esse ed avere comunque degli effetti devastanti su di esse. Dal punto di vista gestionale se ad esempio, secondo questo approccio a scala vasta, l’area umida da preservare si trova in una matrice agricola, bisognerà predisporre delle tecniche di coltivazione non intensive in tutta l’area circostante il corpo idrico da tutelare. A tal proposito, una proposta interessante e attualmente poco indagata nella tutela di un’ area umida, potrebbe essere rappresentata dalla “risicoltura conservativa”

## CAPITOLO TERZO

### LE RISAIE ECOLOGICHE

#### **3.1 Strumenti di sostenibilità delle aree buffer per la tutela degli ecosistemi umidi: le risaie ecologiche.**

L'ambiente di risaia e, in generale, la risicoltura come tipologia agricolo-produttiva stanno cominciando ad assumere ultimamente una notevole rilevanza da un punto di vista sia funzionale che applicativo nella gestione ecocompatibile di un'area umida. Come affermato dalla risoluzione di Ramsar (X.31/2009) le risaie gestite con metodi sostenibili svolgono un ruolo fondamentale nella conservazione degli ecosistemi umidi; anche il decreto MATMM del 17/10/2007 (Criteri minimi conservazione ZPS e ZSC) annovera le risaie tra le tipologie ambientali di riferimento per le ZPS. L'ecosistema risaia, se pur artificiale, si avvicina più di ogni altro all'ecosistema umido naturale rappresentando, per esempio, area di sosta durante la migrazione o di svernamento di popolazioni consistenti di uccelli acquatici come gli ardeidi coloniali (Airone Cenerino, Garzetta, etc). In Cina ad esempio alte percentuali di risaie costantemente irrigate, rappresentano aree ideali per l'allevamento di anatre e pesci. Studi recenti hanno evidenziato come l'allevamento di queste specie in questi ecosistemi riduca l'utilizzo di fertilizzanti chimici e la dispersione dell'azoto del 5-7%<sup>17</sup>. Per risicoltura ecologica (risicoltura biologica, biodinamica, sinergica, secondo natura, metodo ecologico) si intendono diversi metodi di produzione risicola a basso impatto ambientale.

La meccanizzazione delle pratiche agricole, l'omologazione delle colture, il disegno lineare degli elementi tipici del paesaggio agricolo come siepi, filari, ormai frammentato, ha fortemente modificato l'ecosistema risaia riducendo le sue potenzialità naturalistiche. Dal punto di vista ecologico, quindi, le aree di risaia si presentano, oggi, fortemente compromesse e bisognose di interventi di riqualificazione per ripristinare l'equilibrio di un agroecosistema che potenzialmente, rappresenta una grande risorsa per la conservazione della natura<sup>18</sup>. L'agricoltura tradizionale ha devastato il territorio attraverso un uso eccessivo di concimi, diserbanti, pesticidi per ottenere il massimo sfruttamento del suolo.

---

<sup>17</sup> Li 2008

<sup>18</sup> Coppo e Melucci, Arpa Vercelli

La falda acquifera di molti territori si presenta infatti ricca di nitrati, sostanze tossiche e depauperata a causa dell'eccessiva captazione idrica. Basti pensare che l'87% delle zone agricole europee presenta una concentrazione di nitrati nelle acque sotterranee superiore al valore guida di 25 mg/l<sup>19</sup>. La risicoltura tradizionale, caratterizzata dalla monosuccessione e dall'utilizzo di diserbanti e pesticidi, ha determinato: un sempre maggiore inquinamento delle acque superficiali e di falda<sup>20</sup>, la presenza di erbe infestanti sempre più resistenti agli erbicidi<sup>21</sup>, la carenza quali-quantitativa della sostanza organica del terreno<sup>22</sup>.

La coltivazione del riso con il metodo biologico invece, che rappresenta oggi solo il 5% della copertura risicola nazionale <sup>23</sup> permette di ridurre la quantità di fertilizzanti chimici ed agro-farmaci in risaia. Si differenzia da quella intensiva tradizionale per:

- alterazione minima del suolo, che viene lavorato solo in uno strato superficiale, al fine di preservare la struttura, la fauna e la sostanza organica del suolo;
- copertura permanente del suolo (colture di copertura, residui e coltri protettive) per proteggere il terreno e contribuire all'eliminazione delle erbe infestanti;
- associazioni e rotazioni colturali diversificate, che favoriscono i microrganismi del suolo e combattono le erbe infestanti, i parassiti e le malattie delle piante.

La rotazione colturale restituisce la fertilità del suolo garantendo una maggiore mineralizzazione della sostanza organica, riducendo i fenomeni di immobilità e tossicità tipici della risicoltura tradizionale sommersa. La concimazione e il diserbo, effettuati con metodi naturali, permettono di ripristinare il naturale equilibrio dell'agro-ecosistema risicolo. I macchinari utilizzati sono meno invasivi dei tradizionali: sono semplici, poco costosi, caratterizzati da elementi tipo gomme ad ultra-bassa pressione che non danneggiano il suolo.

I vantaggi ambientali quindi sono molteplici:

- Miglioramento delle riserve di carbonio organico, dell'attività biologica, biodiversità e struttura del suolo;
- Aumento della capacità di assorbimento del suolo che, grazie ad una maggiore attività biologica, assume una struttura ricca di macrobiopori ben connessi ed

---

<sup>19</sup> Proteggiamo l'acqua dai nitrati - Regione Puglia 2009

<sup>20</sup> Anselmetti et al., 1997 a e b

<sup>21</sup> Sattin et al., 1999

<sup>22</sup> Romani, 2003

<sup>23</sup> Coltivazione del riso con metodo biologico - Regione Lombardia, 2007

essenzialmente verticali, che aumentano l'infiltrazione dell'acqua e la resistenza del suolo alla compattazione;

- Aumento della capacità depurativa del suolo dovuta ad una minore perdita di suolo e di nutrienti, ad una più rapida degradazione dei pesticidi e a un maggior adsorbimento (determinato da un aumento del contenuto di sostanza organica e dell'attività biologica) che garantiscono una migliore qualità dell'acqua;
- Minore perdita di suolo grazie al mantenimento della struttura e della copertura vegetale che contengono il ruscellamento e l'erosione;
- Diminuzione dell'utilizzo di fertilizzanti e di interventi per il recupero dei terreni.
- Diminuzione delle emissioni di anidride carbonica dovute al ridotto utilizzo di macchinari e del maggiore accumulo di carbonio organico;
- Mitigazione del clima;
- Conservazione della biodiversità: molte specie di insetti ed di uccelli che utilizzano le risaie come fonti di cibo. Di conseguenza regolando le popolazioni di insetti potenzialmente nocivi per la pianta si può impedire un loro eccessivo proliferare a danno della pianta con conseguente riduzione dell'utilizzo di fitofarmaci e pesticidi.
- Conservazione quali-quantitativa delle acque di falda: viene ridotto il consumo idrico mitigando così la desertificazione dei suoli, la captazione eccessiva dell'acque di falda con conseguente ripristino dell'equilibrio del cuneo salino.

Non sono infine trascurabili le ricadute economiche di tale attività in quanto le rese per ettaro della risicoltura ecologica, confrontate con quelle della risicoltura intensiva, sono altamente concorrenziali, ancor più se si considerano i risparmi in termini di presidi chimici, di manodopera e di carburante. Ciò rende ancora più vantaggiosa la conversione delle coltivazioni presenti nelle buffer zones di aree umide in risaie ecocompatibili, poiché garantisce un ritorno economico per gli imprenditori agricoli e permette loro di non abbandonare l'attività agricola sui propri terreni.

Tutto ciò dimostra quindi come la coltivazione del riso biologico rappresenti uno strumento di tutela della biodiversità dell'agro-ecosistema: queste coltivazioni inserite quindi in un contesto ambientale più ampio, diversificato e interconnesso, possono rappresentare strategie innovative di pianificazione di reti ecologiche.

### **3.2 Strumenti finanziari a sostegno delle risaie ecologiche: i piani di sviluppo nazionali e regionali rurali.**

I piani di sviluppo nazionali (PSN) e i piani di sviluppo regionali rurali (PSR) rappresentano degli strumenti finanziari per la tutela della biodiversità delle aree rurali e per lo sviluppo delle pratiche ecosostenibili in campo agricolo; di tali piani è necessario mettere particolarmente in risalto alcuni aspetti:

- il legame esistente tra biodiversità e cambiamenti climatici,
- lo stato di attuazione della Rete Natura 2000;
- il ruolo delle aree ad alto valore naturale;
- la tutela delle risorse genetiche animali e vegetali.

In particolare per questo studio sarà approfondito il ruolo delle aree ad alto valore naturale come le zone umide e gli impatti positivi derivati su questi sistemi da pratiche agricole sostenibili come le risaie ecologiche. L'evoluzione di questi ecosistemi, caratterizzati da habitat specifici per la conservazione delle specie (si pensi che le zone umide rappresentano per esempio il 63% delle specie di uccelli minacciate o in declino, considerando anche risaie e pascoli alpini) ha inciso sulla struttura del paesaggio agrario attribuendo all'attività agricola un ruolo preponderante per la tutela della biodiversità<sup>24</sup>. Nell'analisi SWOT del PSN dedicata alla situazione ambientale come punti forza nella tutela della biodiversità sono menzionate le produzioni tipiche, legate ad alcune varietà vegetali locali come potrebbe essere la coltura del riso, la diffusione dell'agricoltura biologica, la diffusa tendenza alla riduzione dell'uso di input chimici come fertilizzanti o prodotti fitosanitari, etc. Come punti di debolezza la situazione preoccupante della biodiversità nelle aree agricole è infatti dovuta al rischio di inquinamento idrico derivato dall'eccesso di azoto per le acque profonde. Per questo motivo è necessario lo sviluppo di piani di gestione e attuazione di misure e pratiche agricole eco-compatibili che abbiano come obiettivo finale oltre che la produttività anche la conservazione e valorizzazione della biodiversità. Le azioni-chiave tratte dal PSN sono le seguenti:

1. collegamento funzionale tra habitat naturali residui e ripristinati e loro ampliamento, tramite un miglioramento naturalistico della matrice agricola e creazione di nuovi ambienti naturali (es. zone umide temporanee e permanenti, prati e pascoli, etc.);
2. conservazione e la valorizzazione di habitat semi-naturali dove è praticata un'agricoltura estensiva come risaie, con particolare attenzione al sistema delle aree protette (sviluppo di corridoi ecologici, potenziamento dei nodi della rete ecologica e miglioramento del loro grado di connettività, diffusione di pratiche agricole ecocompatibili adeguate).

---

<sup>24</sup> Aggiornamento Piano Strategico Nazionale Biodiversità

Anche in molti PSR sono previsti interventi di incentivazione dell'agricoltura biologica e azioni volte a creare e gestire habitat all'interno delle aree Natura 2000 e delle aree protette.

La misura che negli anni passati ha realizzato i risultati forse più interessanti nella tutela della biodiversità agraria è il ripristino di habitat naturali o seminaturali (zone umide, prati, ecc.) su terreni agricoli ritirati dalla produzione. La realizzazione di questi interventi sarebbe prioritaria nelle aree agricole caratterizzate da agricoltura intensiva, attorno alle zone umide esistenti e alle foci dei fiumi<sup>25</sup>. Ben 7 PSR (Sicilia, Puglia, Abruzzo, Marche, Liguria, Campania e Valle d'Aosta) non contengono alcuna azione agroambientale specifica per la conservazione o l'incremento della biodiversità degli ambienti agricoli, tuttavia i PSR di queste Regioni sostengono l'agricoltura biologica come azione che favorisce indirettamente la biodiversità.

Soltanto il PSR del Piemonte sostiene interventi a favore della biodiversità delle risaie spesso minacciate da pratiche agricole intensive: per esempio alcune modifiche delle tecniche colturali relative alla variazione della profondità dell'acqua e all'uso di antiparassitari dotati di effetti collaterali importanti, introdotte recentemente per ottenere una maggiore produttività, hanno abbassato la ricettività faunistica di una frazione importante delle risaie attuali. Tuttavia, si ritiene che con opportuni accorgimenti a basso costo e con la messa a punto di piani di lotta antiparassitaria integrata, sarebbe possibile riportare il valore faunistico e ambientale delle risaie ai valori originali. Le azioni che sarebbe utile mettere in pratica mediante i PSR sono riportate di seguito. Gli impegni possono essere differenziati su due fronti: a livello di *Consorzi di Bonifica* e a livello di *imprese agricole*.

1) *Consorzi di Bonifica*:

a) Circolazione di acqua nel periodo invernale nella rete di adduzione principale.

Modalità tecniche di attuazione: mantenimento della circolazione di acqua irrigua nei fossi di adduzione principale, per un periodo di almeno 60 giorni tra ottobre e marzo. Motivazione: la circolazione dell'acqua è molto utile per l'efficienza delle risorse irrigue ad inizio stagione, il mantenimento del livello di falda ed il conseguente rapporto con le risorgive, con il miglior mantenimento e/o sviluppo della vegetazione riparia. Aspetti tecnico-economici: devono essere definiti con i Consorzi di Bonifica eventuali aree di

---

<sup>25</sup> PSR 2007-2013 e biodiversità

sperimentazione e i maggiori costi connessi a tale pratica, in modo che gli stessi possano essere adeguatamente compensati senza ricaduta sui fruitori del servizio.

## 2) *Imprese agricole:*

a) Impegno a non bruciare le stoppie.

Modalità tecniche di attuazione: provvedere a lasciare in campo la paglia, anche trinciata dall'apposito accessorio della mietitrebbia, per procedere al suo successivo interrimento, ovvero provvedere alla consuetudinaria raccolta mediante pressa raccogliitrice.

Motivazione: la bruciatura dei residui di lavorazione del riso costituisce uno spreco di sostanza organica per il suolo, comporta l'alterazione di habitat di rilevante importanza per numerose specie di vertebrati e di invertebrati e costituisce uno spreco di biomassa.

Aspetti tecnico-economici: si ritiene che tale pratica debba essere considerata quale "impegno base" indispensabile per l'accesso ai successivi impegni e non comporti la necessità di integrazione di reddito.

b) Mantenimento di piccole aree con presenza di acqua anche nei periodi di asciutta tecnica della risaia.

Modalità tecniche di attuazione: lasciare alcune aree di maggiore profondità, preferibilmente un solco lungo un lato dell'appezzamento prossimo alla bocchetta di uscita con profondità minima di 20 cm, in cui far rimanere una piccola quantità di acqua anche nei periodi di asciutta tecnica. Motivazione: diverse specie di anfibi e numerosi organismi acquatici effettuano il proprio ciclo riproduttivo, o alcune fasi di esso, nelle risaie allagate. Le fasi di asciutta alternate a quelle di allagamento impediscono il completamento del ciclo riproduttivo di tali specie, trasformando le risaie in "trappole ecologiche".

Aspetti tecnico-economici: questa pratica comporta la necessità di compensare i maggiori costi o il mancato reddito.

c) Gestione oculata della vegetazione sugli argini permanenti

Modalità tecniche di attuazione: divieto di utilizzo di diserbanti, ritardo nello sfalcio della vegetazione fino a dopo il 1 agosto, su una estensione di almeno 50 m. lineari/ettaro.

Motivazione: spesso le superfici risicole sono povere di elementi vegetazionali, molto utili per la nidificazione e alla complessità dell'agroecosistema.

Aspetti tecnico-economici: questa pratica comporta la necessità di compensare i maggiori costi o il mancato reddito.

d) Mantenimento della presenza di acqua su alcuni appezzamenti durante il periodo invernale.

Modalità tecniche di attuazione: distribuzione dell'acqua irrigua, minimo sul 5% della superficie coltivata a riso, per un periodo di almeno 45 giorni consecutivi tra ottobre e febbraio.

Motivazione: questo intervento favorisce la creazione di un habitat adatto agli uccelli acquatici, svernanti e non, in migrazione.

Aspetti tecnico-economici: questa pratica, attuabile solo nei comprensori sperimentali eventualmente definiti dai Consorzi di Bonifica ed Irrigazione (che avranno reso disponibile l'approvvigionamento sulla base di quanto previsto all'impegno 1 a) o nelle aziende titolari di diritti d'acqua, comporta la necessità di compensare i maggiori costi o il mancato reddito.

L'impegno a) dovrebbe essere considerato quale impegno base per l'accesso agli impegni successivi. Gli impegni b), c) e d) dovrebbero essere accessibili anche singolarmente; sarebbe però opportuno prevedere un benefit economico per l'adesione completa.

## CAPITOLO QUARTO

### APPLICAZIONE ED IMPATTI DELLA RISICOLTURA ECOLOGICA

#### 4.1 Assorbimento dell'azoto dalle piante.

L'azoto presente nel suolo attraverso concimi azotati, resti di coltivazioni, reflui derivati da allevamenti o scarichi industriali, può essere estratto dal suolo attraverso vari metodi:

- Estrazione da parte delle coltivazioni
- Lisciviazione
- Volatilizzazione
- Denitrificazione

L'estrazione di azoto a causa della volatilizzazione e della denitrificazione sono generalmente molto ridotte, infatti le maggiori perdite sono da addebitare alle estrazioni delle colture<sup>26</sup>. Ogni specie ha uno o due periodi di forte crescita nei quali ha bisogno di un grande apporto di azoto. La curva di fabbisogno di azoto, può essere calcolata sui seguenti stadi:

- Periodo vegetativo (basso fabbisogno di N)
- Periodo della riproduzione (fabbisogno massimo di N)
- Maturità (basso fabbisogno di N)

I grafici seguenti mostrano la capacità di assorbire azoto da parte di alcune piante come mais e grano (Figura 3).

---

<sup>26</sup> Linee guida sulle buone pratiche per la gestione dei nitrati in agricoltura - Grinmed proget NO3

## FASI COLTURALI DI ASSORBIMENTO DELL'AZOTO

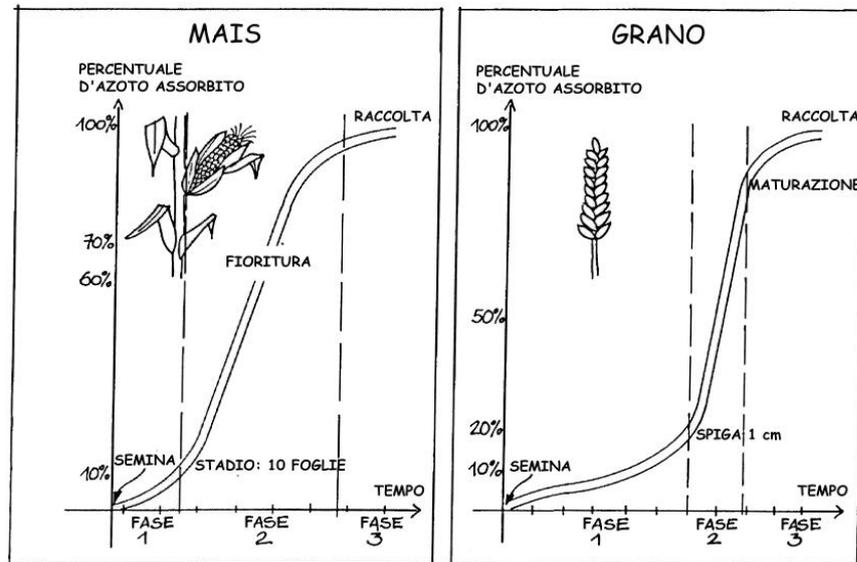


Figura 3: Assorbimento dell'azoto nelle varie fasi colturali del mais e del grano - Linee guida sulle buone pratiche per la gestione dei nitrati in agricoltura - Grinmed proget NO3

Conoscendo il fabbisogno nutritivo della pianta si può razionalizzare l'uso di concimi azotati riducendo in questo modo l'eccesso di nitrati nel terreno. Per esempio durante l'intero ciclo di coltivazione è necessario che l'apporto di concime organico insieme all'apporto di concime minerale equivalgano ai fabbisogni della coltura sommati a azoto residuo nel terreno dopo la raccolta meno l'azoto fornito dal terreno. Questo metodo prende il nome di "metodo del bilancio preventivo": ad esempio il metodo del bilancio dell'azoto applicato al frumento duro permette di calcolare la quantità totale di azoto minerale da apportare alla coltura (Figura 4)

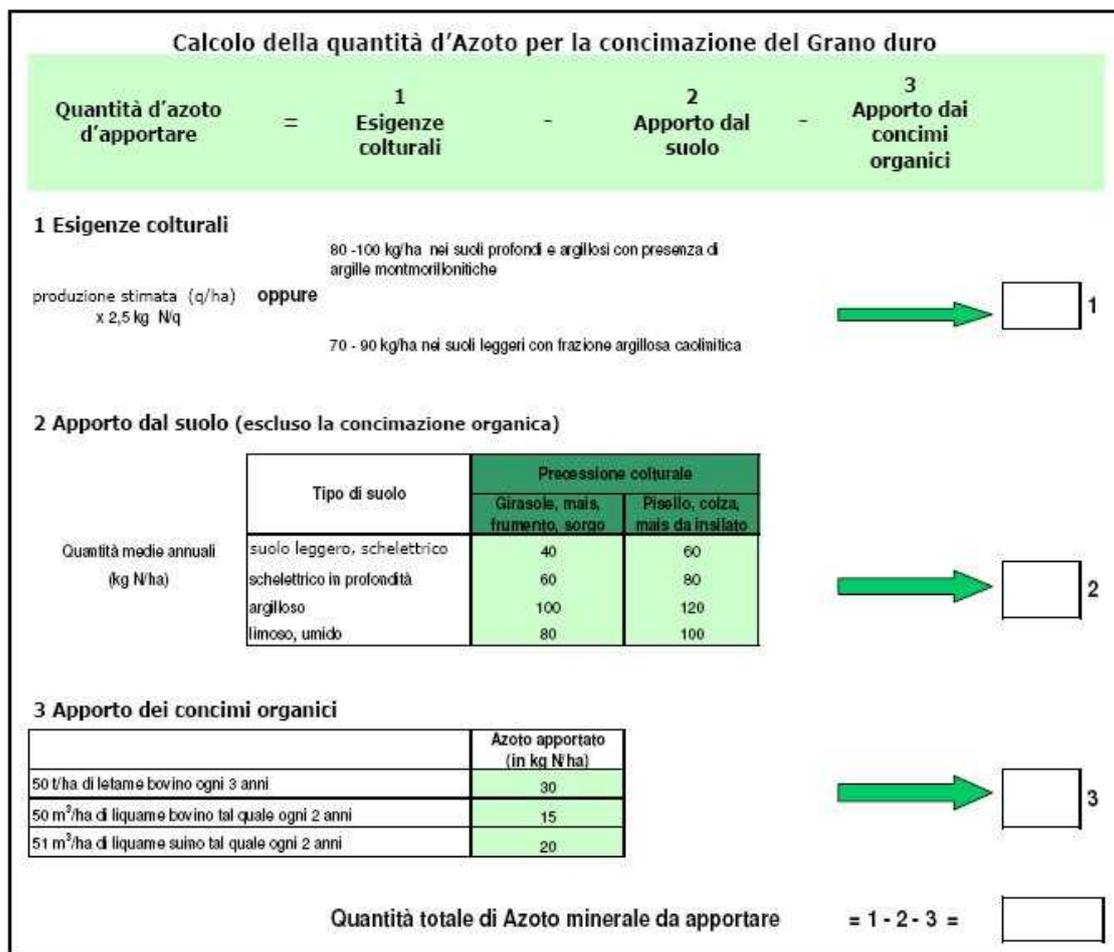


Figura 4: Metodo del bilancio dell'azoto applicato al frumento - Linee guida sulle buone pratiche per la gestione dei nitrati in agricoltura - Grinmed proget NO3

Sapendo la quantità di azoto di cui necessita una coltura per crescere si potrebbe fare una stima quindi della quantità di azoto estraibile dalla coltura dal terreno. Per esempio sapendo che per produrre un quintale di l'orzo la pianta consuma 2,4 kg di azoto, un quintale di avena 2,2 kg, un quintale di grano duro 2,5 kg, in un terreno ricco di nitrati

posso ridurre tale quantità preferendo delle coltivazioni di grano duro che mi permettono di estrarre più azoto rispetto ad una piantagione di avena.

Vi sono tante altre specie che possono essere utilizzate come colture utilizzatrici di azoto come crucifere (colza, senape, ravanella), graminacee (segale, avena, frumento), leguminose (veccia, trifoglio), cereali e altre (grano saraceno, phacelia)<sup>27</sup>.

#### 4.2 Assorbimento dell'azoto dal riso.

<sup>27</sup> Linee guida sulle buone pratiche per la gestione dei nitrati in agricoltura - Grinmed proget NO3

La pianta del riso crescendo in un suolo anaerobio utilizza le radici per trasportare l'ossigeno atmosferico. Questa specie necessita di poco azoto derivante dalla concimazione infatti il 63% dell'azoto necessario alla sua crescita deriva dal suolo e da quello atmosferico.<sup>28</sup> In particolare il processo di ammonificazione (conversione di azoto organico in ammonio) garantisce circa il 60% di azoto necessario alla crescita del riso. Dolmat et al (1980) osservano che <sup>29</sup>l'ammonio mineralizzato in condizioni anaerobiche rappresenta una buona stima dell'azoto necessario al riso durante la crescita della pianta. Uno dei vantaggi dell'applicazione della risicoltura nella riduzione del problema nitrati in un ecosistema è infatti legato al fatto che il riso rappresenta una delle poche piante in grado di assimilare l'azoto ammoniacale presente nel terreno che può derivare sia da quello organico, derivato a sua volta da quello atmosferico o dalle concimazioni organiche, sia dall'urea derivante da escrementi di animali o dall'omonimo concime minerale prodotto dall'industria. L'azoto ammoniacale è alquanto solubile ma viene trattenuto fortemente dal terreno e trasformato in seguito in azoto nitrico (contenuto nei nitrati) lisciviato poi dal terreno nelle acque di falda (Figura 5).

---

<sup>28</sup> K.R.Reddy, 1982

<sup>29</sup> Dolmat et al 1980



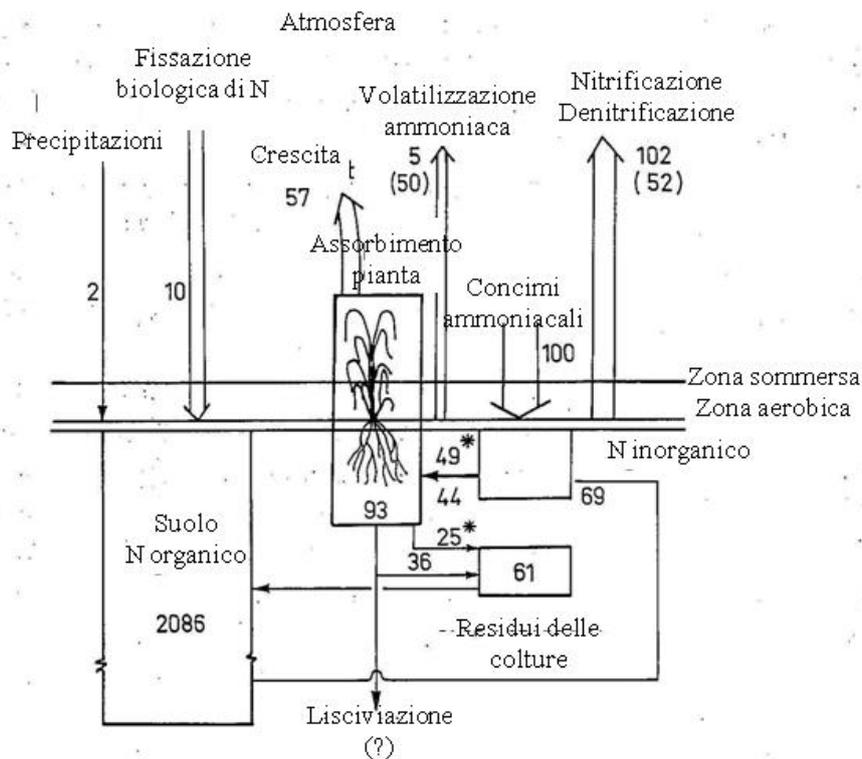


Figura 6: Rappresentazione delle fasi principali del ciclo dell'azoto nella coltivazione del riso. Le frecce rappresentano i flussi ( $\text{kg N/ha}^{-1}$  periodo di coltivazione $^{-1}$ ). I rettangoli rappresentano le dimensioni dei pool ( $\text{kg N/ha}^{-1}$ ) nella crescita. N nel suolo è a 30 cm di profondità. Gli asterischi indicano N proveniente dalle concimazioni.

Il riso assorbe azoto alla velocità di  $32,4 \text{ mg di Npot}^{-1}$ . Somministrando azoto sia sottoforma di fertilizzanti che derivante da residui colturali tipo il mais, si è osservato che il riso assorbe per la sua crescita più azoto dal suolo che dalle precedenti componenti ciò è riportato da lavori effettuati da Ebid et al 2007<sup>31</sup> che sono in accordo con gli studi di Eagle et al 2001<sup>32</sup>

### ***Modello di assorbimento dell'azoto.***

<sup>31</sup> Ebid et al 2007

<sup>32</sup> Eagle et al 2001

È stato proposto un modello per simulare e spiegare la correlazione tra la densità e profondità delle radici di una pianta e la quantità di azoto nel terreno: la ramificazione e la distribuzione della radice in profondità rappresentano i parametri più importanti coinvolti nell'assorbimento dell'azoto del suolo<sup>33</sup>. Sono state utilizzate come specie target il cavolo bianco, le barbabietole rosse e il porro. Il modello è in grado di simulare distribuzioni di radici molto diverse e l'utilizzo di azoto, presente in diversi strati del suolo, sia per le colture caratterizzate da un apparato radicale differente sia in condizioni temporali differenti (primavera-inverno). Questo modello rappresenta un buon metodo per misurare l'assorbimento di azoto presente nel terreno da parte delle colture. Si può calcolare la quantità di azoto assimilabile dalla pianta attraverso questa equazione:

$$N_{up} = N_{demand} \left( 1 - e^{-\frac{N_{pot}(NO_3^-) + N_{pot}(NH_4^+)}{N_{demand}}} \right)$$

$$N_{pot}(i, j) = \frac{L_r \text{ kN } (c - c_{min})}{kf + c}$$

Dove :

$N_{pot}$  = l'assorbimento giornaliero di azoto potenziale dalla zona di radice intera misurato in  $[\text{kg N ha}^{-1}]$

$L_r$  = lunghezza della radice misurata in  $[\text{mm}^{-2}]$

$KN$  = efficienza di assorbimento dell'azoto dalla radice

$c$  = nitrato o ammonio contenuto in unità di suolo misurato in  $[\text{kg N m}^{-3}]$

---

<sup>33</sup> Pedersen et al 2009

$c_{\min}$  = concentrazione minima di nitrato o ammonio contenuto in unità di suolo misurato in [kg N m<sup>-3</sup>]

Kf = parametro ottenuto considerando l'assorbimento dalla radice dell'azoto a basse concentrazioni.

Studi effettuati invece dal Rice Research Institute in Pakistan, per scoprire la concentrazione di azoto appropriata per ottenere il massimo rendimento della varietà di riso Super Bismati (4,24 t/ha), hanno dimostrato che ciò è possibile utilizzando 174 kg di azoto per ettaro<sup>34</sup>. Britto et al 2004 hanno dimostrato<sup>35</sup> che il riso, grazie ai batteri azoto fissatori presenti, riesce ad assorbire ben 30 kg di azoto annualmente per ettaro; in condizioni controllate in serra si può arrivare ad un assorbimento del 80%. Altri studi rivelano che una resa per ettaro di 10<sup>4</sup> kg di riso può essere ottenuta utilizzando 250 kg di azoto<sup>35</sup>. La resa media di una risaia è molto bassa rispetto alle altre produzioni agricole: è stata stimata circa 5,58 t/ha nel 2000-2001, 6,46 t/ha nel 1999-2000<sup>36</sup>. Ciò che fa la differenza è il prezzo di mercato che per il riso risulta nettamente superiore alle altre colture: per ogni ettaro coltivato a mais si possono ricavare circa 950 €/ha; dal cosiddetto risone si possono ricavare circa 1.237 €/ha; per il riso lavorato il valore può aumentare a più del doppio a circa 2.995 €/ha. Le risaie rispetto alle altre coltivazioni non hanno grandi rese produttive ma buone rese economiche ulteriormente valorizzate da un mercato protetto da dazi e dai contributi UE<sup>37</sup>.

Quindi si può fare una stima della quantità di nitrato assimilabile dal sistema risaia ipotizzando che se la nostra area di studio ad esempio contiene una concentrazione di nitrati pari a 500 kg per ettaro sono necessari 20 t/ha di riso per assorbirli. Una stima più precisa può essere ottenuta applicando l'equazione riportata in precedenza.

Riducendo i nitrati si può ridurre il problema della salinizzazione delle falde e desertificazione che come è stato visto in precedenza in questo lavoro sono strettamente correlati. Il riso ha un limite di tolleranza di 3 dS/m di conducibilità elettrica e si adatta ad un pH di 7.5. Considerando che un suolo definito salino ha una conducibilità elettrica superiore a 4 dS/m, pH minore di 8 e percentuale di sodio di scambio (ESP) minore di 15,

---

<sup>34</sup> Manzoor et al 2006

<sup>35</sup> Britto et al 2004

<sup>36</sup> La coltivazione del riso – Progetto “Parchi in qualità” ENEA

<sup>37</sup> Regione Piemonte 2002

possiamo considerare non plausibile un ecosistema risaia in un suolo di questo tipo. La pianta del riso non è infatti una specie alofila: considerando la concentrazione di sali minerali presenti nell'alimento riso si nota infatti che in 100 g di alimento sono presenti 5 mmg di sodio e 92 mmg di potassio<sup>38</sup> La quota assimilabile dalla pianta rappresenta l'1-3% del potassio scambiabile e solubile del terreno<sup>39</sup>.

---

<sup>38</sup> Le virtù del riso –[www.risoitaliano.org](http://www.risoitaliano.org)

<sup>39</sup> La coltivazione del riso – Progetto “Parchi in qualità” ENEA

## CAPITOLO QUINTO

### CARATTERIZZAZIONE DEI SITI

#### 5.1 Descrizione aree di studio

##### 5.1.1 Stagno di Cabras (provincia di Oristano) (Figura 7)



Figura 3: Lo Stagno di Cabras.

**Superficie:** 2228 ha

**Istituzione:** 1981

**Ente gestore:** Comune di Cabras.

**Vincoli e proposte di tutela:** Sito Ramsar N. IT021 D.M. 03/04/78, Sito Natura 2000 ZPS ITB030036 – SIC ITB030036 , Piano Paesaggistico Regionale Ambito 9 - Tavola 528\_I, 528 IV , Riserva Naturale ex L.R. 31/1989 – Oasi di protezione faunistica e cattura, Progetto Life-Natura 1995.

**Tipologia :** Sistema stagnale legato all'emersione di barre sabbiose.

**Informazioni sulla riserva e opere di bonifica**

Lo Stagno di Cabras è per estensione e per rilevanza della biodiversità una delle più importanti aree umide della Sardegna. Situato nella parte settentrionale del golfo di Oristano, è alimentato dal fiumiciattolo Riu Sa Praia e comunica attraverso canali naturali e artificiali con il mar di Sardegna. Assieme alle zone umide di Mistras, Pauli 'e Sali e con lo stagno di Sale 'e Porcus forma un ecosistema palustre fra i più vasti d'Europa, protetto dalla Convenzione di Ramsar. La sua profondità media è di 1,5 m; quella massima di 3 m; il fondo è di natura fangosa. L'attuale assetto idraulico dell'ambiente è il risultato di importanti lavori di bonifica agraria e in particolare della realizzazione, tra il mare e lo stagno di un canale scolmatore. Lo specchio acqueo è separato dallo scolmatore da una struttura in cemento dal nome " becco d'anatra" costruita per impedire la risalita in falda delle acque salate. Essa è sormontata da una rete che impedisce la fuga dei pesci presenti nello stagno: l'attività di pesca è stimata in circa 200 kg/ha/anno di cui oltre 90% costituito dai mugilidi. E' un' area di rilevante interesse dal punto di vista dell'avifauna e della flora. In base ai parametri chimici e biologici registrati, lo stagno è da considerarsi ipereutrofico.

#### **Impatti e criticità per la conservazione.**

##### ***Nitrati.***

Il Piano di monitoraggio nitrati effettuato dalla Provincia di Oristano in collaborazione con l'ARPA Sardegna (ARPAS) tra il 2007 e 2008 ha interessato diversi corsi d'acqua superficiali, canali e stagni, presenti nel golfo di Oristano. Molti sistemi sono caratterizzati da concentrazioni di nitrati nella media ad esempio per i canali la concentrazione dei nutrienti si assesta sui valori medi compresi tra 9 mg/l e 14 mg/l. Per quanto riguarda gli stagni, anche se lo stagno di Cabras non sia stato monitorato, quelli limitrofi mostrano una concentrazione di nutrienti elevata con conseguente eutrofizzazione. Ciò è dovuto in particolare ai canali di bonifica dell'area che trasportano anche liquami provenienti dagli allevamenti limitrofi e al dilavamento dei suoli in seguito alle abbondanti precipitazioni che hanno interessato la zona nel 2008. Ad esempio negli stagni monitorati come lo stagno di S. Giovanni /Marceddì la concentrazione di azoto oscilla da un valore di 675 µg/l nel 2007 a 1079,16 µg/l nel 2008<sup>40</sup>(Figura 8).

---

<sup>40</sup> Piano di monitoraggio e controllo, Attività 2007/2008 ARPAS

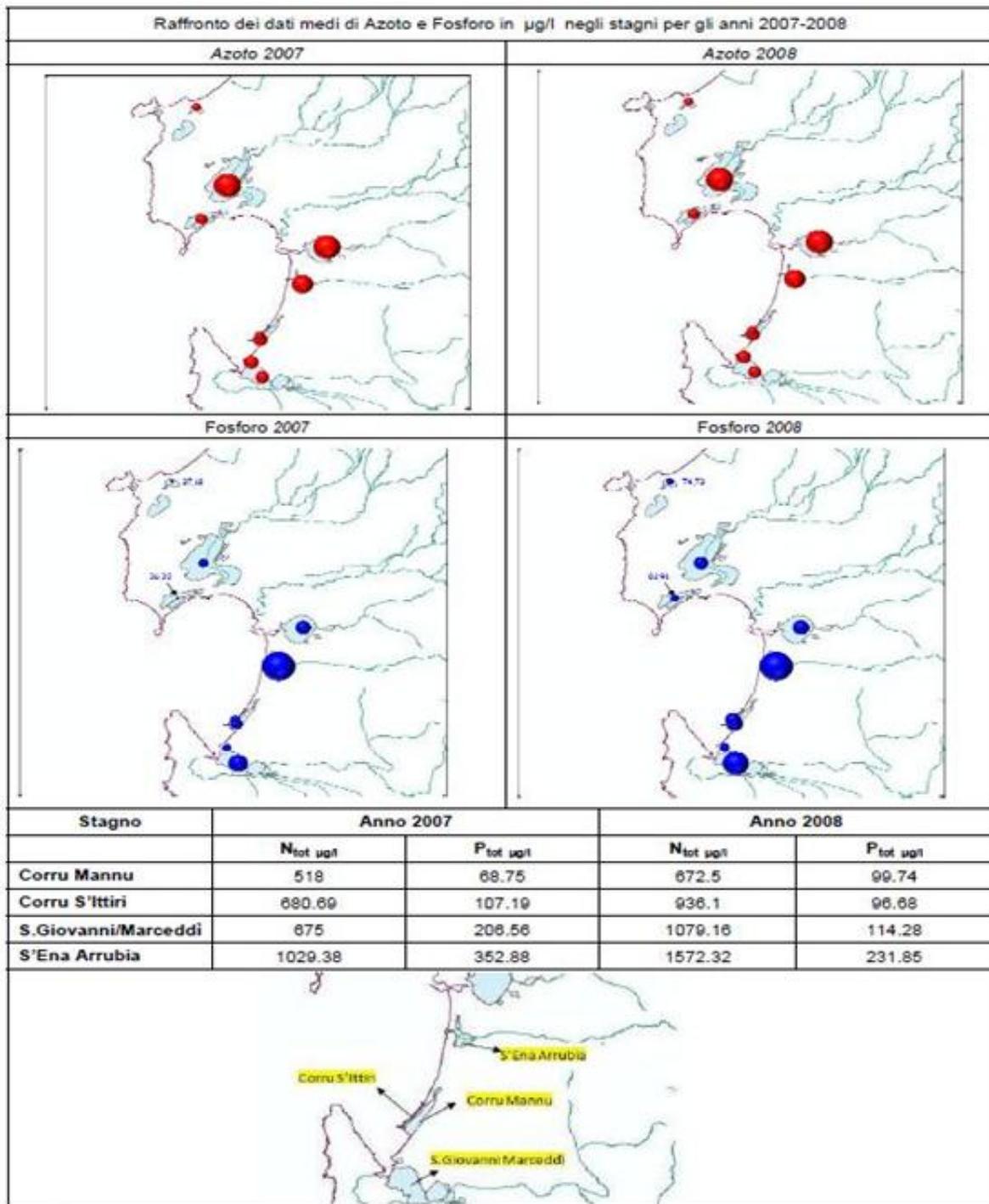


Figura 8: Piano di monitoraggio e controllo. Attività 2007/2008 ARPAS.

Per quanto riguarda le acque sotterranee lo ione ammonio è sempre presente in concentrazioni superiori a quanto previsto dalla normativa nei canali colatori e nella falda. Il contenuto medio in nitrati per il 2007 e per il 2008 supera i 100 mg/L nella prima falda e sia intorno al valore limite dei 50 mg/L nella seconda falda e nei canali colatori sia nel 2007 e sia nel 2008. La percentuale di postazioni di monitoraggio fuori norma per il contenuto in nitrati è la seguente: nella prima falda, circa il 70% delle postazioni sono fuori

norma sia nel 2007 sia nel 2008; nella seconda falda tale percentuale va dal 30 al 40%; nei canali colatori va dal 30 al 20%. Per quanto riguarda i fitofarmaci i dati analizzati risultano al di sotto del limite di rilevabilità. In seguito all'adozione di misure per attenuare l'impatto dovuto all'utilizzo di composti azotati, non si evidenziano almeno per le acque sotterranee, miglioramenti qualitativi importanti. La prima falda presenta, come ci si aspettava, le problematiche maggiori. Il contenuto medio in nitrati, nel biennio 2007-2008, è di 111 mg/L e la percentuale di postazioni fuori norma si mantiene costantemente intorno al 70%. Risaltano negativamente i nitriti, con un contenuto medio pari a 0,69 mg/L, contro i 0,50 previsti dalla normativa ed il 33% delle postazioni fuori norma ed anche, in misura minore, l'ammoniaca, pur entro il limite di legge di 0,50 mg/L, con contenuto medio di 0,22 mg/L e il 6% delle postazioni fuori norma. Anche cloruri, ferro e manganese superano con i contenuti medi i limiti di legge; si segnala inoltre la presenza di metalli pesanti, in particolare piombo e nichel, i cui contenuti, limitatamente ad alcuni campioni, superano i limiti di legge. La seconda falda presenta contenuto medio in nitrati nel biennio 2007-2008 pari a 54 mg/L, anch'esso, sia pur di poco, al di sopra del limite di legge, con il 40% delle postazioni fuori norma. Sono inoltre fuori norma i valori di conducibilità, dei cloruri e del manganese. I canali colatori presentano un contenuto medio annuo in nitrati pari a 44 mg/L, leggermente al di sotto del limite di legge, con il 30% delle postazioni fuori norma. Tra i composti azotati, sono ampiamente fuori norma i nitriti, con un contenuto medio pari a 1,12 mg/L, contro i 0,50 previsti dalla normativa ed il 80% delle postazioni fuori norma e l'ammoniaca, con un contenuto medio pari a 1,52 mg/L, contro i 0,50 previsti dalla normativa ed il 70% delle postazioni fuori norma. Sono inoltre oltre i limiti di legge i valori dei cloruri, del ferro e del manganese. Anche il monitoraggio dei suoli presenta concentrazioni di azoto elevate che vanno da "molto bassa" (N <0,5 g/kg e di sostanza organica <10g/kg), a "bassa" (dotazione di N compresa tra 0,5 e 1 g/kg e di sostanza organica tra 10 e 20 g/kg). Inoltre l'aumentato uso di concimi minerali, utilizzati per supplire la limitazione nell'uso degli effluenti zootecnici, imposta dal piano d'azione nelle zone vulnerabili da nitrati, favorisce l'apporto diretto di ammoniaca e nitrati, che sono principalmente presenti in questi tipi di concime ed estremamente mobili per lisciviazione dal suolo verso le falde acquifere e per scorrimento verso la rete delle acque superficiali. Per contro si è visto che aggiungere azoto in forma minerale, pari a quello derivante dalla mineralizzazione della sostanza organica, determina un minor rischio di lisciviazione dei nitrati dato che questo viene somministrato nel momento in cui la coltura lo assorbirà maggiormente.

### ***Salinizzazione delle falde.***

La salinizzazione è un processo di degrado dei suoli ampiamente studiato dalla comunità scientifica per le implicazioni riconosciute non solo più in campo agronomico ma anche a livello ambientale<sup>41</sup>. È un problema di desertificazione che interessa particolarmente le regioni a clima arido e semiarido. Il fenomeno consiste nell'accumulo di sali solubili nel suolo, può essere distinto in: salinità primaria di origine naturale, e secondaria cioè di origine antropica dovuta a pratiche agricole non adeguate ed ad un uso non sostenibile del territorio (irrigazione con acque non idonee, abuso di concimi minerali, eccessivi emungimenti della falda, etc). I processi di accumulo si manifestano in particolare nelle pianure agricole costiere, sensibili ai fenomeni di ingressione marina, ma anche nelle pianure agricole interne dove l'utilizzo di acque di scarsa qualità, legato ad un tipo di suolo con caratteristiche che non facilitano la lisciviazione dei sali, determina l'insorgenza di questo fenomeno. La salinizzazione si manifesta attraverso la riduzione della biodiversità, dello sviluppo delle colture e della fertilità del suolo. Un suolo è classificato come salino quando la sua conducibilità elettrica è superiore a 4 dS/m, il pH è minore di 8 e la percentuale di sodio di scambio (ESP) è minore di 15. Gli studi effettuati sulla salinità dei suoli effettuati dall'Agris mostrano come i suoli compresi nelle classi tra salini e mediamente salini non superano il 9,3% della Sardegna e rappresentano il 2,3% della superficie agricola regionale utilizzabile (Tabella 1)

	Ettari	% rispetto alla Sardegna	% rispetto alla SAU regionale	
Superficie Sardegna	2.409.000			
Superficie SAU	1.020.411	42,4		
Superficie indagata	247.143	10,3	24,2	
Classi di Ece ( dS/m)	Ettari	% rispetto alla Sardegna	% rispetto alla SAU regionale	% rispetto alla superficie indagata
0-2 suoli poco salini	224.029	9,3	22,0	90,6
2-4 suoli mediamente salini	13.453	0,6	1,3	5,4
4-8 suoli salini	4.652	0,2	0,5	1,9
>8 suoli molto salini	5.008	0,2	0,5	2,0

Tabella 1: Estensione e ripartizione percentuale dei suoli rilevati per classi di Conducibilità Elettrica.

<sup>41</sup> Monteleone, 2006

La Carta di distribuzione dei suoli a differente salinità mostra chiaramente che l'area di Cabras e dintorni presenta una salinità dei suoli molto bassa con valore di conducibilità elettrica compreso tra 0 a 2 dS/m (Figura 9).

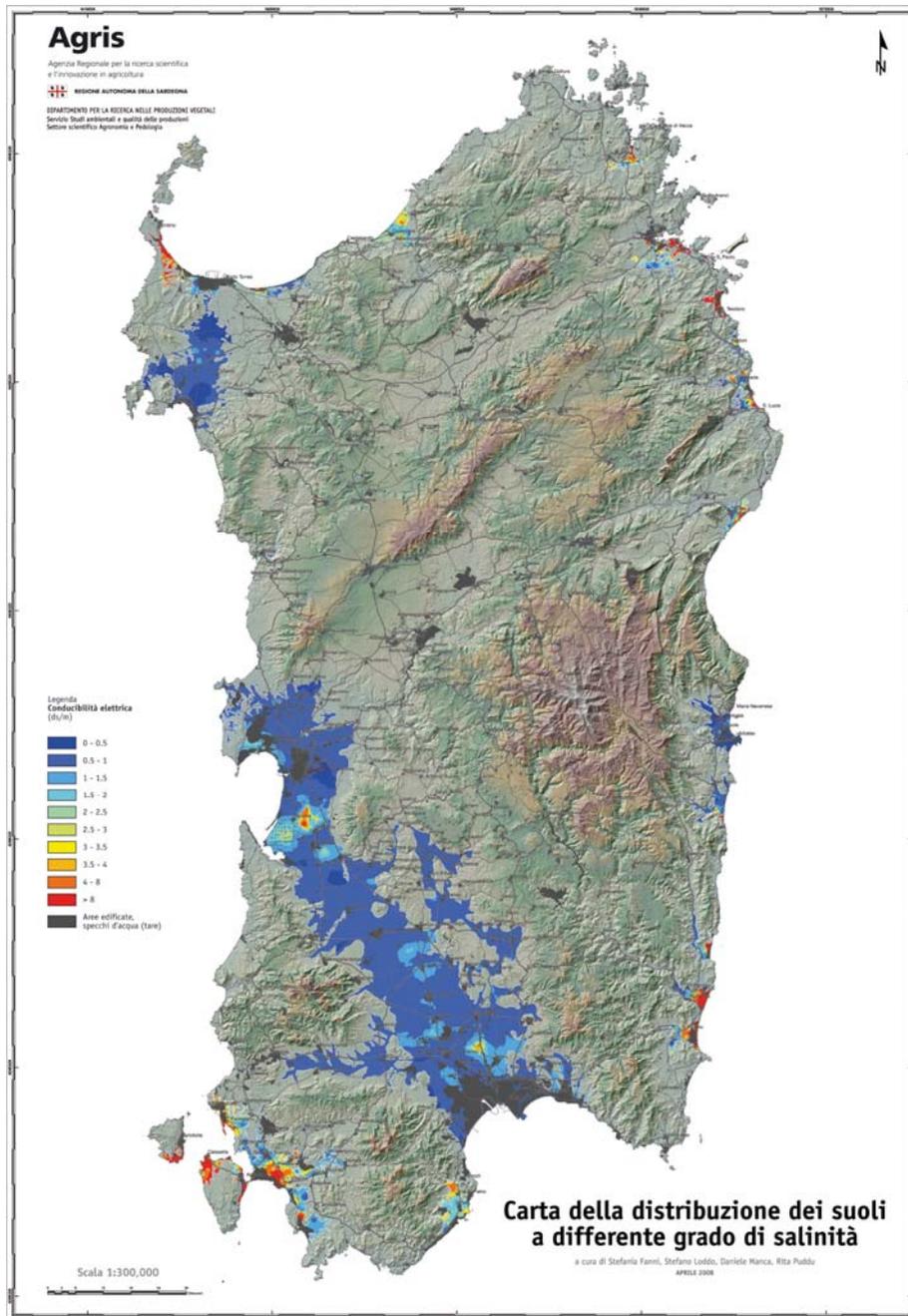


Figura 9: Carta di distribuzione dei suoli a differente salinità – Agris

Andando ad analizzare anche la distanza del sito dalla costa, parametro che influenza la possibilità che un suolo possa essere salinizzato dall'ingresso della falda salmastra, la conformazione orografica del sito, la struttura del suolo, l'indice climatico, è stato stabilito uno stato di rischio molto basso, in alcuni punti medio. L'area di Cabras necessita perciò di

interventi di prevenzione e monitoraggio delle condizioni attuali con localizzati interventi di tutela.

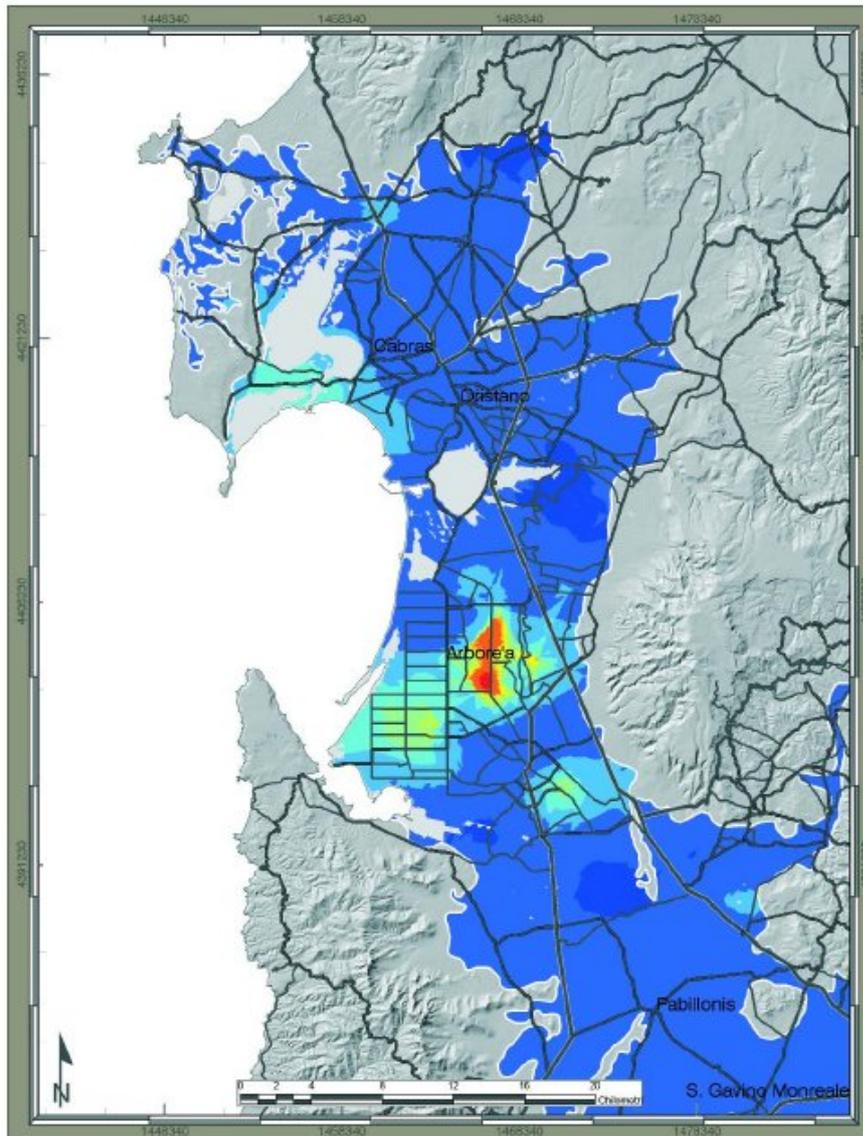
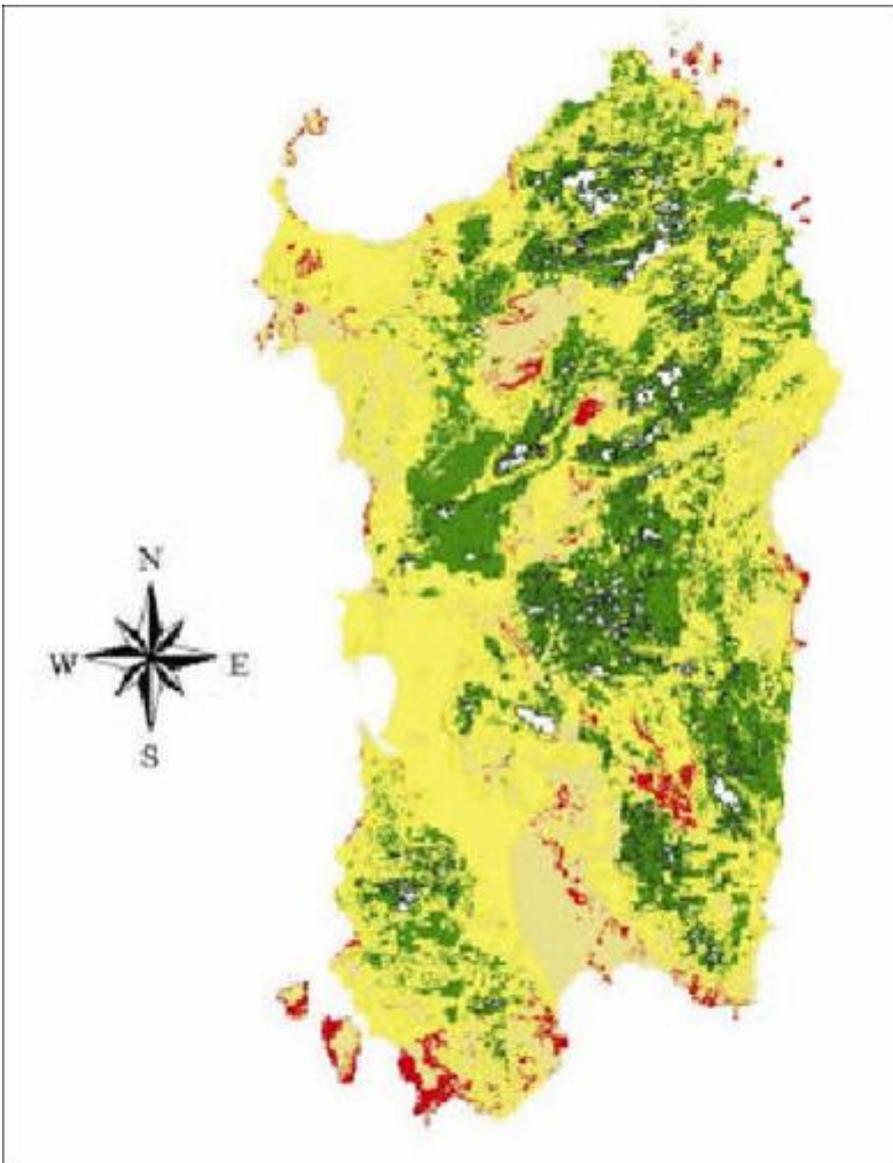


Figura 10: Carta di distribuzione dei suoli a differente salinità: particolare area di Cabras – Agris

### ***Desertificazione***

La desertificazione è un fenomeno che interessa circa il 39% della superficie terrestre: deriva dall'interazione negativa tra l'impatto delle attività umane e gli eventi climatici. Tra le cause antropogeniche del fenomeno sono senza dubbio da annoverare: i fenomeni di salinizzazione e alcalinizzazione dei suoli dovuti al sovrasfruttamento della falda e all'intrusione del cuneo salino; l'utilizzo di queste acque nell'irrigazione dei campi; la crisi dell'agricoltura tradizionale che produce l'abbandono di parte del territorio e la degradazione dei suoli in aree marginali; l'intensificarsi delle produzioni a più alto reddito

nelle aree fertili di pianura con il ricorso a tecniche poco sostenibili e a forte impatto ambientale, che determinano l'erosione dei suoli; i fenomeni di degrado connessi allo smaltimento abusivo dei rifiuti. Essendo un indebolimento del potenziale fisico, biologico ed economico della Terra è un serio problema per la produttività: è causa infatti di una perdita di reddito pari a 45 miliardi di dollari ogni anno. Le zone italiane più interessate del fenomeno sono soprattutto le isole, grandi e piccole, e le coste del sud. La regione a più alto rischio è la Sicilia, con il 36% del suo territorio sensibile alla desertificazione, seguita dalla Puglia con il 18,9 % del territorio compresa anche una zona costiera (l'interno del Gargano) e la Sardegna con il 10,8%. Quest'ultima ha adottato nel 2000 il Programma Regionale per la lotta alla desertificazione: l'ERSAT (Ente Regionale Sviluppo e Assistenza tecnica in Agricoltura) ha predisposto un piano di monitoraggio e individuato le aree vulnerabili a rischio desertificazione come mostrato in figura 11.



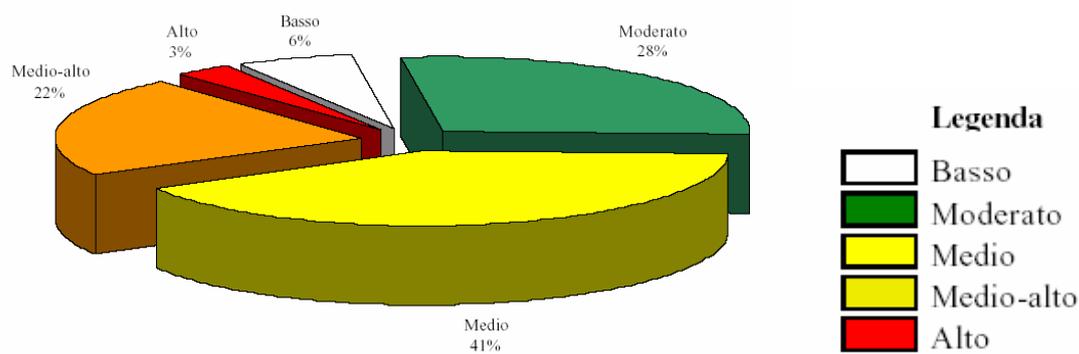


Figura 11: Carta delle aree sensibili alla desertificazione con rappresentazione grafica e leggenda dei settori - ERSAT.

La Sardegna, a causa della sua peculiare posizione geografica e a causa di eventi climatici estremi, quali siccità e/o alluvioni, succedutisi in particolare negli ultimi quindici anni, soffre di una scarsa disponibilità di risorse idriche e può quindi configurarsi come regione rappresentativa di una problematica molto diffusa e urgente in tutto il bacino del Mediterraneo. La sua conformazione del territorio e la scarsità delle estensioni boschive determinano che eventi climatici tipo un'elevata piovosità possono compromettere l'erosione del terreno, provocando una riduzione dell'apporto di materia organica necessario per l'agricoltura. Sono comunque le attività antropiche rispetto agli eventi climatici ad essere maggiormente coinvolte nel fenomeno della desertificazione del territorio. Anche la gestione sostenibile e integrata della risorsa idrica svolge un ruolo chiave nella riduzione del problema della desertificazione: il controllo e la conservazione quantitativa e qualitativa della risorsa, il contenimento delle perdite e degli sprechi, l'efficace manutenzione e regolazione degli impianti idrici, l'adeguata ed economica gestione tecnico amministrativa, i metodi di trattamento e riutilizzo delle acque reflue sono alcuni dei tanti interventi necessari da effettuare per mitigare il problema.

### 5.1.2 Bacino del Fiume Crati (provincia di Cosenza) (Figura 12)

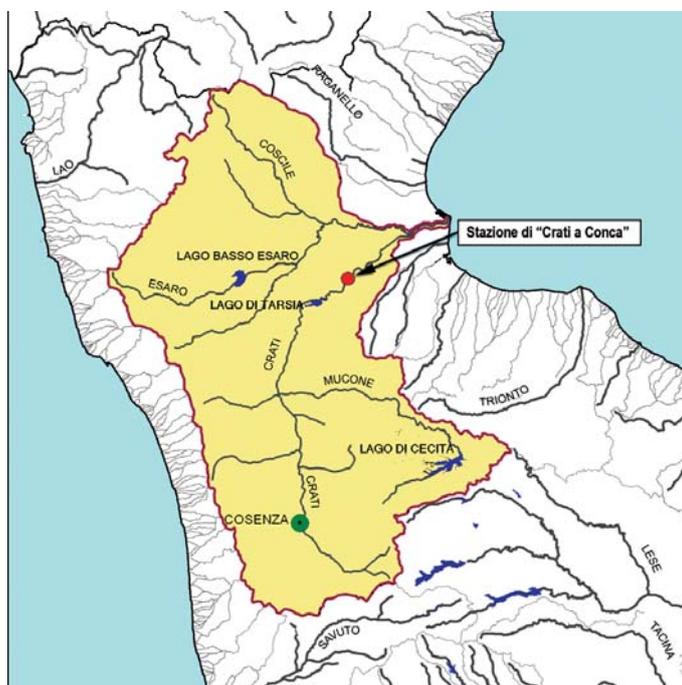


Figura 12: Bacino fiume Crati.

**Superficie:** 300 ha

**Istituzione:** 1990

**Ente gestore:** La gestione è affidata al Comune di Corigliano Calabro in collaborazione con i comuni di Tarsia, di Santa Sofia d'Epiro e di Cassano allo Ionio per gli aspetti legali ed amministrativi e all'Associazione Amici della Terra Italia per gli aspetti di gestione operativa e naturalistica.

**Vincoli e proposte di tutela:** Riserva Naturale Regionale, siti SIC per la rete Natura 2000, ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE).

**Tipologia:** sistema fluviale

#### **Informazioni sulla riserva e opere di bonifica**

Il Crati lungo 81 km è il maggior corso d'acqua della Calabria. La Riserva coincide con due importanti aree umide poste lungo il corso del fiume : il lago di Tarsia, grande invaso a monte della diga delle Strette di Tarsia, ricadente nel territorio dei comuni di Tarsia e di

Santa Sofia d'Epiro, e la foce del fiume Crati, ricadente nel territorio dei comuni di Corigliano Calabro e di Cassano allo Ionio. Il valore naturalistico delle Riserve è notevole, soprattutto per la presenza di uccelli acquatici migratori, molti dei quali nidificanti; tra essi vi è la cicogna bianca. Assume una rilevante importanza perché in essa sono concentrati elementi geomorfologici di grande interesse. L'avifauna migratoria è interessante sia per la rarità di alcune specie che per l'elevato livello di densità presente. Fra gli avvistamenti di rilievo, oltre alla cicogna bianca, vi sono le spatole, i mignattai, le garzette etc. Molto variegata la fauna: tra i pesci ricordiamo la carpa, la spigola, il pesce gatto e l'anguilla, ma negli acquitrini dell'area sono presenti anche rane e tartarughe palustri; sulla terraferma dominano la scena l'arvicola, l'istrice ed il tasso. La vegetazione che caratterizza la riserva è rappresentata da quella tipica delle zone umide: le zone circostanti la riserva sono ricoperte da macchia mediterranea ancora incontaminata e pura. Il fiume ha spesso regime torrentizio, con una portata molto irregolare, alternando forti e spesso disastrose piene invernali a marcate minime estive. In alcuni tratti, le acque si arricchiscono di sostanze inquinanti di natura chimica dovute alla presenza delle industrie locali; a valle si caricano delle sostanze inquinanti provenienti dall'agricoltura. Per quanto riguarda, invece, gli interventi di antropizzazione principali effettuati sul fiume, è stata creata nel 1959, dopo la bonifica dell'area, una diga che sbarra il corso del fiume nel suo punto più stretto, nei pressi di Tarsia costruita nel 1959 a causa della notevole aridità della piana di Sibari.

### **Impatti e criticità per la conservazione.**

#### ***Nitrati.***

Il fiume Crati lungo il suo percorso subisce varie tipologie di impatto: ciò è documentato nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Calabria. Il monitoraggio effettuato evidenzia infatti come sia le stazioni a valle che monte del fiume evidenziano una concentrazione di nutrienti elevata, dovuto prevalentemente alla presenza di scarichi in prossimità delle rive. Per quanto riguarda l'azoto ammoniacale (N-NH<sub>4</sub>) raggiunge un valore di 2,5 mg/l mentre per i nitrati (N-NO<sub>3</sub>) i valori sono per lo più omogenei lungo il bacino (valore max 1,4 mg/l); il fosforo invece mostra valori estremi nelle stazioni a valle (Figure 13-14-15).

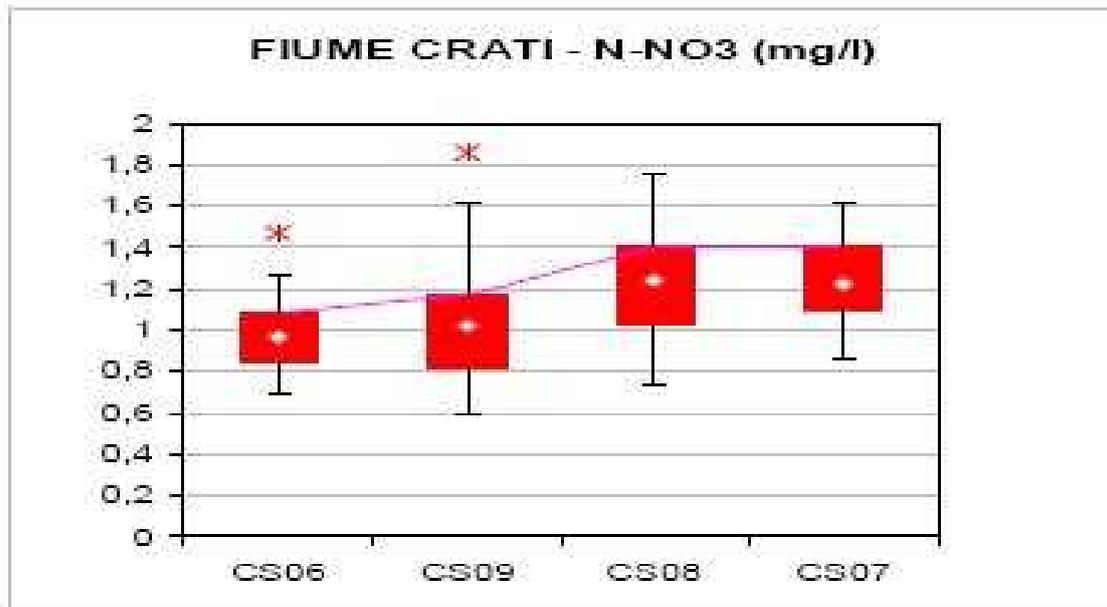


Figura 13: Concentrazione dei nitrati nelle stazioni monitorate - Piano di Tutela delle Acque della Regione Calabria.

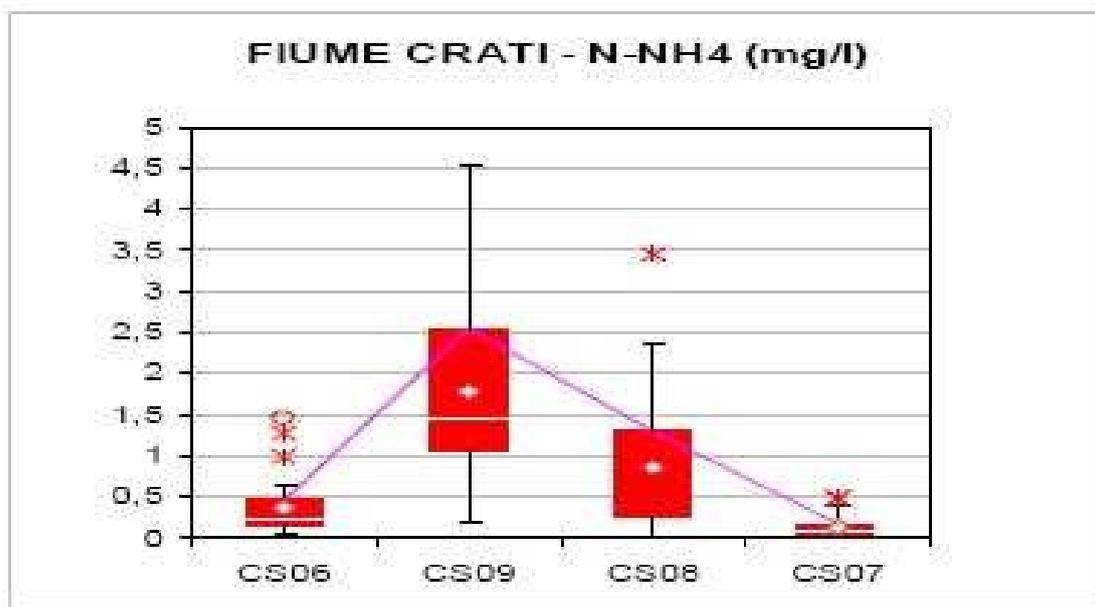


Figura 14: Concentrazione dell'azoto ammoniacale nelle stazioni monitorate - Piano di Tutela delle Acque della Regione Calabria.

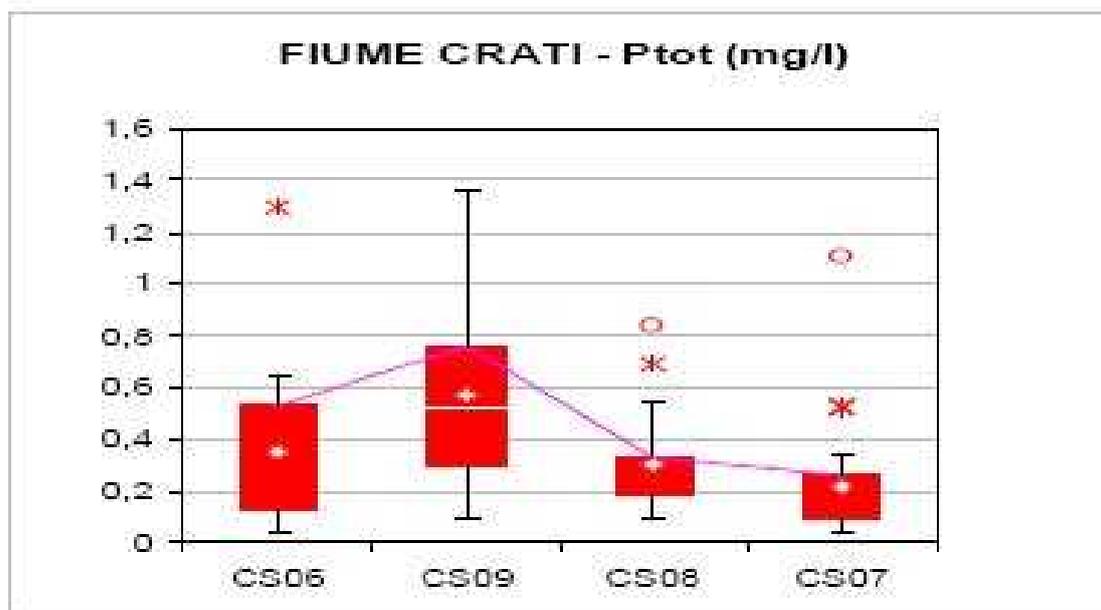


Figura 15: Concentrazione del fosforo nelle stazioni monitorate - Piano di Tutela delle Acque della Regione Calabria.

L'agricoltura intensiva che si è sviluppata in questi anni ha determinato un'alterazione dello stato ecologico delle acque influenzando il loro stato trofico. La Carta della vulnerabilità da nitrati di origine agricola, prodotta dall'ARSSA<sup>42</sup>, in scala 1:250.000, illustrata nella figura 16 è stata realizzata con l'intento di asseverare al recepimento della Direttiva nitrati e rappresenta un progresso significativo nell'applicazione delle norme di salvaguardia dei corpi idrici considerati nella loro interazione con il suolo<sup>43</sup>.

<sup>42</sup> Agenzia Regionale per lo Sviluppo e i Servizi in agricoltura-2002

<sup>43</sup> D. Lgs. 152/99 e DM 258/2000

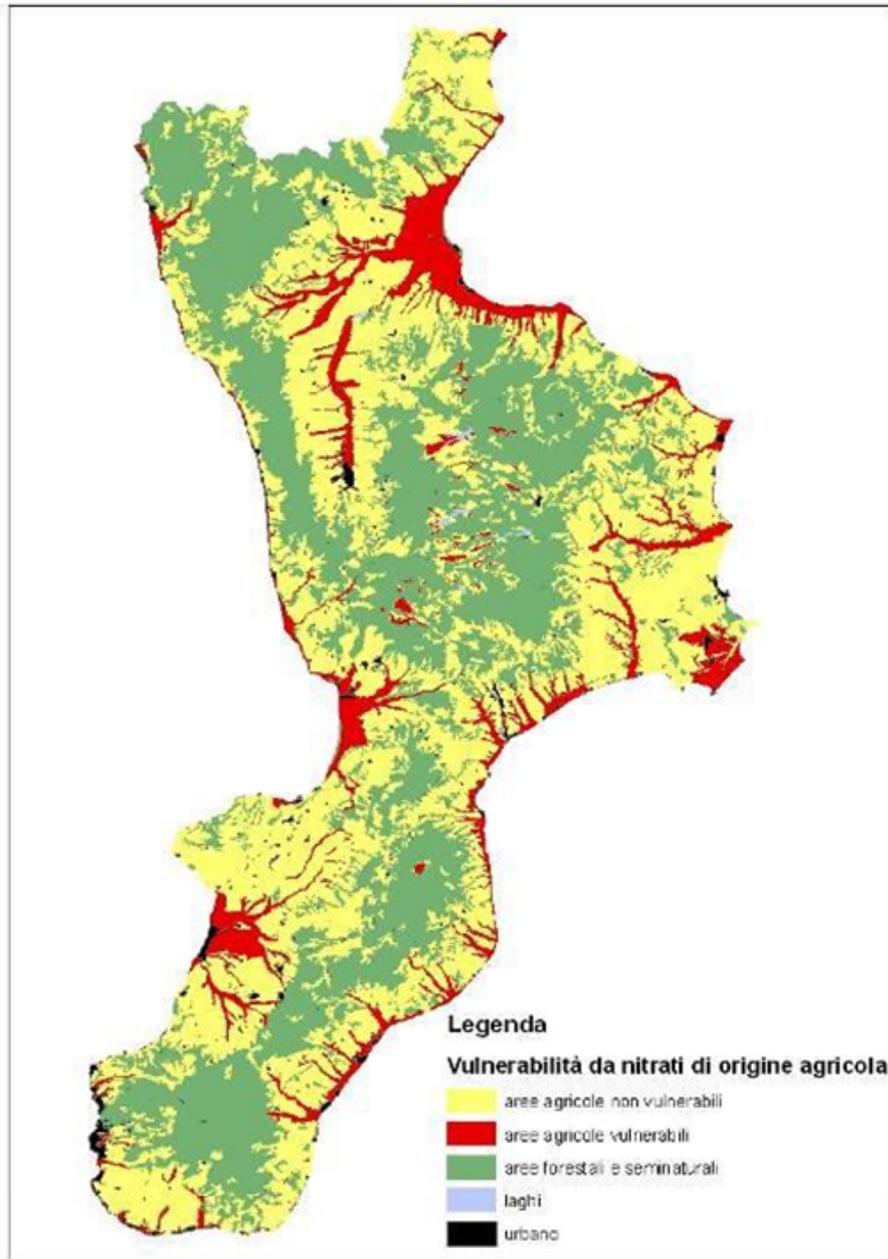


Figura 16: Carta vulnerabilità dei suoli dai nitrati di origine agricola – ARSSA

Dalle elaborazioni riportate sulla carta si nota che il territorio calabrese presenta situazioni di potenziale rischio di inquinamento da composti azotati esclusivamente in alcune aree di pianura.

La delimitazione delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, ha consentito di suddividere il territorio per le aree ad uso agricolo, corrispondenti a suoli con bassa o moderata capacità protettiva, a condizioni di permeabilità elevata dell'insaturo e alla presenza di un acquifero entro 50 metri di profondità dalla superficie. Nella tabella 2 é

invece riportata, per la Provincia di Cosenza, la ripartizione percentuale tra aree agricole vulnerabili e non vulnerabili ai nitrati.

Provincia di Cosenza	Aree agricole non vulnerabili	80,94%
	Aree agricole vulnerabili	19,06%

Tabella 2: Ripartizione percentuale aree agricole vulnerabili e non nella provincia di Cosenza – ARSSA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e i Servizi in agricoltura).

### ***Salinizzazione delle falde.***

In Calabria è in atto una tendenza di allargamento dei cunei salini nelle falde acquifere in corrispondenza delle zone a più alto sfruttamento agricolo. Il fenomeno è elevato in particolar modo sulla fascia costiera ionica (piana di Sibari, Cariati-Crotone, area dello Stretto di Messina), sulle pianure tirreniche (Gioia Tauro, S. Eufemia). Oltre ai fenomeni oggettivi climatologici, che riguardano maggiormente il basso e l'alto Ionio, le cause determinanti del fenomeno sono per lo più antropiche. A seguito delle bonifiche iniziate già nei primi anni del 1900, le "Piane" hanno subito profonde trasformazioni negli assetti colturali, nei sistemi di drenaggio e canalizzazione delle acque superficiali, nelle modalità e le quantità di prelievo delle acque sotterranee, determinando la scomparsa di ampie zone umide. La tendenza ad utilizzare le acque di falda a scapito delle reti irrigue ha determinato un avanzamento considerevole del cuneo salino. Visionando i dati forniti dall'ufficio di Gestione degli Acquedotti 1997 della Regione Calabria si può notare che : il volume annuo di acqua addotta è pari a 380,00 milioni di m<sup>3</sup> mentre il volume annuo di acqua erogata è pari a 257,05 milioni di m<sup>3</sup>. Nella sola provincia di Cosenza ad esempio i volumi di acqua erogati corrispondono a 89,612 mm<sup>3</sup>/anno<sup>44</sup>(Tabella 3).

<sup>44</sup> Regione Calabria 2002. POR Calabria 2000/2006

ATO	Volumi erogati (mm <sup>3</sup> /anno)	Acqua erogata per gravità (%)	Acqua erogata per sollevamento (%)
Cosenza	89,612	64,1	35,9
Catanzaro	58,637	17,6	82,4
Crotone	20,054	27,3	72,7
Vibo Valentia	17,335	40,2	59,8
Reggio Calabria	71,413	23,9	76,1
<b>TOTALE</b>	<b>257,051</b>	<b>37,9</b>	<b>62,1</b>

Tabella 3: Volumi d'acqua erogati nel 1997 suddivisi per ATO – POR Calabria 2000-2006.

### ***Desertificazione.***

Il problema delle risorse idriche in Calabria non è rappresentato dalla scarsità di esse, ma dall'inadeguata gestione delle opere di accumulo e distribuzione; è quindi necessaria una corretta regolazione di tali opere e la realizzazione di una serie di infrastrutture per la distribuzione della risorsa idrica nei vari settori civili, agricoli ed industriali. Nell'ambito del Progetto Interreg IIIB Medocc DESERTNET l'ARPA Calabria (ARPA Cal) ha realizzato la carta delle aree sensibili alla desertificazione alla scala 1:250.000 mostrata in figura 17, utilizzando il metodo MEDALUS, in base al quale l'indice di sensibilità alla desertificazione si ottiene dalla media geometrica dei seguenti quattro indici composti:

- l'indice di Qualità Climatica (CQI)
- l'indice di Qualità del Suolo (SQI)
- l'indice di Qualità della Vegetazione (VQI)
- l'indice di Qualità Gestionale (MQI)

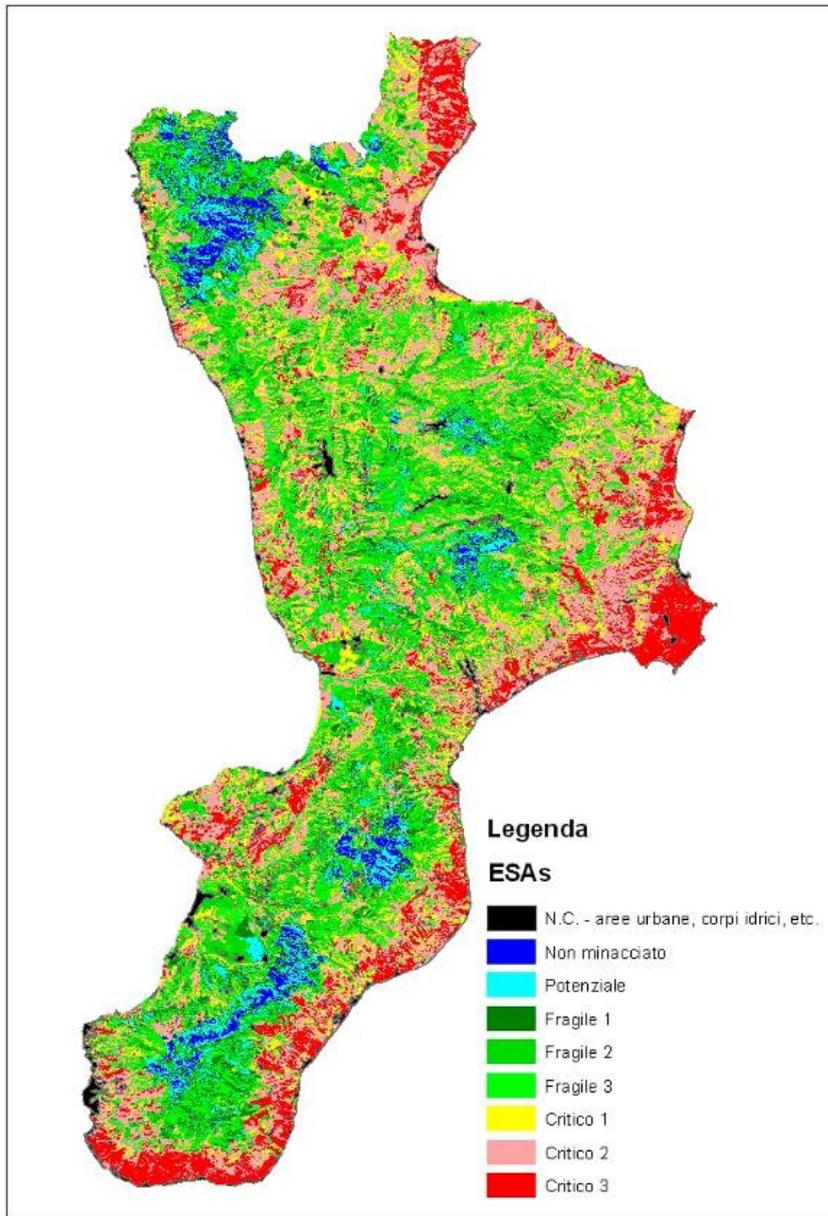


Figura 17: Carta delle aree sensibili alla desertificazione. Scala 1: 250.000 – ARPA Cal.

Si può osservare la ripartizione percentuale del territorio della Provincia di Cosenza in base all'appartenenza alle diverse classi di sensibilità alla desertificazione. Tabella 4.

Classi ESA	Ripartizione % CS
N.C.	2
Non minacciato	3
Potenziale	5
Fragile 1	7
Fragile 2	18
Fragile 3	19
Critico 1	14
Critico 2	27
Critico 3	6

Tabella 4: Ripartizione percentuale del territorio della provincia di Cosenza in base all'appartenenza alle diverse classi di sensibilità alla desertificazione.

Il territorio calabrese è anche soggetto a elevato rischio potenziale di erosione del suolo a causa della forte aggressività climatica (erosività delle piogge), dell'elevata erodibilità del suolo e dell'elevata pendenza dei versanti. Secondo i dati dell'ARSSA, che ha realizzato la Carta del Rischio di erosione attuale e potenziale, oltre il 50% del territorio regionale risulta soggetto ad erosione idrica (Figura 18). Lo scenario attuale per la Provincia di Cosenza è riportato nella tabella seguente:

Classe di erosione	Provincia di Cosenza %
Erosione nulla o trascurabile	54,95
Erosione leggera	9,26
Erosione moderata	6,23
Erosione severa	16,35
Erosione molto severa	12,72
Erosione catastrofica	0,49

Tabella 5: Classificazione del territorio della provincia di Cosenza in base al rischio di erosione dei suoli – Fonte dati ARSSA – Elaborazione dati: ARPA Cal.

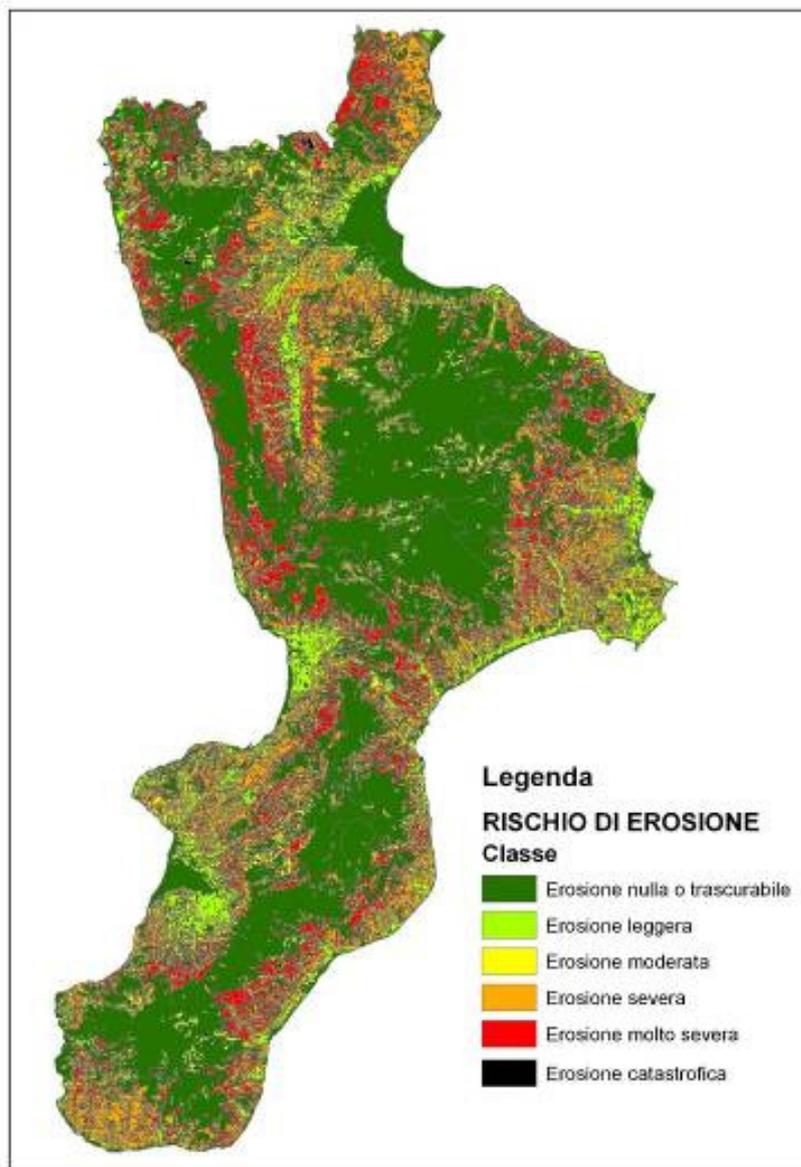


Figura 18: Carta del rischio di erosione dei suoli. Scala 1.250.000 - ARSSA

In seguito a studi in atto si è ipotizzato che l'introduzione di tecniche agronomiche tendenti a contrastare i fenomeni erosivi caratterizzate da lavorazioni minime, rotazioni colturali, gestione dei residui colturali, etc risultano di particolare interesse nel mitigare il fenomeno dell'erosione del territorio.

### 5.1.2 Laguna di Lesina (provincia di Foggia). (Figura 19).

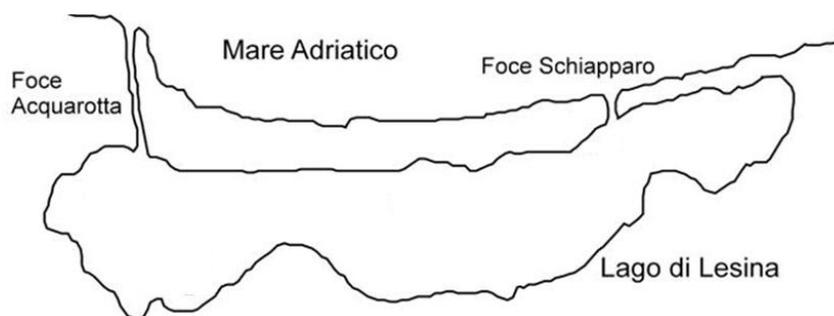


Figura 19: La laguna di Lesina.

**Superficie:** 930 ha

**Istituzione:** 1981

**Tipologia:** Laguna mesoalina non tidale.

**Ente gestore:** Ufficio territoriale per la biodiversità di Foresta Umbra (Fg)

**Vincoli e proposte di tutela:** Riserva Naturale Statale, istituita con D.M.A.F. del 27 aprile 1981, ricade all'interno del Parco Nazionale del Gargano; è sito SIC e ZPS.

#### **Informazioni sulla riserva e opere di bonifica**

La laguna di Lesina si trova lungo la sponda settentrionale del Gargano; occupa una superficie di 51,5 chilometri quadrati, ha una lunghezza di 22 km e una larghezza di circa 2 km. Comunica con il mare Adriatico (da cui è separata dalla duna Bosco Isola) mediante tre canali, la foce S. Andrea, la foce Schiapparo e l'Acquarotta. Alcuni torrenti assicurano un discreto apporto d'acqua dolce. La laguna può essere suddivisa in due zone: una zona occidentale che costituisce il corpo vero e proprio del lago e che raggiunge la profondità di 2 m, e la zona orientale che prende il nome di "Sacca Orientale", estesa 9,3 km<sup>2</sup> e poco profonda. La profondità media di Lesina è di circa 0,7 m, mentre quella massima in alcuni punti arriva ai 2 m. Costituisce un habitat ideale per molte specie di uccelli, come il cormorano, la garzetta, il falco di palude, il cavaliere d'Italia, l'avocetta, il gabbiano roseo, il martin pescatore. Le sue acque sono popolate soprattutto da anguille, ma anche da altre prelibate specie quali: latterini, cefali, gamberi, orate, spigole, aguglie, granchi. Nei canali Acquarotta e Schiapparo nel 1997 sono state installate delle chiuse meccaniche al fine di

regimentare gli scambi idrici tra mare e laguna. Nell'Aprile del 2000 sono state rimosse e sono state installate delle griglie per favorire l'ingresso delle specie ittiche: in questo modo il bacino è più efficacemente sfruttato economicamente per la pesca. Inoltre sono presenti due idrovore che drenano i terreni circostanti destinati in gran parte a colture agricole di tipo intensivo, immettendo quindi spesso in laguna un elevato carico inquinante. La bonifica delle aree circostanti è stata condotta tra gli anni '20 e gli anni '60 con l'arginatura del perimetro del corpo lagunare. Nelle zone più depresse sono stati creati dei polders, realizzando per ciascuno di essi un canale per raccogliere le acque provenienti da monte e convogliarle direttamente in laguna, e alcuni canali per drenare le aree più depresse, oltre ad una rete di canali di scolo secondari per drenare le acque superficiali dei terreni agrari. Il sito può quindi essere considerato un sistema di accumulo (sistema "sink"), sia per il fosforo che per l'azoto in quanto tutti i nutrienti accumulati nel bacino provenienti dal dilavamento dei suoli circostanti, vengono assimilati dalle macrofite e fitoplancton del sistema, riducendo così l'effetto dei nutrienti sugli ecosistemi limitrofi.

#### **Impatti e criticità per la conservazione:**

##### ***Nitrati.***

Il territorio pugliese è prevalentemente di tipo agricolo, in particolare le zone adiacenti la laguna come si può notare nella figura seguente<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> ARPA Puglia 2004.

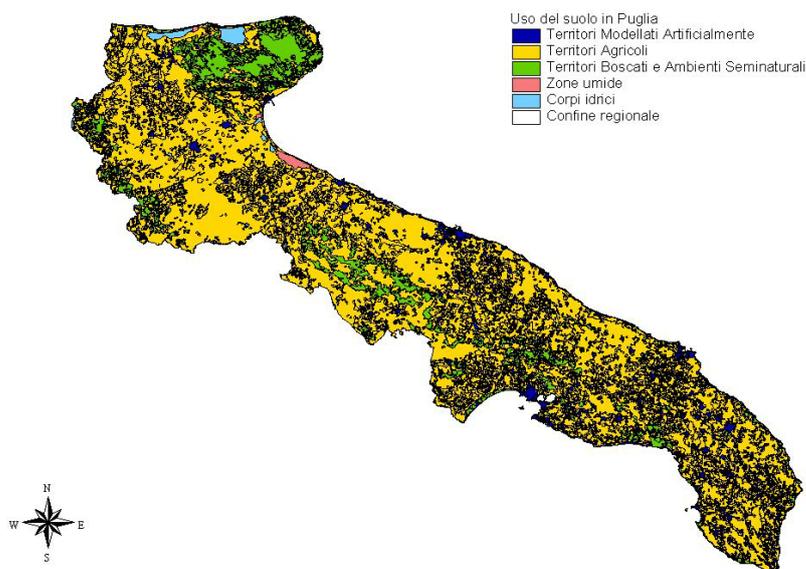


Figura 20: Uso del suolo in Puglia. Relazione ARPA Puglia 2004. Elaborazione su dati Corine Land Cover (da immagini satellitari) – 1999 Banca dati tossicologica Regione Puglia 1999.

I dati rilasciati dai Consorzi Regionali dimostrano un incremento della superficie irrigabile del territorio dovuta sia alla diffusione di colture diversificate, con lo sviluppo delle tecnologie moderne in agricoltura, sia all'aumento di colture fitopatologicamente sensibili, determinando perciò un incremento nell'impiego per ettaro di prodotti fitosanitari. (Tabella 6).

Caratterizzazione territorio pugliese	%
Territori modellati artificialmente	4
Territori agricoli	81
Territori boscati e ambienti seminaturali	14
Zone umide	0
Corpi idrici	1

Tabella 6: Territorio pugliese. Analisi e valutazioni INEA 1996-2000.

L'aumento della superficie irrigabile e la lisciviazione da parte delle acque meteoriche, comportano una significativa potenziale percolazione nel sottosuolo di prodotti

contaminanti, inducendo una vulnerabilità delle falde. A ciò si può anche aggiungere il versamento di acque di vegetazione su terreni non adatti, i liquami utilizzati per la zootecnia, lo spandimento di fanghi non adeguatamente trattati, scarichi di prodotti chimici o discariche abusive di rifiuti urbani o pericolosi. Dagli studi effettuati da Istituti di Ricerca e dalla Regione Puglia (Progetto “Banca Dati Tossicologica del suolo e suoi derivati”) è emerso che vaste aree pugliesi sono contraddistinte da vulnerabilità media o medio-alta delle falde (a seconda della permeabilità delle formazioni per fessurazione e carsismo, mentre una maggiore vulnerabilità è presente in prossimità della costa (falda meno profonda) dove è più elevato il fenomeno dell'intrusione salina dovuto all'elevata densità di pozzi esistenti (Figura 21).

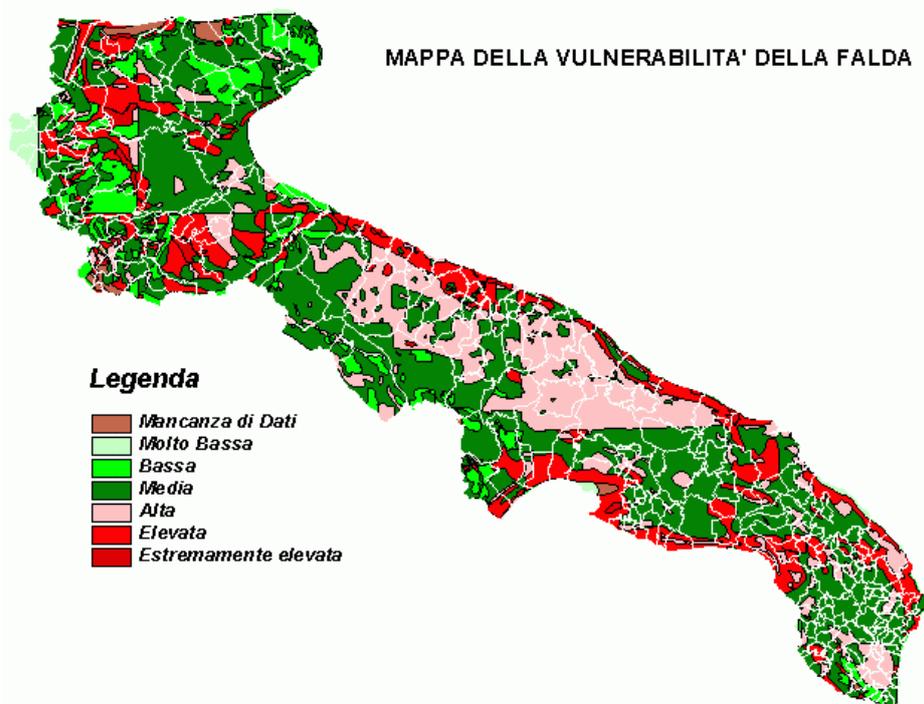


Figura 21: Vulnerabilità della falda- Relazione Arpa Puglia 2004. Elaborazione in base al sistema parametrico a punteggi e pesi DRASTIC. Progetto Banca dati tossicologica Regione Puglia - CNR-IRSA.

Analizzando le attività realizzate nel bacino imbrifero della laguna di Lesina dal 1999 al 2003 emerge che: il consumo d'acqua sia per uso agricolo che domestico e industriale è stato pari a 28347 m<sup>3</sup>/a nell'anno 1999, mentre nell'anno 2000 l'utilizzo di fertilizzanti (N & P totali) è stato pari a 2601 t/a, di pesticidi (totali) pari a 27 t/a.<sup>46</sup> Come previsto dalla direttiva 91/676 relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola, la Regione Puglia ha designato le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola definite come “ *Zona di territorio che scarica direttamente o indirettamente*

<sup>46</sup> Relazione ARPA Puglia 2004

*composti azotati in acque già inquinate o potenzialmente inquinabili da tali scarichi*<sup>47</sup> in base ai seguenti criteri :

- la presenza di nitrati o loro possibile presenza ad una concentrazione > 50 mg/L (di NO<sub>3</sub>) in acque dolci superficiali, in particolare quelle destinate alla produzione di acqua potabile;
- la presenza di nitrati o loro possibile presenza ad una concentrazione > 50 mg/L (di NO<sub>3</sub>) in acque dolci sotterranee;
- la presenza di eutrofizzazione o la possibilità si verifichi tale fenomeno nell'immediato futuro nei laghi naturali di acque dolci o altre acque dolci, estuari, acque costiere e marine.

Le zone vulnerabili da prodotti fitosanitari definite come *“Zona di territorio quando l'utilizzo al suo interno dei prodotti fitosanitari autorizzati pone in condizioni di rischio le risorse idriche e gli altri comparti ambientali”*<sup>48</sup> in base al seguente criterio:

- un'area è considerata area vulnerabile quando l'utilizzo al suo interno dei prodotti fitosanitari autorizzati pone in condizioni di rischio le risorse idriche e gli altri comparti ambientali rilevanti.

Per fare questa classificazione sono state utilizzati dati della Banca dati tossicologica del Suolo; del SIGRIA – Sistema Informativo per la Gestione delle Risorse Idriche in Agricoltura; del Progetto ACLA - “Studio per la caratterizzazione agronomica della Regione Puglia e la classificazione del territorio in funzione della potenzialità produttiva”, dati della rete idrometrografica per il monitoraggio della falda sotterranea; di studi preliminari per la redazione dei piani di bacino regionali; dati agrometeorologici e chimici dell'Assocodipuglia; dati SIDIMAR; dati del Piano di Tutela delle Acque e dati ARPA Puglia ed Acquedotto Pugliese. In figura sono riportate le zone designate vulnerabili ai nitrati adiacenti la laguna di Lesina nel 2007<sup>49</sup>.

In seguito alla “perimetrazione e designazione” delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola<sup>50</sup> risulta che queste aree si estendono per una superficie territoriale di 89,359 ha pari a 4.6% della superficie regionale e si concentrano prevalentemente all'interno del territorio della provincia di Foggia (89%).

---

<sup>47</sup> alleg 7 D.LGS 152/1999 parte a

<sup>48</sup> alleg 7 D.LGS 152/1999 parte b

<sup>49</sup> Regione Puglia et al 2007

<sup>50</sup> Deliberazione della Giunta Regionale n. 2036 del 30 dicembre 2005 in attuazione della direttiva nitrati 91/676/CEE



Figura 22: Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola - Regione Puglia.

Dalle prime analisi è emerso che per le zone vulnerabili da nitrati:

- le acque superficiali esistenti nel territorio e monitorate nel 2003 non presentano concentrazioni di nitrati particolarmente elevate sia negli invasi artificiali di “acque dolci destinate all’uso potabile”, sia nei corsi d’acqua significativi di I ordine dell’area del Tavoliere (Foggia);

- le acque sotterranee esistenti nel territorio e monitorate al 2003 presentano inquinamento da nitrati non allarmante, anche se sono evidenti, in limitati punti, livelli di concentrazione superiori al limite massimo. Sono attualmente in corso indagini di verifica.

Per quanto riguarda le zone vulnerabili da prodotti fitosanitari sia le acque superficiali che sotterranee monitorate al 2003 non presentano elevate concentrazioni, i quali per la loro bassa solubilità e per le caratteristiche climatiche del suolo e del sottosuolo, sono poco idroveicolati, lasciando il ruolo di inquinante principale ai composti azotati.

Nelle figure seguenti è presentata la classificazione del territorio pugliese in base alla concentrazione dei nitrati secondo la normativa espressa nel D.Lgs. 152/99. La situazione osservata nel periodo primaverile-estivo del 2007 nel territorio foggiano, ha rivelato la presenza di aree con acque sotterranee appartenenti alla Classe 1, quindi con concentrazione di nitrati inferiore a 5 mg/l. La zona maggiormente interessata dalla criticità (Classe 4) con superamento del limite normativo è localizzata nella provincia di Bari (Figura 23). Il piano di monitoraggio effettuato nel 2009 dal CNR-IRSA di Bari, come

mostrato in figura 24, ha evidenziato un aumento delle zone con concentrazione di nitrati superiori a 50 mg/l: si è riscontrato infatti una presenza diffusa delle acque sotterranee appartenenti alla Classe 2 sull'intero territorio regionale ed un aumento delle acque appartenenti alle Classi 3 e 4 in particolare nel territorio foggiano, oggetto di studio di questo lavoro<sup>51</sup>.

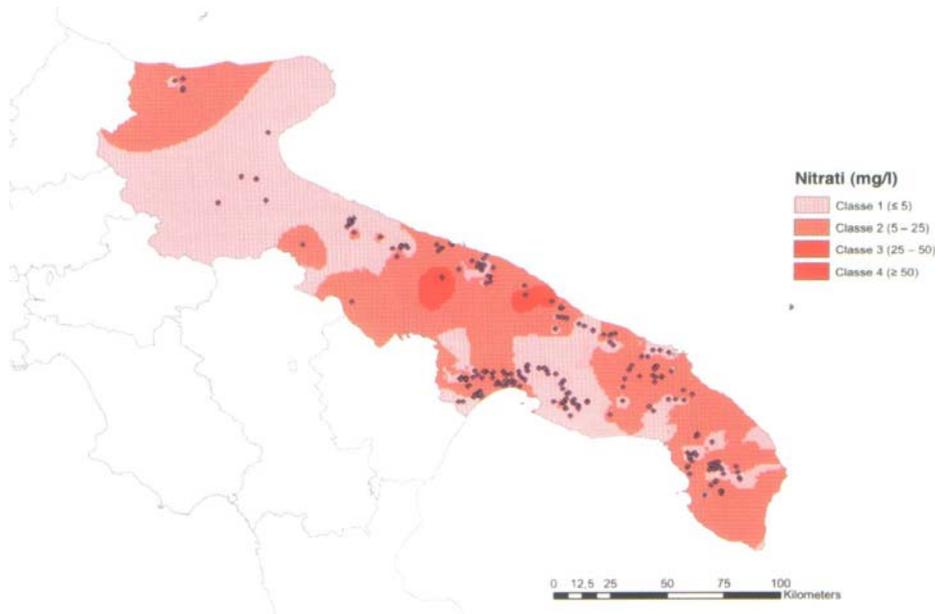


Figura 23: Concentrazione dei nitrati-Campagna di monitoraggio maggio-luglio 2007. CNR-IRSA di Bari.

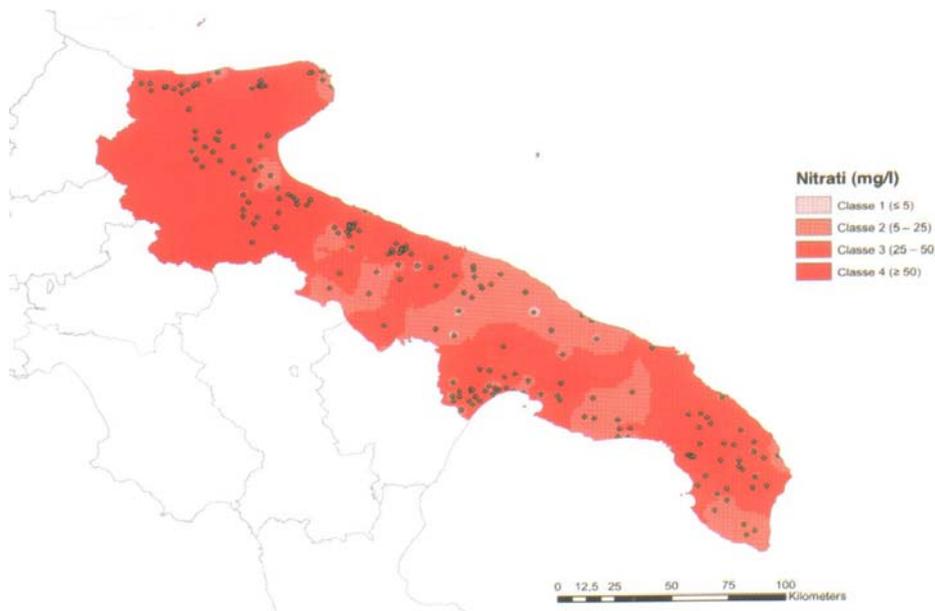


Figura 24: Concentrazione dei nitrati-Campagna di monitoraggio maggio-luglio 2009. CNR-IRSA di Bari.

---

<sup>51</sup> Uricchio et al 2010

### *Salinizzazione delle falde.*

Dall'analisi del Piano di Tutela delle Acque (alleg. 1 anno 2009) emerge che dal punto di vista quantitativo nel 2007 è stato utilizzato dalla Regione un volume annuo pari a 1.500 mm<sup>3</sup> di acqua, di cui circa 550 (37%) ad uso potabile, 812 (53%) ad uso irriguo e 142 (10%) ad uso industriale. La natura delle fonti idriche è rappresentata da 55% da acque di falda, esclusivamente regionali, sorgentizie per l'11%, quasi totalmente provenienti dalla Campania, e solo per il rimanente 34% da acque superficiali, prevalentemente di origine extraregionale. In particolare, mentre risulta preponderante nel comparto potabile la provenienza extraregionale delle acque utilizzate, gli usi produttivi sono soddisfatti all'80% dalle risorse regionali, rappresentate sostanzialmente dalle acque sotterranee. Nel tavoliere di Foggia si osserva già dall'1987 un abbassamento della piezometria al punto che oggi la falda può essere considerata "quasi" esaurita presentando un deficit annuale pari a 67 milioni di m<sup>3</sup>: le acque analizzate presentano temperatura pari circa 16-17 C°, salinità inferiore ad 1 g/L, pH tra 7 e 8, ossigeno disciolto inferiore a 4 mg/L e potenziale redox quasi sempre negativo. Altrettanto gravi sono le acque dell'acquifero profondo, dove la presenza di bicarbonati sodici rende le acque non idonee per uso irriguo; inoltre la presenza di boro in concentrazioni superiori a 4 mg/L le rende tossiche per le piante<sup>52</sup>. L'uso indiscriminato delle risorse idriche per uso irriguo comporta il fenomeno che prende il nome di intrusione salina negli acquiferi costieri: l'eccessiva captazione di acqua dalle falde determina una sempre più facile penetrazione in esso delle acque salate di origine marina e conseguentemente fenomeni di salinizzazione delle stesse. Le acque circolanti in un acquifero carsico costiero infatti possono defluire in mare attraverso varie sorgenti di tipo diffuso e concentrato che diventano vie di facile e veloce penetrazione delle acque marine quando l'acquifero viene depressurizzato per effetto di eccessivi prelievi. Ne consegue che l'acquifero perde la sua classica conformazione caratterizzata da acque dolci galleggianti su acque salate per saturarsi completamente di acqua salata. Facendo una stima del bilancio idrogeologico si sono individuati gli acquiferi sottoposti a stress per squilibrio tra emungimento e ricarica, evidenziati nell'immagine seguente<sup>53</sup>.

---

<sup>52</sup> ENEA Piano di Azione Locale per la lotta alla siccità e alla desertificazione della Regione Puglia 2008

<sup>53</sup> Piano di tutela delle acque – Regione Puglia 2009

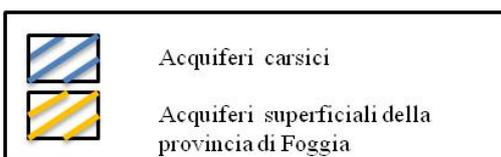
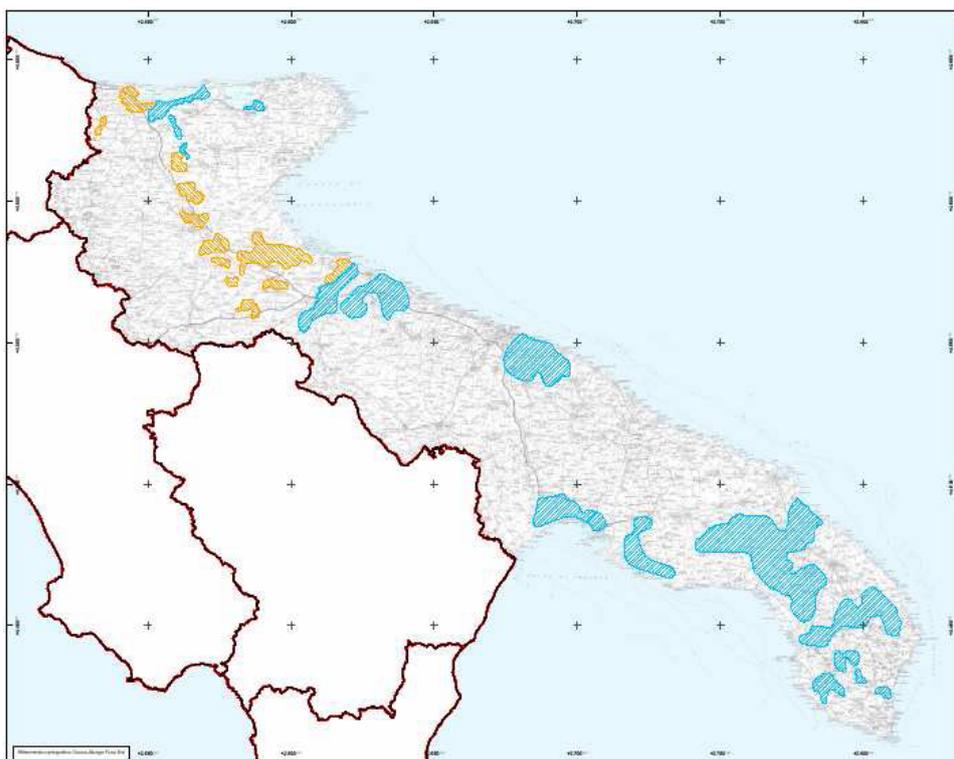


Figura 25: Individuazione degli acquiferi sottoposti a stress per squilibrio tra emungimento e ricarica naturale - Regione Puglia.

### ***Desertificazione.***

Per quanto riguarda il rischio di desertificazione, è utile ricordare che ampie porzioni del territorio pugliese, specie nel Salento, nel Tavoliere, sulla Murgia e lungo la costa della Terra di Bari, sono caratterizzate da una vulnerabilità molto elevata a tale processo<sup>54</sup>. Studi condotti dal CNR-IRSA di Bari per il “Programma regionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione” (2008) della Regione Puglia evidenziano che il 45,6% del territorio, suddiviso in 4 classi di rischio presenta aree ad elevato rischio di desertificazione. Uno studio più recente fatto da Trisorio-Liuzzi et al (2007) ha evidenziato che la percentuale di superficie ad elevata criticità passerebbe dal 51,7% al 80% considerando anche il rischio di erosività del suolo dovuto alle precipitazioni (Figura 26) (Tabella 7).

<sup>54</sup> Piano di tutela delle acque – Giugno 2009

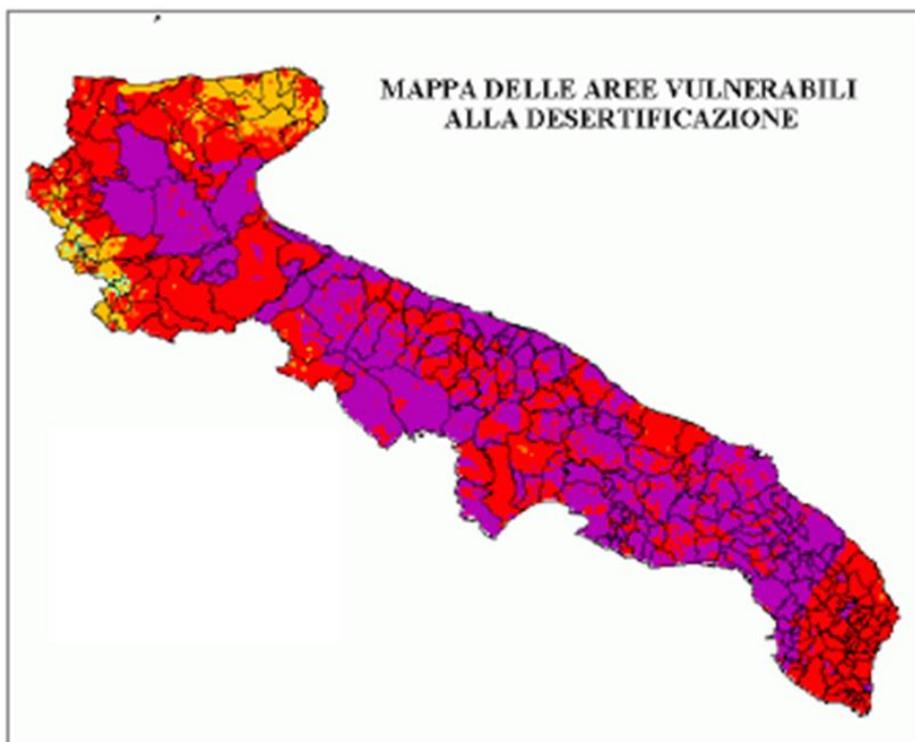


Figura 26: Aree vulnerabili alla desertificazione - Programma Regionale lotta alla desertificazione - Regione Puglia.

Classi di vulnerabilità alla desertificazione	Ripartizione % superficie regionale
Aree molto sensibili	45,6
Aree mediamente sensibili	47,7
Aree poco sensibili	6,3
Aree non sensibili	0,4

Tabella 7: Ripartizione della superficie regionale in classi di vulnerabilità alla desertificazione - Programma Regionale lotta alla desertificazione - Regione Puglia.

In funzione dei risultati dei monitoraggi eseguiti, in prevalenza dall'ARPA Puglia, fino a tutto il 2007 per quanto riguarda lo qualità delle acque di transizione è emerso che la laguna di Lesina può essere classificata nello stato ecologico scadente tra le cinque classi di stato ambientale (pessimo, scadente, sufficiente, buono, ottimo) previste dalla Direttiva Europea 2060/CE.

Tra le azioni di tutela per ridurre le criticità per la conservazione sopra elencate, sono previste:

- la riduzione dei prelievi idrici per uso agricolo;
- la riduzione della densità dei pozzi;
- la riduzione/eliminazione dell'impiego di composti chimici, azotati e fitosanitari;
- la realizzazione di acquedotti rurali con l'impiego di acque superficiali e non di falda;
- lo smaltimento su suolo agricolo fanghi provenienti da corretti processi di trattamento;
- l'incentivazione di un'agricoltura biologica.

Riguardo l'ultimo punto un ruolo di rilievo potrebbe essere rappresentato dalle risaie ecologiche.

## CAPITOLO SESTO

### MATERIALI E METODI

#### 6.1 Aree di studio e metodologia di analisi.

Per lo studio in oggetto sono state individuate come aree di analisi le tre zone umide presenti sul territorio nazionale, precedentemente descritte: lo Stagno di Cabras, situato nella provincia di Oristano, il bacino del Fiume Crati in provincia di Cosenza e la Laguna di Lesina in provincia di Foggia. Queste tre province rappresentano i partner italiani di una proposta di progetto internazionale di ricerca dall'acronimo **MICRAMOS (ERiCMES)**: Modelli integrati di coltivazione del riso in area mediterranea orientati alla sostenibilità (Eco-friendly Rice Crop Model for Environment and Sustainability) che mira a incentivare e verificare l'applicabilità a scala vasta delle esperienze di risicoltura ecologica, già sperimentate a scala locale, quantificandone i benefici sia in termini ambientali che socio-economici rispetto alle modalità di conduzione intensive tradizionali di questo cereale. Sono stati scelti queste tre siti in quanto rappresentano aree mediterranee "vocate" alla risicoltura nelle quali si riscontrano adeguate condizioni pedo-climatiche di mezzi tecnici e risorse idriche a disposizione legate alle condizioni di suoli sotto regime di bonifica. In alcune di queste zone è infatti attualmente praticata (Oristanese, provincia di Cosenza),

mentre in altre lo è stato in passato (Puglia) sia perché sono zone potenzialmente idonee a questo tipo di coltivazione in relazione a precedenti esperienze attuate anche nel passato. Inoltre questi siti sono stati prescelti perché rappresentano aree vulnerabili ad alcuni tipi di impatti dovuti all'agricoltura intensiva come concentrazione di nitrati, salinizzazione delle falde, desertificazione del territorio. E' stata effettuata dapprima una ricerca bibliografica volta ad delineare lo stato dell'arte delle aree di studio in relazione ai parametri sopra elencati, consultando in particolare i piani di monitoraggio effettuati dal 2000 in poi da enti di ricerca regionali e nazionali tipo ARPA (Agenzia Regionale per l'Ambiente), ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), CNR (Centro Nazionale Ricerche), Agris (Agenzia Regionale per la Ricerca Scientifica e l'Innovazione in Agricoltura), Regioni, Consorzi di Bonifica. Ciò ha permesso di fare una stima dello stato di salute di questi ecosistemi che può essere riassunto nella tabella seguente:

<b>Stagno di Cabras:</b> zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola	
<b>Stagni</b> 51,8 mg/l ≤ [Ntot] ≤ 102,9 mg/l	<b>Conducibilità elettrica</b> di alcune aree >8000 μS/cm
<b>Foce del Fiume Crati:</b> zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola	
Individuata come <b>area agricola vulnerabile ai nitrati di origine agricola</b>	Individuata come <b>area sensibile alla desertificazione con valori ESAI di criticità 2 e 3</b>
<b>Laguna di Lesina:</b> zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola	
In diversi punti di campionamento 50 mg/l ≤ [Ntot] ≤ 420 mg/l	Individuata come <b>area sensibile alla desertificazione con valori ESAI di criticità 3</b>

Tabella 8: Stato dell'arte delle aree oggetto studio.

In secondo luogo è stata effettuata un'ulteriore ricerca bibliografica caratterizzata dallo studio di lavori presenti in letteratura, riportanti dati relativi alla coltivazione del riso e di altri cereali tipo grano/mais, alla capacità di assorbimento di azoto, fosforo, etc da parte di queste coltivazioni sia dal terreno che dalle concimazioni, alle loro rese per ettaro sia in condizioni ideali che sotto condizioni di stress tra cui quello idrico. Da ciò si sono estrapolate stime che permettano di valutare l'applicabilità, i vantaggi e gli svantaggi dell'adottare un tipo di agricoltura ecosostenibile come la risicoltura ecologica nelle aree limitrofe alle zone umide. E' stato anche individuato un modello che permette di misurare nel dettaglio l'assorbimento di azoto presente nel terreno da parte delle colture, la cui applicazione però non è stata possibile per la mancanza di dati specifici. Attraverso l'utilizzo del software ArcGis sono stati individuati degli scenari che, per ognuna delle tre aree di studio, rappresentano appezzamenti di terreno potenzialmente convertibili a risicoltura ecologica. In base a questi sono state elaborate delle stime di assorbimento dei nitrati, e quindi del potenziale ruolo di filtro svolto da queste coltivazioni, tenendo conto sia delle rese per ettaro della pianta del riso in seguito a concimazioni di tipo azotato, ricavate dalla letteratura, sia delle concentrazioni medie di nitrati individuate dai piani di monitoraggio regionali e nazionali, in relazione alle estensioni delle aree di studio.

## CAPITOLO SETTIMO

### RISULTATI

#### 7.1 Applicazione della risicoltura ecologica nei casi di studio.

##### Stagno di Cabras.



Figura 27: Ortofoto dello Stagno di Cabras.

Le aree colorate in verde nella foto rappresentano le zone circostanti lo Stagno di Cabras vulnerabili ai nitrati, salinizzazione e desertificazione. La loro estensione calcolata tramite l'utilizzo del software ArcGis è pari a 289 ettari. In base alla bibliografia consultata, utilizzando i dati ottenuti relativi alla concentrazione di nitrati nell'area e la capacità del riso di assimilare azoto si può fare una stima dei vantaggi che si potrebbero ottenere dalla risicoltura ecologica. In realtà dalla ricerca bibliografica effettuata sono stati ottenuti dati relativi non direttamente all'area di Cabras, ma ad alcuni stagni monitorati in seguito al piano di monitoraggio e controllo effettuato dall'ARPAS nel 2007/2008, adiacenti l'area oggetto di studio. Pertanto si è preferito fare una media dei valori ottenuti ed applicarli all'area oggetto di studio per avere semplicemente una stima dell'applicabilità e della vantaggiosità della coltura risicola nella tutela della biodiversità di queste aree.

Considerando che la concentrazione media di nitrati in ciascun stagno, ottenuta facendo la media dei valori dei due anni di monitoraggio è pari a :

- Corru Mannu 595,25 µg/l
- Corru S'Ittiri 808,395 µg/l
- S.Giovanni/ Marceddi 877,08 µg/l
- S'Ena Arrubia 1300,85 µg/l

La concentrazione media totale sarà 895,39 µg/l di azoto. Tenendo conto, come già detto in precedenza nel testo che, per una resa per ettaro di  $10^4$  kg di riso sono necessari 250 kg di azoto, si può calcolare la quantità totale di azoto assorbita dalle risaie, moltiplicando questo valore per i 289 ettari potenzialmente coltivabili dell'area di studio. Dividendo il valore ottenuto per la concentrazione di azoto media si ricava una stima dei litri d'acqua che possono essere "depurati" grazie alla coltivazione di riso ecologico

$250 \text{ kg/ha di azoto} * 289 \text{ ha} = 72250 \text{ kg di azoto}$

$72250 * 10^9 \text{ µg di azoto} / 895,39 \text{ µg/l} = 80,7 * 10^9 \text{ l}$

### **Fiume Crati.**



Figura 28 : Ortofoto Fiume Crati

Le aree evidenziate in figura rappresentano gli habitat, adiacenti il Fiume Crati, vulnerabili ai nitrati. La loro estensione è pari a 183 ettari. I dati ottenuti consultando la bibliografia evidenziano che per quanto riguarda i nitrati i valori calcolati attraverso i piani di monitoraggio sono per lo più omogenei lungo tutto il bacino e corrispondono a 1,4 mg/l (valore max). Il fosforo invece ha mostrato valori estremi nelle stazioni monitorate a valle del fiume. Applicando i calcoli precedenti si ottiene che:

$$250 \text{ kg/ha di azoto} * 183 \text{ ha} = 45750 \text{ kg di azoto}$$

$$45750 * 10^6 \text{ mg di azoto} / 1,4 \text{ mg/l} = 32678,6 * 10^6 \text{ l}$$

valore che rappresenta i litri d'acqua che possono essere "depurati" grazie alla risicoltura ecologica

### **Laguna di Lesina.**



Figura 29 : Ortofoto Laguna di Lesina.

Per la Laguna di Lesina l'area oggetto di studio, come evidenziato in figura, è pari a 734 ettari. La concentrazione di nitrati nel foggiano come detto precedentemente ha superato nel 2009 il valore di 50 mg/l quindi applicando le formule precedenti si ottiene una stima dei litri d'acqua che possono essere "depurati" grazie alla risicoltura ecologica

$$250 \text{ kg/ha di azoto} * 734 \text{ ha} = 183500 \text{ kg di azoto}$$

$$183500 * 10^6 \text{ mg di azoto} / 50 \text{ mg/l} = 3670 * 10^6 \text{ l}$$

Per quanto riguarda la concentrazione di sodio e di potassio non sono stati trovati dati rilevanti per le tre aree esaminate. Per il fosforo, monitorato come visto in alcune aree oggetto di studio, bisogna tener presente che in natura è abbastanza raro nelle acque ed è poco solubile e fortemente trattenuto dai terreni, soprattutto se alcalini (pH superiore a 8). Di conseguenza è quasi impossibile che il fosforo vada ad inquinare le falde profonde e le perdite per lisciviazione sono sempre molto ridotte, dell'ordine di 0,5-2 kg all'ettaro di anidride fosforica ( $P_2O_5$ ) all'anno. Queste perdite sono inoltre poco influenzate dal tipo di gestione del terreno, dai fertilizzanti impiegati o dalle modalità della loro distribuzione. Il fosforo distribuito in eccesso infatti rispetto alle esigenze delle colture rimane nel terreno, trasformandosi spesso in forme insolubili, inutilizzabili per le piante e non soggette a perdite per lisciviazione. Ciò non giustifica comunque un uso indiscriminato di concimi a base di fosfati. Perdite di fosforo eccessive si possono avere anche in seguito a distribuzioni non regolamentate di liquami, che contengono l'elemento in forme organiche solubili, poco trattenute dal terreno<sup>55</sup>. Non sono stati trovati strumenti per stimare la capacità "estrattiva" del fosforo dall'ecosistema risaia.

---

<sup>55</sup> Perelli [www.giardinare.it](http://www.giardinare.it)

## CAPITOLO OTTAVO

### CONCLUSIONI

Le indagini effettuate nell'aree oggetto di studio, se pur fatte utilizzando dati presenti in letteratura, hanno permesso di fare una stima sull'applicabilità della risicoltura ecologica. In tutti e tre i siti si è potuto verificare infatti l'efficacia della coltivazione del riso nelle *buffer zones* dell'aree umide: ciò ha dimostrato che questa pratica agricola rappresenta un'ottimo strumento per ridurre le perdite di azoto dal terreno per lisciviazione e quindi prevenire la contaminazione delle falde e delle acque superficiali con tutti gli effetti che ne conseguono. Non si sono fatte stime sulla "capacità estrattiva" di questa coltura di altre sostanze chimiche, derivanti da concimazioni e allevamenti tipo fosfati, per mancanza di dati specifici. Risulta per cui necessario incentivare sia studi che azioni pratiche mirate alla promozione della risicoltura ecologica nelle aree umide. Complessivamente da questo lavoro è emerso che numerosi sono i vantaggi legati alla risicoltura conservativa sia da un punto di vista ambientale che economico. Nel primo caso, come già ripetutamente detto, le attività agricole legate alla coltivazione del riso con metodi biologici come riduzione dell'uso di fertilizzanti, limitazione dello stravolgimento della struttura pedologica e biologica del suolo, risparmio della risorsa idrica, etc comportano effetti positivi sulla tutela e ripristino della biodiversità di tali aree, che si ripercuotono sia a livello di ecosistema che di paesaggio. Anche a livello economico i vantaggi sono molteplici: vi sono risparmi sia dal punto di vista energetico che sul costo dei macchinari o diserbanti utilizzati. Se attraverso studi più dettagliati si verifica che la risicoltura ecologica ha una resa maggiore rispetto quella intensiva questo permetterebbe di suggerire la riconversione delle coltivazioni che si vengono a trovare nelle *buffer zones* di aree umide in risaie ecocompatibili. Nonostante i costi di tale operazione ciò garantirebbe un ritorno economico maggiore per gli imprenditori agricoli e al contempo permetterebbe loro di non abbandonare l'attività agricola sui propri terreni. Bisogna ricordare anche che numerosi sono gli incentivi previsti dai PSR per la tutela della biodiversità delle aree rurali e per lo sviluppo delle pratiche ecosostenibili in campo agricolo: sono previste infatti misure specifiche per interventi a favore della biodiversità nelle risaie. In seguito a queste considerazioni risulta interessante rafforzare l'importanza e favorire la coltivazione ecocompatibile delle risaie nelle aree adiacenti le zone umide. Ciò è stato anche

sottolineato da un punto di vista legislativo: sia la risoluzione di Ramsar (X.31/2009) che il decreto MATMM del 17/10/2007 (Criteri minimi conservazione ZPS e ZSC) infatti definiscono le risaie tra le tipologie ambientali di riferimento per le ZPS ed in particolare si ritiene che quelle gestite con metodi sostenibili svolgono un ruolo fondamentale nella conservazione degli ecosistemi umidi. In conclusione l'analisi costi/benefici dell'applicazione della risicoltura ecologica che si può ricavare da questo lavoro mostra come tale pratica agricola rappresenti una valida prospettiva per la tutela e gestione della biodiversità delle aree umide sottoposte soprattutto a stress di tipo agricolo intensivo.

## Bibliografia

**Agenzia Regionale per l'Ambiente Puglia, 2004** – International workshops: 1)The PRB Mediterranean Dimension 2) Linking Rural Development and Land Degradation 3) Mitigation with River Basin Management Plans and Extra Session of the Mediterranean Component of the European Water Initiative. [www.arpapuglia.it](http://www.arpapuglia.it) Giugno2010

**Agenzia Regionale per la protezione dell'ambiente della Sardegna (ARPAS), 2008** - Programma di azione per la zona vulnerabile da nitrati di origine agricola di Arborea. Piano di monitoraggio e controllo. Attività 2007/2008.

**Anselmetti P., Viettil., Carellom., 1997 a** - La qualità delle acque nel Vercellese : le acque superficiali .In: *L' impatto ambientale delle agro-tecnologie in risicoltura* (GreppiM.,PolelliM.) Cap.5 Franco Angeli Editore Milano Italy, 117-147

**Anselmetti P., Viettil., Carellom., 1997 b** - La qualità delle acque nel Vercellese : le acque freatiche e profonde .In: *L'impatto ambientale delle agro-tecnologie in risicoltura* (GreppiM.,PolelliM.) Cap.6 Franco Angeli Editore Milano Italy, 147-171

**Atlante Nazionale delle aree a rischio desertificazione, 2007** a cura del Consiglio della Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura (CRA) e Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA). *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.* [www.minambiente.it](http://www.minambiente.it) Giugno 2010

**Baldacchini G.N., Bari A., Casotti M., Francese V., Morra di cella U., Trèves C., 2005** – Le zone umide. In: Baldacchini G.N., Bari A., Casotti M., Francese V., Morra di cella U., Trèves (eds.). *Zone umide in Italia. Elementi di conoscenza:* 14.

**Battisti C., 2004** - Frammentazione Ambientale, Connettività, Reti Ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica. *Provincia di Roma-Assessorato alle politiche ambientali,Agricoltura e protezione civile.*

**Beni e Servizi Ecosistemici, 2010** - Unione Europea 2010 [www.ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Eco../Ecosystem\\_IT .pdf](http://www.ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Eco../Ecosystem_IT .pdf)ec. Maggio 2010.

**Boyd J.W., J. Banzhaf H.S., 2005** - Ecosystem Services and Government Accountability: The Need for a New Way of Judging Nature's Value. *Resources*, Summer : 16-19.

**Britto D.T., Herbert J.K., 2004** - Bioengineering nitrogen acquisition in rice: can novel initiatives in rice genomics and physiology contribute to global food security? *BioEssays* 26: 683-692.

**Collen B., Cox N., Master L.L., O'Connor S., Wilkie D., 2008** – A standard Lexicon for Biodiversity Conservation: Unified Classifications of Threats and Actions. *Conservation Biology* 22: 897-911.

**Coppo F., Melucci A., 2001** - Dal Bosco della Partecipanza al fiume Po: una rete ecologica per un agro ecosistema ecocompatibile. *WORKSHOP "La linea verde delle risaie"*. Dipartimento Arpa Vercelli.

**Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., Van den Belt M., 1997** – The value of the world's ecosystem services and natural capital *Nature* 387: 253–260.

**Costanza R., & Folke C., 1997** - Valuing ecosystem services with efficiency, fairness and sustainability as goals. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems* (ed G.C.Daily), pp. 49–70 Island Press, Washington, DC.

**Culture Secondo Natura (CSN)** - [http:// www.csn-italia.org](http://www.csn-italia.org) Maggio 2010

**Daily G.C., 1997** - *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems* Island Press, Washington, D.C.

**Dolmat M.T., Patrick Jr. W. H., Peterson F. J., 1980** – Relation of available soil nitrogen to rice yield. *Soil Science* 129: 229-238.

**Eagle A.G., Bird J.A., Hill J.E., Horwarth W.R., Van Kessel C., 2001** – Nitrogen dynamics and fertilizer N use efficiency in rice following straw incorporation and winter flooding. *Agron Journal* 93: 1346-1354.

**Ebid A., Ueno H., Ghoneim A., Asagi N., 2007** – Uptake of carbon and nitrogen through rice root from C and N dual-labeled maize residue compost. *International Journal of Biological Chemistry* 1 (2): 75-83.

**ENEA 2003** - La coltivazione del riso – Progetto “ Parchi in qualità ” Applicazione pilota del Sistema di Gestione Ambientale nelle Aree Naturali Protette.

**ENEA, Dipartimento BAS Gruppo “Lotta alla desertificazione” 2008** - Piano di Azione Locale per la lotta alla siccità e alla desertificazione della Regione Puglia. *Regione Puglia Assessorato alle risorse agroalimentari. Settore Agricoltura.*

**Forman R.T.T., 1995** - Land mosaic. The ecology of landscapes and regions. *Cambridge University Press, Cambridge.*

**Guelorget O., & Perthuisot J.P., 1983** - Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. *Travaux du laboratoire de géologie* 16: 1–136.

**Il sistema di Venezia, 1959** - The final resolution of the symposium on the classification of brackish waters. *Archivio di Oceanografia e Limnologia* 11 (suppl): 243–248.

**Legendre L., & Demers S., 1985** - Auxiliary energy, ergoclines and aquatic biological production. *Le Naturaliste canadien* 112: 5-14.

**Li C., 2008** - Nitrogen losses from integrated rice-duck and rice-fish-duck ecosystems in southern China. *Plant Soil* 307: 207-217.

**Linee guida sulle buone pratiche per la gestione dei nitrati in agricoltura** Progetto Grinmed [www.agrinnovazione.regione.sicilia.it](http://www.agrinnovazione.regione.sicilia.it) Giugno 2010

**Manzoor Z., Awan T.H., Zaihd M.A., Faiz F.A., 2006** – Response of rice crop (super basmati) to different nitrogen levels. *Journal of Animal and Plant Sciences* 16(1-2): 52-55.

**Millennium Ecosystem Assessment, 2005** - Ecosystems and human well-being: the assessment series (4 vol + Summary), Island Press, Washington DC.

**Monteleone M., 2006** - Problematiche della salinità nelle aree irrigue meridionali. *Italian Journal of Agronomy* 1:129-202.

**Pedersen A., Zhang K., Thorup-Kristensen K., Jensen L.S., 2009** - Modelling diverse root density dynamics and deep nitrogen uptake – A simple approach. *University of Warwick*. <http://go.warwick.ac.uk/wrap>.

**Perelli M.** Il ruolo dell'agricoltura nella tutela dell'ambiente: i concimi chimici ed organici. [www.giardinare.it](http://www.giardinare.it) Novembre 2010

**Produzioni Vegetali, 2007-** Condizionalità ed attuazione direttiva nitrati in Puglia. *Presentazione* Aula Magna Facoltà di Agraria dell'Università di Bari.

**Proteggiamo l'acqua dai nitrati, Regione Puglia 2009** - La Direttiva sulla protezione delle acque dall'inquinamento dai nitrati. Intervento finanziato dall'U.E. - F.E.S.R. sul POR Puglia 2000-2006 - *Cacucci Editore.*

**Ramsar X.31/2009** - Enhancing biodiversity in rice paddies as wetland systems. 10th Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971). Changwon, Republic of Korea, 28 October-4 November 2008

**Reddy K.R., 1982** – Nitrogen cycling in a flooded soil ecosystem planted to rice (*Oryza sativa* L.) *Plant and Soil* 67 : 209-220.

**Regione Calabria 2002** – Nuova stesura della valutazione ex ante ambientale. POR Calabria 2000/2006. Acque 2 .

**Regione Piemonte 2002** – Le rese delle risaie. [www.zanzare-risaie.info](http://www.zanzare-risaie.info) Ottobre 2010

**Regionale Puglia, Istituto di Scienze delle Produzioni Animali, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, 2007-** Condizionalità ed attuazione direttiva nitrati in Puglia. *Presentazione* Aula Magna Facoltà di Agraria dell'Università di Bari.

**Regione Puglia, 2009** - Piano di tutela delle acque - Relazione di Sintesi non Tecnica. Allegato n. 1.

**Regione Lombardia, Direzione Generale Agricoltura 2007-** Coltivazione del riso con metodo biologico. *Quaderni della ricerca* 72.

**Romani M., 2003** – La fertilità dei terreni di risaia : il problema della sostanza organica. *Atti Ruolo della sostanza organica in un'agricoltura sostenibile*, Lerici 5-6 giugno; 169.

**Rondandelli M.** Le virtù del riso. [www.risoitaliano.org](http://www.risoitaliano.org) Novembre 2010

**Rossi Patrizia, 2009** - Piano Strategico Regionale 2007-2013 e Biodiversità. Lipu Dipartimento Conservazione Natura.

**Salafsky N., Salzer D., Stattersfield A. J., Hilton – Taylor C., Neugarten R., Butchart S.H.M., Sattin M., Bertod., Zaning., Tabacchi M., 1999** – Resistance to ALS inhibitors in weeds of rice in north-western Italy. *Proc. The 1999 Brighton Conference - Weeds*, Brighton, 15-18 novembre, 3,783-790

**Saunders D.A., Hobbs R.J., Margules, C.R. 1991** - Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-32.

**Trisorio Liuzzi G., Ladisa G., Todorovic M., 2007** – Assessment of desertification in semi-arid mediterranean environments: The case study of Apulia Region (southern Italy). *Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation 2010*. 4: 493-516.

**Uricchio V.F., Ancona V., 2010** – Monitoraggio dei nitrati di origine agricola nelle acque ad uso irriguo in Puglia. *Osservatorio Agrometeorologico* 4: 36-37. XIII Convegno Nazionale di Agrometeorologia- Bari, giugno 2010.

#### ***Normativa di riferimento***

**Convenzione di Ramsar, 1971** - Convenzione sulle zone umide d'importanza internazionale segnalate come habitat degli uccelli acquatici e palustri. *Decreto del Presidente della Repubblica*, n.488 del 13 Marzo del 1976.

**Convenzione di Rio de Janeiro sulla diversità biologica, 1992** - Decisione del Consiglio 93/626/CEE , ratificata in Italia il 14 febbraio del 1994 con Legge n.124.

**Decreto Legislativo 152/99** recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* n. 246 del 20 ottobre 2000 - Supplemento Ordinario n. 172

**Decreto Legislativo 152/2006** del 3 aprile 2006 allegato 7-Parte Terza. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96.

**Decreto legislativo 258/2000** del 18 agosto 2000. Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* n135/L del 18 settembre 2000 n.218.

**Decreto Legislativo 490/99** del 29 ottobre 1999 n 490 - Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali ed ambientali a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* del 27 dicembre 1999, n. 302 - Suppl. ord. n. 229.

**Deliberazione della Giunta Regionale n. 2036 del 30 dicembre** 2005 in attuazione della direttiva nitrati 91/676/CEE. *Bollettino Ufficiale Regione Puglia* n.13 del 26/01/2006.

**Direttiva 79/409/CEE (“Uccelli”)** del Consiglio delle Comunità Europee del 2 aprile del 1979 relativa alla conservazione degli uccelli selvatici.

**Direttiva 91/676/CEE** del Consiglio delle Comunità Europee del 12 dicembre del 1991 relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. *Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea* L 375 del 31.12.1991.

**Direttiva 92/43/CEE (“Habitat”)** del Consiglio delle Comunità Europee del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.

**Direttiva 271/99 CEE** del Consiglio delle Comunità Europee del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane. *Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea* L 135 del 30.05.1991.

**Direttiva WFD 2000/60 CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. *Gazzetta ufficiale delle comunità europee* 22/12/2000 L327.

**D.P.R. 184/87** del Presidente della Repubblica: Esecuzione del protocollo di emendamento della Convenzione delle zone umide d'importanza internazionale firmata a Ramsar il 2 febbraio del 1971.

**D.P.R. 448/76** del Presidente della Repubblica del 13/03/1976 : della Convenzione delle zone umide d'importanza internazionale firmata a Ramsar il 2 febbraio del 1971. *Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana* del 03/07/1976 n.173.

**Legge 431/91** Legge quadro sull'istituzione delle Aree Protette. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* del 06/12/1991 n.394.

**Legge 431/85** Legge Galasso del 8 agosto 1985 per la tutela degli aspetti naturalistici del territorio. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* n.197 del 22 agosto 1985.

**Legge 1497/39** del 29 giugno Protezione delle bellezze naturali. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* n.151 del 30/6/1939.

**MATMM 17.10.2007** - Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relativa a zone speciali di conservazione (ZSC) e zone di protezione speciale (ZPS). *Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente*.

**Piano Strategico Ramsar 1997-2004** - La Comunità europea per la tutela delle zone umide. *Rivista del Coordinamento Nazionale dei Parchi e delle Riserve Naturali* num 19 - ottobre 1996. [www.parks.it/federparchi/rivista](http://www.parks.it/federparchi/rivista).

**Piano Strategico Nazionale 2007-2013** per lo sviluppo rurale. *Ministero delle Politiche Agricole Forestali e Alimentari* 18/01/2007.