

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
INTERVENTI NECESSARI PER IL RISANAMENTO AMBIENTALE DELLA LAGUNA DI ORBETELLO
COMMISSIONE TECNICO SCIENTIFICA
Disposizione GAB/DEC/072/2002 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio

COMUNE DI ORBETELLO
Piano strutturale – Integrazione dell'avvio del procedimento di formazione
ai sensi della L.R.T. 1/2005 “Norme per il governo del territorio”

**CONTRIBUTO ALLA FORMAZIONE
DEL QUADRO CONOSCITIVO**

Orbetello 18/08/05

INDICE

Avvertenza	pag. 3
1. Premessa	pag. 4
1.1 Impegni relativi al Programma ex art. 2	pag. 5
1.2 Impegni relativi al programma ex art. 3	pag. 6
2. Limiti amministrativi e strumenti normativi operanti sull'area lagunare	pag. 8
3. La rete di monitoraggio integrato delle acque	pag. 9
3.1 Idrometro con sensore ad ultrasuoni	pag. 11
3.2 Correntometro	pag. 11
3.3 Sonda multiparametrica	pag. 12
3.4 Sensore della velocità del vento	pag. 12
3.5 Anemometro	pag. 13
3.6 Gonianemometro	pag. 13
4. La circolazione delle acque ed il modello idrodinamico	pag. 15
5. L'indagine ecotossicologica sui sedimenti lagunari	pag. 21
5.1 Area lagunare prospiciente la ex SITOCO	pag. 23
5.2 Piano di Campionamento Area ex SITOCO	pag. 24
6. La formazione del modello di qualità delle acque e gli sviluppi operativi	pag. 26
6.1 Ricerca di base	pag. 26
6.1.1 Macroalghe	pag. 26
6.1.2 Fanerogame	pag. 27
6.1.3 Interazioni Ruppia – Macroalghe	pag. 28
6.1.4 Modello semplificato di circolazione dell'acqua	pag. 28
6.1.5 Modello previsionale di bloom algali	pag. 29
6.1.6. Modello di diffusione dei nutrienti	pag. 29
6.1.7 Modello di interazione macroalghe-fanerogame	pag. 29
6.1.8 La dinamica dei composti azotati	pag. 30
6.1.9 La dinamica della vegetazione sommersa	pag. 31
6.2 Porting del modello su piattaforma autonoma	pag. 32
6.3 Aggiunta della dinamica del Fosforo	pag. 32
6.4 Flessibilità negli ingressi	pag. 32
6.5 Ricalibrazione dell'intero modello	pag. 33
6.6 Utilizzo del modello per l'analisi della bonifica dell'area ex-SITOCO	pag. 33
6.7 Reintroduzione di un modulo idrodinamico autonomo	pag. 33
6.8 Integrazione dei modelli	pag. 33
6.9 Il nuovo modello idrodinamico	pag. 34
6.10 Dinamica delle fanerogame con produzione dei semi ed espansione della prateria	pag. 34
6.11 Introduzione della biomassa morta	pag. 35
6.12 Il problema della gestione della raccolta alghe	pag. 35
7. Altri studi e ricerche recenti	pag. 36
8. Modifiche integrazioni e potenziamento degli impianti idrovori e di raccolta automatica delle alghe nel canale di Ansedonia	pag. 38
8.1 Canali di Nassa - S.Liberata	pag. 39
8.2 Impianto di Nassa	pag. 39
8.3 Impianto di Fibbia	pag. 40
8.4 Impianto di raccolta automatica delle alghe nel canale di Ansedonia	pag. 41
8.5 Modifiche alle paratoie del canale di Fibbia sul Fiume Albegna	pag. 43
9. La rete di collettamento dei reflui e la loro depurazione nell'ambito dell'areale	pag. 44
9.1 Rete di collettamento fognaria	pag. 45
9.2 Impianti di depurazione	pag. 46
9.3 Storia dell'esistente impianto di depurazione di Terrarossa	pag. 46
9.4 Descrizione dell'intervento ancora da realizzare	pag. 48
9.5 Impianti di depurazione	pag. 49
9.6 Caratterizzazione dei carichi in ingresso al Depuratore di Terrarossa	pag. 50
9.7 Rete di collettamento fognaria	pag. 51
9.8 Ripristino e completamento della rete di distribuzione di acqua di riutilizzo	pag. 51
9.9 Telecontrollo	pag. 51
9.10 Fattibilità dell'intervento	pag. 52
9.10.1 Indagini geologiche	pag. 52
9.10.2 Analisi degli strumenti di pianificazione e vincolistica	pag. 52

9.10.3 Impatti sul sistema idrico dei Comuni di Monte Argentario ed Orbetello	pag. 53
9.10.4 Controllo delle acque di pioggia	pag. 54
9.10.5 Altri impatti	pag. 55
10. La raccolta delle macroalghe ed il loro successivo trattamento	pag. 56
10.1 La raccolta ed il trattamento delle alghe	pag. 56
10.2 Gli interventi sull'impianto di trattamento delle biomasse algali di Patanella	pag. 57
11. La movimentazione e sistemazione dei sedimenti	pag. 59
11.1 Gli interventi idraulici e manutentivi a difesa dell'ecosistema lagunare	pag. 59
11.2 Eliminazione della zona conterminata di Ansedonia (Gorghiti)	pag. 59
11.3 Realizzazione di una serie di dragaggi	pag. 60
11.4 Realizzazione di una serie di canali interni	pag. 61
11.5 Realizzazione e riqualificazione di un sistema di "casse di colmata"	pag. 61
12. Interventi di infrastrutturazione, sistemazione urbana ed ambientale sui perimetri lagunari	pag. 67
13. L'interazione con le attività di bonifica dell'area a terra della Ex SITOCO	pag. 68
Note	pag. 69

Avvertenza

Il presente documento è stato elaborato sulla base di atti amministrativi, rapporti su ricerche scientifiche redatti dai rispettivi studiosi nell'ambito degli affidamenti deliberati dal Commissario, progetti, elaborazioni ed altre fonti da attribuire a collaboratori e tecnici che hanno operato sulla base di specifiche convenzioni professionali e che quindi sono nella piena disponibilità dell'Ufficio del Commissario Delegato.

A tali materiali la Commissione ha liberamente attinto sia per i testi come per le immagini per la redazione del presente contributo con l'obiettivo di ordinare, collegare e storicizzare le informazioni ritenute utili nella consapevolezza che questo rapporto viene utilizzato ai soli fini conoscitivi ed amministrativi collegati, nel caso, alla formazione del Piano Strutturale.

Il testo è stato infine sottoposto, nella forma qui presentata, all'attenzione degli stessi autori allo scopo di raccoglierne osservazioni, emendamenti e nuovi contributi.

1. PREMESSA

Il Consiglio Comunale di Orbetello, nella seduta del 3 agosto 2005, ha approvato l'atto di integrazione all'avvio del procedimento di formazione del Piano Strutturale ai sensi e per gli effetti dell'entrata in vigore della nuova Legge regionale n. 1/2005 "Norme per il governo del territorio".

Con la deliberazione di avvio del procedimento di formazione del Piano Strutturale il Comune ha definito gli obiettivi di governo del territorio comunale; i suoi allegati producono, in particolare, il quadro conoscitivo di riferimento, la documentazione che illustra lo Statuto e la Strategia del piano strutturale.

Il procedimento di approvazione prevede che vari Enti istituzionali, tra i quali la Regione, la Provincia ed altri enti pubblici, ai quali la deliberazione viene inviata, presentino i loro contributi conoscitivi e tecnici entro 60 giorni dal ricevimento della documentazione stessa. In questa fase non è prevista la possibilità di presentare osservazioni al piano, che potranno essere presentate solo dopo l'adozione dello stesso.

Tuttavia, ancor prima dell'adozione del Piano da parte del Consiglio Comunale, l'Amministrazione apre un percorso di partecipazione per avviare un confronto trasparente con la comunità.

È in base a queste premesse, pubblicate dall'Amministrazione Comunale, che la Commissione Tecnico Scientifica, operante per l'Ufficio del Commissario Delegato al risanamento ambientale della Laguna, è stata da questo investita del compito di fornire un proprio contributo alla formazione del quadro delle conoscenze necessarie alla formazione del Piano Strutturale.

Nell'arco della sua attività la Commissione non ha in verità organizzato specifiche ed autonome iniziative di ricerca, o elaborato dati, o sviluppato conoscenze di varia provenienza; essa tuttavia per aver coordinato i diversi ricercatori e le differenti linee di studio sui più importanti fenomeni chimico fisico ed ambientali che si sviluppano in Laguna, per aver esaminato le risultanze di tali studi ed aver operato una valutazione degli effetti degli interventi programmati è in grado di esporre un quadro sufficientemente coerente e piuttosto articolato degli esiti delle azioni messe in atto per il superamento dello stato di emergenza e delle possibili direttrici di indirizzo per la gestione futura in condizioni ordinarie.

Sembra di poter affermare che tale opportunità possa costituire un utile apporto alla complessa fase preliminare di formazione del Piano che precede la sua adozione.

Gli interventi di risanamento della Laguna di Orbetello sono iniziati dopo le gravi crisi ambientali degli anni 1992 e 1993, eventi che determinarono la moria di ingenti quantitativi di fauna ittica pregiata. L'eutrofizzazione delle acque indotta dalla larga disponibilità di nutrienti può determinare infatti una parossistica formazione di alghe pleustofitiche che, investite dalla naturale degradazione biologica durante il periodo estivo, favorisce la creazione di condizioni adatte alla manifestazione di fenomeni distrofici quali: anossia, formazione di acido solfidrico, realizzazione di condizioni incompatibili con la vita delle specie ittiche, morie.

A seguito di tali crisi il Ministro per il Coordinamento della protezione Civile emise l'ordinanza n. 2318/FPC "per l'attuazione degli interventi urgenti volti ad eliminare la situazione di pericolo ed i maggiori danni derivanti dall'inquinamento nella Laguna di Orbetello" istituendo un Ufficio Commissariale affidato al Prefetto di Grosseto.

L'Ufficio fu in seguito articolato in due distinte gestioni:

- Commissario Adalberto Minucci e sub Commissario Niccolò Mattei: con le funzioni originariamente affidate al Prefetto;

- Commissario Hubert Corsi: delegato per il completamento dei sistemi di raccolta e depurazione nell'areale Laguna di Orbetello – Monte Argentario.

ricongiunte successivamente con Ordinanza n. 2807 del 14/07/98 e n. 2975 del 15/04/99 con affidamento dell'Ufficio Commissariale al Presidente della Giunta Regionale Toscana Vannino Chiti il quale, con Ordinanza n. 489 del 18/07/1998, ha a sua volta nominato Vice Commissario Mauro Ginanneschi che ha ricoperto l'incarico fino al 31/12/2001.

Nel mese di giugno dell'anno 1999 è stato pubblicato il Piano Strutturale per la Laguna di Orbetello a cura dell'Ufficio Commissariale attivo in quel momento (Regione Toscana – Area di progetto per l'emergenza ambientale della Laguna di Orbetello); il piano è stato successivamente integrato ed aggiornato con analogo strumento del gennaio dell'anno 2001.

Per la realizzazione degli interventi finalizzati alla tutela della laguna di Orbetello con Ordinanza 3261 del 16/01/2003 (GU n. 17 del 22-1-2003) è stato successivamente nominato Commissario il Sindaco del Comune di Orbetello, che già aveva svolto specifiche funzioni in qualità di *“Soggetto attuatore degli interventi di emergenza di cui all'ordinanza n. 3198 del 23/04/2002”*.

L'Ordinanza in questione prevede all'art. 1 comma 2 una serie di interventi, consistenti:

1. nel completamento del depuratore di Terrarossa e dei collettori primari in modo da assicurare la funzionalità del complessivo sistema di depurazione dell'intero areale, nonché al completamento del sistema di telecontrollo degli impianti di depurazione e di sollevamento;
2. nell'assicurare, nelle more del suddetto completamento e della relativa completa funzionalità, gli interventi finalizzati alla riduzione degli attuali apporti di acque reflue, tra cui, in particolare:
 - 2.1. il collegamento degli insediamenti che attualmente hanno scarichi diretti in laguna al predetto sistema di depurazione;
 - 2.2. la riduzione dell'emungimento di acqua dal sottosuolo da parte degli impianti di itticoltura presenti in laguna fino al raggiungimento di una riduzione in misura non inferiore al 50% di quello in atto (1);
 - 2.3. la definizione per gli scarichi degli insediamenti industriali, per gli scarichi civili e per gli scarichi provenienti dai medesimi impianti di itticoltura, di valori limite di emissione allo scarico diretto in laguna, ed allo scarico di acque superficiali o in fognatura che recapitano direttamente nella laguna, più restrittivi di quelli previsti nell'allegato 5 del decreto-legislativo 11 maggio 1999 n. 152 e successive modificazioni ed integrazioni, alla relativa applicazione, nonché al controllo circa la loro osservanza.
3. nella predisposizione e nell'attuazione di tutti gli interventi necessari per la bonifica, il risanamento ambientale ed il miglioramento dell'assetto idraulico della laguna di Orbetello, consistenti nella realizzazione di un sistema complessivo di opere finalizzate ad una economia di gestione da attuarsi nella fase ordinaria, con l'obiettivo della riduzione dell'inquinamento dovuto a scarichi diffusi ed all'immissione nel bacino lagunare di solidi sospesi, del miglioramento dello scambio laguna-mare, della circolazione delle acque interne alla laguna e della riduzione degli effetti indotti dai sedimenti organici.

Il programma di attività collegato alle predette disposizioni, coerentemente con le statuizioni dell'Ordinanza, è stato suddiviso in due distinte articolazioni operative:

1.1 Impegni relativi al Programma ex art. 2

- a) con riferimento all'attuale stato di fatto provvedere all'utilizzazione delle conoscenze e degli studi già eseguiti o in corso di esecuzione, con particolare

- riferimento al sistema di monitoraggio sulla qualità delle acque in laguna;
- b) garantire l'integrazione, per quanto possibile, con i progetti già redatti;
- c) dare unitarietà alla gestione del servizio di fognatura, collettamento e depurazione dei comuni di Orbetello e Monte Argentario;
- d) assicurare la compatibilità ambientale dell'attività depurativa;
- e) raggiungere una qualità allo scarico tale da consentire, in un quadro di sostenibilità economica, il riutilizzo delle acque depurate, ovvero degli scarichi, in conformità con i criteri di sicurezza ambientale ed igienico-sanitaria definiti dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio;
- f) procedere alla definizione delle caratteristiche funzionali, tecniche, gestionali ed economico-finanziarie degli interventi da realizzare.

1.2 Impegni relativi al programma ex art. 3

- g) con riferimento all'attuale stato di fatto provvedere all'utilizzazione delle conoscenze e degli studi già eseguiti o in corso di esecuzione, relativi, in particolare, al sistema di monitoraggio, alla dinamica delle acque in laguna, al sistema dei modelli per la valutazione, progettazione e gestione degli interventi realizzati ai sensi dell'ordinanza n. 3198/2002;
- h) agevolare lo sviluppo delle fanerogame acquatiche, in relazione al ruolo positivo che le stesse svolgono per gli equilibri ambientali della laguna;
- i) limitare gli apporti in laguna di nutrienti e fitofarmaci dovuti a scarichi diffusi ed al dilavamento dei suoli agricoli provenienti dal bacino direttamente scolante;
- j) riordinare il sistema di canali recapitanti in laguna attrezzandolo con opere di regimazione idraulica ed intercettazione dei solidi sospesi;
- k) eseguire la bonifica dei fondali e dei canali lagunari per ridurre gli effetti indotti dai sedimenti organici e dalla progressiva perdita di volume dell'invaso lagunare;
- l) procedere alla rimozione delle conterminazioni;
- m) migliorare gli scambi laguna-mare, la circolazione delle acque interne alla laguna, anche finalizzando tutte le attività al miglior rendimento energetico dei sistemi di pompaggio e dei conflitti con l'attività di pesca da postazioni fisse;
- n) definire gli interventi attinenti l'assetto idraulico in coerenza con gli strumenti di pianificazione del complessivo bacino idraulico;
- o) finalizzare gli interventi nell'ottica di economie di gestione da attuarsi nella fase ordinaria;
- p) definire le caratteristiche funzionali, tecniche, gestionali ed economico-finanziarie degli interventi da realizzare.

In data 23/04/04, in Conferenza di Servizi convocata presso la sede della Regione Toscana, è stata formalizzata l'intesa sul Programma redatto ai sensi dell'art.2 c.3 dell'Ordinanza P.C.M. n. 3261 del 16/01/03 sopra richiamata; il Programma è stato approvato con Ordinanza Commissariale n° 45 del 24.04.2003 e su di esso è stato espresso assenso dal Ministro dell'Ambiente in data 09/05/2003, con nota prot. n° GAB/2003/5020/302.

Con Ordinanza Commissariale n° 60 del 20/05/2003 si è provveduto ad approvare il Programma ex art. 3 sul quale è stato espresso assenso dal Ministro dell'Ambiente in data 10/06/2003, con nota prot. n° GAB/2003/6208/B02.

I programmi in questione sono stati formulati avendo a disposizione una serie contributi, di studi e di indagini effettuate, nel complesso sistema lagunare, da Enti diversi anche convenzionati con l'Ufficio del Commissario. Si citano in particolare:

- Regione Toscana

- Provincia di Grosseto
- Comune di Orbetello
- Comune di Monte Argentario
- ARPAT di Grosseto
- Guardia Costiera
- A.A.T.O. n. 6 Ombrone
- Ufficio Regionale per la Tutela del Territorio di Grosseto e Siena
- I.C.R.A.M. (Istituto per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare)
- Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l.
- Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti" dell'Università degli Studi di Siena
- Dipartimento di Sistemi e Informatica della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Firenze
- Centro per lo studio dei sistemi complessi dell'Università degli Studi di Siena
- Consorzio Bonifica Osa Albegna
- Orbetello Pesca Lagunare S.r.l.
- Acquedotto del Fiora S.p.A.

2. LIMITI AMMINISTRATIVI E STRUMENTI NORMATIVI OPERANTI SULL'AREA LAGUNARE

Indipendentemente dalle specifiche attribuzioni del Commissario che in virtù del suo particolare mandato opera anche utilizzando una vasta e definita serie di deroghe normative, l'area territoriale della Laguna è soggetta ad un esteso quadro di norme di carattere ambientale derivanti dalle classificazioni attribuite da diversi organismi amministrativi nel corso dell'evoluzione del quadro legislativo europeo, nazionale e locale.

La classificazione in questione è ben descritta sinotticamente nella tavola QC 12 "Aree naturali a gestione speciale e S.I.R." compresa tra gli elaborati grafici che sostanziano il quadro conoscitivo approntato dall'Ufficio del Piano.

Non si ritiene perciò di aggiungere altri elementi se non il richiamo ad una situazione particolare concernente l'assetto patrimoniale di una parte della perimetrazione lagunare che vede la proprietà e la gestione non solo dei fenomeni di carattere naturalistico nella disponibilità dell'Associazione ambientalista "W.W.F. Italia".

Giova richiamare in proposito alcune brevi note storiche (2) redatte dalla stessa Associazione quale materia di riflessione in ordine alle complessità derivanti dalla sovrapposizione dei diversi interessi sulla gestione complessiva di siti di elevata importanza ambientale e sulla necessità di unificare, per quanto possibile, non solo i codici di riferimento ed identificazione delle aree quanto i quadri statutari adottati dai diversi organismi pubblici e non.

"La Riserva Naturale Statale "Laguna di Orbetello di Ponente", una delle aree umide più importanti d'Italia, ha una superficie di 30 ettari, e fu istituita nel 1980 a maggior tutela di un lembo di territorio paludoso già protetto, in quanto compreso all'interno di un'Oasi di protezione della fauna, (circa 700 ettari), istituita nel 1972. Fin da allora l'area è gestita dal WWF Italia come "Oasi WWF di Orbetello" e l'associazione ha acquistato, in più riprese, circa 180 ettari di terreni situati lungo la fascia lagunare per garantire la protezione esterna della riserva statale; dal bosco di Patanella (13 ettari), acquistato nel 1985 con i fondi raccolti attraverso una campagna nazionale per la salvaguardia di "Coste e Rive", a parte della tenuta agricola del Ceriolo (circa 115 ettari), acquistata nel corso del 2000 con un contributo comunitario. Nel 1977 l'area è stata anche riconosciuta quale Zona Umida di importanza Internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar e nel 1998 è stata nuovamente sottoposta ad un intervento di protezione, con la nascita della Riserva Naturale Regionale Laguna di Orbetello, che ha una superficie di 1.533 ettari.

Attualmente l'estensione complessiva dell'Oasi WWF è di circa 800 ettari (887 ha) e comprende integralmente la Riserva Naturale Statale di cui costituisce anche una sorta di area contigua.

Sia le due riserve, statale e regionale, che l'Oasi WWF sono comprese all'interno del Sito di Importanza Comunitaria proposto (SICp) Laguna di Orbetello, che ha una superficie pari a 3.270 ettari ed include anche l'omonima Zona di Protezione Speciale (ZPS) di circa 900 ettari".

3. LA RETE DI MONITORAGGIO INTEGRATO DELLE ACQUE

Con l'affinarsi delle indagini sulle cause delle crisi distrofiche ed in relazione agli studi resi disponibili nel tempo a cura di diversi organismi scientifici è apparsa con chiarezza la necessità di disporre di dati diretti provenienti dalla Laguna e segnatamente, in tempo reale, dal corpo idrico.

I parametri chimico fisici delle acque costituiscono infatti utili indicatori relativamente alla formazione delle condizioni favorevoli all'insorgere di fenomeni critici a carico del sistema biologico.

Il sistema di monitoraggio derivato da queste esigenze è attualmente in funzione ed è stato realizzato in stralci successivi nel corso dell'anno 2001 dalla gestione commissariale attiva fino alla fine dell'anno 2002 ed operante prima di quella attualmente incaricata.

La configurazione finale del sistema consente l'acquisizione automatica dei dati effettuata mediante diverse stazioni fisse, poste sui canali di comunicazione con il mare ed al centro dei due bacini (levante e ponente) della laguna, indicate nella figura seguente.

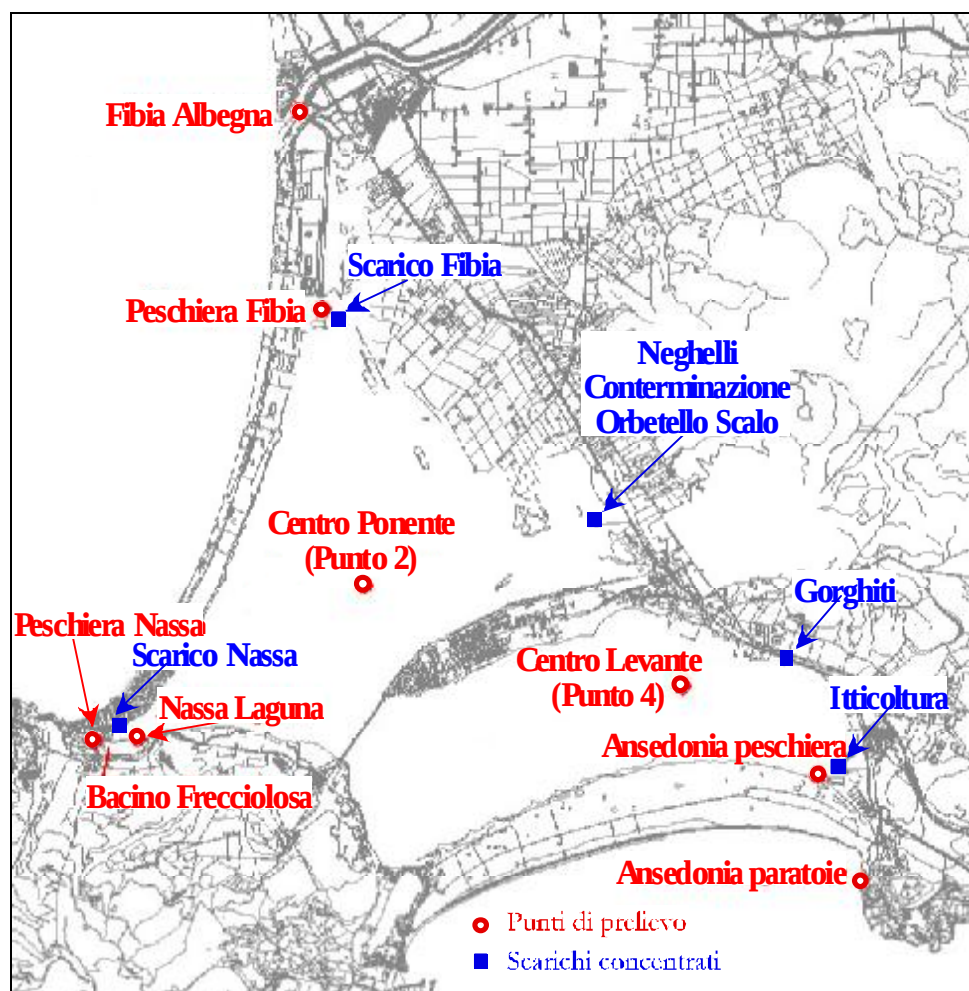


Fig 3.1 Principali stazioni di misura della qualità dell'acqua. Sono indicati con cerchi i punti di prelievo per le misurazioni e con quadrati le posizioni degli scarichi concentrati in laguna.

I dati raccolti vengono acquisiti in forma digitalizzata dalla stazione centrale (*front end*) situata presso la sede del Commissario, via modem automaticamente ogni 6 ore. Per questo ogni stazione è dotata di apparato GSM per trasmissione dati.

I dati rilevati riguardano i principali parametri chimico-fisici del sito, sia per la meteorologia che per la qualità dell'acqua (velocità e direzione del vento, livello dell'acqua, temperatura, salinità, pH, Potenziale RedOx, Ossigeno Disciolto).

In qualunque momento la stazione centrale può chiamare le stazioni periferiche per l'acquisizione dei dati in tempo reale, mediante intervento dell'operatore.

Le centraline di acquisizione dati sulle stazioni sono dotate di memory card, in grado di registrare i dati rilevati per 30 gg.

I dati acquisiti vengono elaborati secondo software specifico SIAP CM500LC, creando un database in formato ".mdb". I dati sono poi visualizzati mediante software SIAP CM5800DIS con produzione di report personalizzabili.

I dati possono inoltre essere visualizzati mediante un software GIS prodotto sempre dalla SIAP (CM5800GIS) su base cartografica, che consente tra l'altro l'impostazione di soglie di allarme.

Particolarmente critico è l'aspetto relativo alla manutenzione in quanto l'aggressività delle acque lagunari e l'ambiente generalmente esposto a tutti i fattori di disturbo possibili (tra i quali anche l'avifauna) richiedono un controllo costante delle buone condizioni di funzionamento delle apparecchiature.

La posizione topografica esatta delle stazioni di misura è riportata nella seguente tabella:

Stazione	Ubicazione sonda	Coordinate UTM 32		Strumentazione
		E	N	
Fibia Albegna	<i>Ponte su Fibia</i>	680479.5	4708188.5	Idrometro
Fibia peschiera	<i>A monte della peschiera</i>	680740.9	4705702.5	Idrometro Correntometro Sonda multiparametrica tipo A
Nassa peschiera	<i>A monte della peschiera</i>	677876.1	4700194.2	Idrometro Correntometro Sonda multiparametrica tipo A
Nassa laguna	<i>Argine bacino Frecciolosa</i>	678419.4	4700225.7	Idrometro
Laguna Ponente (Punto 2)	<i>Di fronte alla località Macelli</i>	681504.6	4702080.2	Idrometro Correntometro Sonda multiparametrica tipo B Anemometro
Laguna Levante (Punto 4)	<i>Di fronte alla peschiera di Ansedonia</i>	686194.8	4700228.1	Idrometro Correntometro Sonda multiparametrica tipo B Anemometro
Ansedonia peschiera	<i>A valle della peschiera</i>	687141.9	4699693.1	Idrometro Correntometro Sonda multiparametrica tipo A
Ansedonia paratoie	<i>Ponte paratoie lato laguna</i>	687645.2	4698417.7	Idrometro

Orbetello	Ponte <i>Diga, loc. Porto</i>	681592.7	4700797.1	Idrometro
-----------	----------------------------------	----------	-----------	-----------

Tab. 3.1. Ubicazione delle stazioni di misura o prelievo

3.1 Idrometro con sensore ad ultrasuoni: il sensore ID0710 utilizza un trasduttore ad ultrasuoni di tipo ceramico in grado di emettere impulsi verso la superficie della quale occorre misurare la distanza e di rilevare gli echi di ritorno; l'elettronica di controllo determina la distanza da misurare in base al tempo intercorso tra emissione e ricezione. Per tenere conto della variazione della velocità del suono in funzione della densità dell'aria il sensore è dotato di un trasduttore per la misura della temperatura dell'aria; in base al valore rilevato la misurazione viene compensata automaticamente. A questo proposito il sensore è protetto dalla radiazione solare diretta da uno schermo ad hoc; questo crea anche una circolazione d'aria naturale che permette di mantenere il sensore stesso ad una temperatura assai prossima a quella dell'atmosfera circostante; in questo modo il trasduttore per la compensazione della variazione della velocità del suono misura la temperatura reale che deve compensare e non è influenzato dal riscaldamento diretto del sole.



Fig. 3.2 Idrometro



Fig. 3.3 Circuiti elettronici di controllo e modem

Lo strumento misura il livello delle acque espresso in metri rispetto al livello medio marino, registra il livello medio rilevato in un intervallo di 10 minuti e registra altresì i livelli massimo e minimo giornalieri.

Attualmente, a causa dell'entrata in funzione dei nuovi impianti idrovori nelle stazioni di pompaggio lungo i canali di Nassa e Fibbia è in corso una revisione dei dati geometrici altimetrici delle stazioni di rilevamento con l'obiettivo di affinare i dati idrometrici.

3.2 Correntometro: il tipo di correntometro installato, prodotto dalla ditta inglese VALEPORT, è il modello 808, elettromagnetico. La velocità della corrente viene misurata tramite un sensore elettromagnetico strutturato in maniera tale da funzionare fino a 3000 m di profondità. Questo modello è strutturato inoltre per accogliere dei sensori opzionali per la misurazione di conduttività, pressione e temperatura. Un apposito sensore misura anche l'inclinazione dello strumento rispetto alla verticale. I dati vengono acquisiti con una scansione di 2 secondi (0.5 Hz) e dalle letture di intensità del flusso e direzione viene calcolato un vettore medio rappresentativo della corrente; l'output consiste appunto in questa media vettoriale. La memoria disponibile – che può comunque essere incrementata – rende

possibile un accumulo di dati, mediati su 10', per 80 giorni. Il correntometro nel caso della Laguna di Orbetello misura velocità e direzione del moto delle acque con frequenza di 10 minuti.



Fig. 3.4 Una delle stazioni di monitoraggio nella laguna di ponente

3.3 Sonda multiparametrica: la sonda multiparametrica utilizzata è il modello H20 prodotto dalla ditta HYDROLAB. I sensori che contiene sono alloggiati in un cilindro che permette misurazioni simultanee. È dotata di un'interfaccia che può sia fornire dati in tempo reale su appositi display, sia trasmetterli via modem (soluzione utilizzata nel caso della laguna di Orbetello).

La sonda multiparametrica tipo A registra:

- temperatura dell'acqua con frequenza di 1 ora e registra la temperatura massima e minima giornaliera;
- conducibilità con frequenza di 1 ora;
- salinità con frequenza di 1 ora.

La sonda multiparametrica tipo B registra:

- temperatura dell'acqua con frequenza di 1 ora e registra la temperatura massima e minima giornaliera;
- conducibilità con frequenza di 1 ora;
- salinità con frequenza di 1 ora;
- pH con frequenza di 1 ora;
- RedOx con frequenza di 1 ora;
- ossigeno disciolto con frequenza di 1 ora.

3.4 Sensore della velocità del vento: i dati raccolti da tali sensori vengono trasmessi in tempo reale ad un centro di elaborazione situato in Orbetello presso l'ufficio commissariale; in un terminale è installato un database SIAP che fornisce le letture delle stazioni per ogni intervallo di tempo prestabilito.

3.5 Anemometro: il sensore misura la componente orizzontale della velocità del vento nel campo 0,50 m/s. L'elemento sensibile è costituito da un mulinello Robinson a tre coppe collegato, tramite un asse verticale rotante su cuscinetti di precisione in acciaio inox, ad un disco codificatore ottico. Il disco è letto da una coppia emettitore – ricevitore operante nel campo dell'infrarosso. Il segnale di uscita in frequenza, direttamente proporzionale alla velocità di rotazione dell'albero portante il mulinello (e quindi alla velocità del vento), è acquisito ed elaborato da un opportuno modulo di interfaccia. Il corpo del sensore è in lega di alluminio anticorrosione. Il sensore, calibrato in fabbrica, non prevede alcuna ritaratura sul campo; le operazioni di manutenzione in campo sono limitate ad una verifica funzionale e ad una pulizia dello strumento ogni 6 - 12 mesi.

3.6 Gonianometro: il sensore misura la direzione del vento nel campo 0 - 360 gradi. L'elemento sensibile è costituito da una banderuola ad asse di rotazione verticale accoppiato ad un disco codificatore ottico. Il codificatore è letto da una serie di emettitori - ricevitori operanti nel campo dell'infrarosso. Il segnale di uscita è variabile a seconda della posizione dell'albero portante la banderuola, cioè corrispondente, dopo le opportune elaborazioni, ai gradi angolari effettivi della direzione istantanea del vento. Il corpo del sensore è in lega di alluminio. Anche questo sensore è calibrato in fabbrica e non prevede ritaratura in campo; ogni 24 mesi deve essere effettuata la sostituzione dei cuscinetti. L'anemometro misura velocità e direzione del vento. Il dato relativo alla velocità del vento è dato dalla velocità media rilevata in un intervallo di 10 minuti e su ogni ora memorizza la velocità massima. Il dato relativo alla direzione del vento è dato dalla velocità media rilevata in un intervallo di 10 minuti.

I dati rilevati dalle centrali della rete di monitoraggio vengono riversati in tempo reale all'ARPAT di Grosseto, agenzia regionale convenzionata con il Commissario. Il compito di questo organismo è quello di validare ed organizzare i dati derivati dall'acquisizione in campo.

L'archivio delle rilevazioni presenta un segmento privo di rilevamenti corrispondente al periodo di trasferimento del sistema hardware dagli Uffici regionali alla attuale sede del Commissario (periodo 2002/2003).

Quanto ricavato dall'attività di raccolta dei dati ha consentito al Commissario di dare avvio e completamento ad alcune iniziative che, pur non configurandosi come attività proprie del controllo della situazione ambientale nel senso stretto del monitoraggio diretto, costituiscono pur sempre elementi di fondamentale rilevanza ai fini della definizione del quadro conoscitivo finalizzato agli interventi operativi.

Si tratta dei due modelli realizzati:

- il primo, nell'ambito di una convenzione con il Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l.: è il modello idrodinamico finalizzato al miglioramento della circolazione delle acque ottenibile con la razionalizzazione ed il potenziamento degli impianti idrovori ed alle verifiche inerenti l'ipotesi di escavazione di canali, opere anch'esse destinate al potenziamento dei flussi idraulici transitanti nei due bacini lagunari;
- il secondo, nell'ambito di una convenzione con il Dipartimento di sistemi di informatica della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Firenze, è il modello della qualità dell'acqua destinato alla detezione delle cinetiche dei nutrienti, del sedimento e delle varie specie di vegetazione sommersa sulla base dei dati sperimentali acquisiti sul campo e sul modello di circolazione idraulica (bloom algale).

Entrambi i sistemi di elaborazione, separatamente ed in modo correlato, sono destinati alla verifica predittiva ed a quella a posteriori relativamente agli effetti provocati dagli interventi che ormai con regolarità vengono attivati dal Commissario:

- la raccolta delle alghe
- il potenziamento dei flussi idraulici mediante avvio degli acceleratori (mixer) presenti nelle stazioni collocate sui canali di comunicazione con il mare: Nassa, Fibbia, Ansedonia; il flusso artificiale è stato sempre indotto mediante immissione dai primi due canali e facendo assumere al canale di Ansedonia il ruolo di emissario.

Lo stato delle convenzioni prevede nell'attualità la formazione del personale da abilitare all'uso in particolare del modello di qualità delle acque.

Nella formazione del modello idrodinamico ha un ruolo notevole la disponibilità di un accurato rilievo batimetrico di dettaglio. Si è infatti constatato che anche modeste variazioni altimetriche in un ambito di bassi fondali giocano un ruolo molto significativo.

Il modello, attraverso la sperimentazione su scenari differenziati, ha confermato che la forzante eolica è quella che produce gli effetti più significativi e che il quadro delle rilevazioni sul vento derivante dalla rete commissariale a livello laguna ed influente sulle sue acque è sensibilmente diverso da quello che proviene dalle rilevazioni delle stazioni meteo collocate sul Monte Argentario.

4. LA CIRCOLAZIONE DELLE ACQUE ED IL MODELLO IDRODINAMICO

Una delle cause delle ricorrenti crisi distrofiche lagunari è costituita dalla scarsa circolazione idrica derivante dalla modestia delle maree e dalle caratteristiche dei canali di scambio con il mare che sono di ridotta sezione e di notevole lunghezza.

Già l'ENEA nei periodi, 1987/88 e 1993/94 svolse una serie di rilevamenti e di studi per caratterizzare la laguna sotto il profilo della circolazione idraulica.

In sintesi fu rilevato, nel periodo di osservazione, che:

- il valore dell'escursione di marea alle bocche risulta di circa 0,20 m;
- il fattore di smorzamento dovuto ai canali è dell'ordine del 50%;
- le oscillazioni di marea al centro laguna risentono in quantità minima delle componenti mareali semidiurne, raggiungendo escursioni di 0,01 m, mentre l'andamento del livello medio della laguna con quello del medio mare è concordante;
- la velocità in regime di circolazione naturale alle bocche dei canali è dell'ordine massimo di 0,3 m/s, mentre nella laguna la distribuzione in classi di velocità mostra una concentrazione pari all'80% fra i valori 0 e 0,02 m/s;
- in regime di pompaggio, il flusso in laguna è sostanzialmente unidirezionale verso la bocca libera e presenta al centro laguna valori di velocità dell'ordine di 0,02 m/s;
- le velocità in laguna mostrano una forte correlazione con il regime anemometrico locale. Le velocità e le variazioni di livello indotte dal vento sono dello stesso ordine di quelle ottenibili con il pompaggio in assenza di vento;
- il pompaggio forzato induce un aumento di livello in laguna che si stabilizza quando la portata del canale emissario eguaglia quella delle pompe.

Il quadro conoscitivo si è ulteriormente ampliato a seguito dell'effettuazione di studi integrativi, commissionati dalle precedenti attività commissariali e sviluppati ulteriormente, a seguito dei risultati conseguiti, dal Commissario attualmente in attività:

- *“Studio del regime idrodinamico della laguna di Orbetello: approfondimento della parte conoscitiva con ulteriori dettagli di cartografia e su una fase di verifica e ottimizzazione degli interventi sui canali e sui sistemi di pompaggio”*, redatto dal Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l., Prof. Pier Luigi Aminti;
- *“Controllo dell'emergenza ambientale nella laguna di Orbetello”*, redatto dal Dipartimento di Sistemi e Informatica della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Firenze, Prof. Stefano Marsili Libelli.

Da tali studi è emerso:

- che la circolazione delle acque nei bacini lagunari è, sopra ogni altra cosa, influenzata dal vento e aumenta comunque in corrispondenza di zone di maggior profondità;
- che le caratteristiche dei canali di scambio mare-laguna, non consentivano, specie nel periodo estivo e con maree di modesta altezza, un adeguato ricambio delle acque lagunari; a tale inconveniente, prima delle recenti trasformazioni, contribuivano anche i sistemi di contenimento della fauna ittica inseriti nelle attrezzature fisse per la pesca (lavorieri): tali dispositivi inducevano infatti forti perdite idrauliche concentrate.

Allo scopo di consentire una circolazione forzata delle acque in laguna, in caso di degrado qualitativo o in vista di possibili periodi di crisi ambientale, furono installati i seguenti gruppi di acceleratori di flusso:

- nel canale di Nassa nel 1982, successivamente potenziati nel 1994;

- nel canale di Ansedonia nel 1986;
- nel canale di Fibbia nel 1994, successivamente potenziati nel 1995.

Gli acceleratori di flusso di più vecchia installazione si sono negli ultimi anni rivelati ormai obsoleti e si sono incontrate notevoli difficoltà nel reperire le parti di ricambio, per cui si è resa necessaria la loro sostituzione.

Si è tuttavia rilevato nel corso dei periodi di funzionamento che l'azione degli acceleratori, provoca l'innalzamento del livello lagunare a valle degli stessi, nonché fenomeni di cavitazione per effetto dell'abbassamento del livello nei canali di alimentazione, in coincidenza con condizioni di marea sfavorevole.

Il forte sopralzo del livello in laguna determina una fortissima riduzione delle portate, in quanto gli acceleratori stessi, per loro intrinseca caratteristica, sono in grado di superare solo modestissime prevalenze. Pertanto, nelle condizioni di marea sfavorevoli, che sono frequenti, l'efficacia degli acceleratori di flusso è ridotta fino al 20% senza peraltro una proporzionale diminuzione dei consumi energetici.

Di norma nel periodo funzionale compreso tra il mese di giugno e la fine del mese di agosto, sono stati attivati gli acceleratori di flusso siti nei canali di Fibbia e Nassa, nella laguna di Ponente, creando un flusso forzato delle acque verso il canale di Ansedonia, nella laguna di Levante, con funzioni di emissario.

Sulla base delle conoscenze acquisite ed in particolare degli studi affidati ai centri di ricerca già menzionati è evidente che il sistema idraulico della laguna, basato sulla circolazione forzata delle acque, attraverso gli interventi strutturali a suo tempo realizzati, ha dimostrato di essere in grado di prevenire, o contribuire parzialmente alla prevenzione delle crisi ambientali manifestatesi nel corso degli anni precedenti.

Da tale considerazione è derivata la necessità oggettiva di mantenere lo schema di pompaggio in ingresso da Nassa e da Fibbia con uscita mediante il canale di Ansedonia adottando le attenzioni tecniche necessarie per incrementare significativamente le portate ed evitare i fenomeni di cavitazione degli acceleratori originariamente installati.

I principali elementi negativi riscontrati nel tempo oltre a quelli già richiamati relativamente al funzionamento degli acceleratori sono stati:

- l'innalzamento generalizzato del livello lagunare, fino al raggiungimento di una condizione di equilibrio tra la portata in entrata e quella scaricabile naturalmente attraverso il Canale di Ansedonia interessato da significativi fattori di disturbo del flusso;
- la risalita di acque salate nella rete di gronda del sistema di smaltimento delle acque meteoriche in ambiente agricolo perimetrale;
- le ripercussioni sull'attività di pesca, in quanto l'eliminazione dell'alternarsi delle maree, durante la fase di circolazione forzata, impedisce la rimonta e la conseguente cattura di alcune specie ittiche.

Le motivazioni sopra riportate hanno pertanto suggerito di procedere ad un potenziamento dell'efficienza del sistema di ricambio idrico mediante la installazione di idrovore in luogo degli acceleratori preesistenti e di modificare il sistema di deflusso delle acque attraverso la sezione del canale di Ansedonia con modifiche radicali alle modalità di intercettazione delle alghe in uscita.

Allo scopo di migliorare il movimento delle acque interne sono stati installati anche due acceleratori di flusso, uno in prossimità del Ponte Diga e l'altro vicino al depuratore di Neghelli, nella laguna di ponente.

Un primo mixer è collocato in aderenza alla diga ed in maniera tale da orientare il flusso presso la zona delle miniere. L'altro è collocato in corrispondenza della conterminazione di Orbetello Scalo, all'altezza dell'impianto di depurazione di Neghelli, con il flusso orientato in direzione dell'ex-area SITOCO.

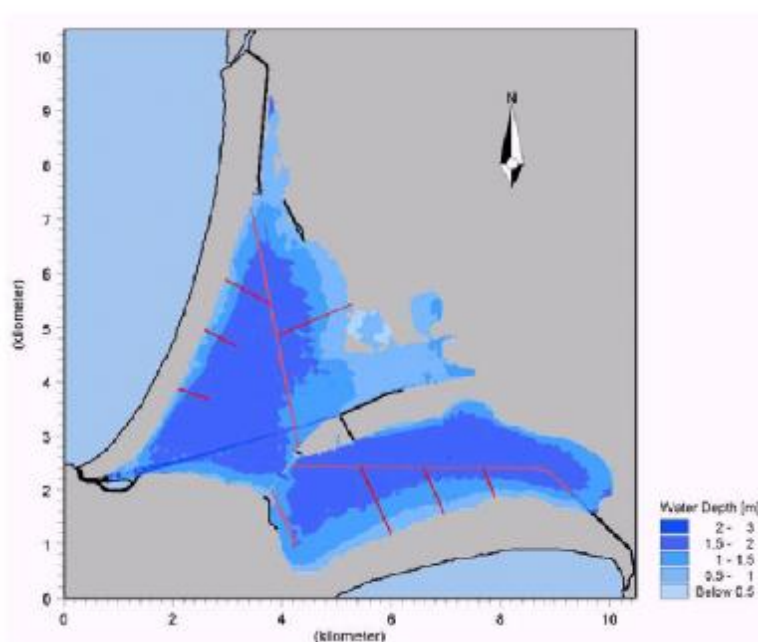
L'intervento, di tipo puntuale, è teso ad incrementare la circolazione idraulica in zone che nel corso degli anni si sono mostrate particolarmente critiche dal punto di vista delle crisi anossiche. Si tratta di un intervento mai sperimentato in precedenza che interviene puntualmente sul campo di moto e che presenta caratteristiche di modularità; potrebbe essere replicato anche in altre zone della laguna, ricordando che le condizioni di vincolo sono sostanzialmente costituite dalla profondità dell'acqua del sito di installazione, che deve essere dell'ordine di almeno 1 m, e dalla possibilità di alimentazione elettrica. Sotto il profilo del costo di gestione si tratta di opere elettromeccaniche di modesta potenza (max 6kW) e pertanto di limitato rilievo economico.

Proprio in relazione alla batimetria locale, i due mixer installati non sono uguali, ma presentano caratteristiche diverse soprattutto per quel che riguarda le dimensioni e la forma dell'elica.

Nell'ambito degli approfondimenti relativi alle possibilità di aumento della circolazione idraulica in laguna, con l'utilizzazione del modello idrodinamico basato sull'uso del motore di calcolo MIKE 21, il Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l. ha anche studiato l'influenza di una incisiva opera di manutenzione del canale navigabile e della escavazione di nuovi canali lungo specifiche direttrici.

Gli interventi in questione comportano una complessa serie di conseguenti necessità tra le quali:

- la definizione esatta degli effetti sul sedimento che può determinarsi in modo ambivalente con risolubilizzazione di sostanze inquinanti o nutrienti (nociva) ovvero ossigenazione/mineralizzazione (benefica);
- il posizionamento e la funzionalizzazione degli impianti di aspirazione /raccolta /concentrazione /disidratazione del sedimento; la formazione, quindi, di casse di colmata con conseguente necessità di progettare ed eseguire interventi capaci di evitare in modo rigoroso l'interessamento dello specchio acqueo lagunare avendo come obiettivo quello di conservare l'integrità dimensionale del contesto;
- la disponibilità di siti di raccolta del materiale caratterizzati da stabilità sotto il profilo del contenimento dei solidi accumulati;



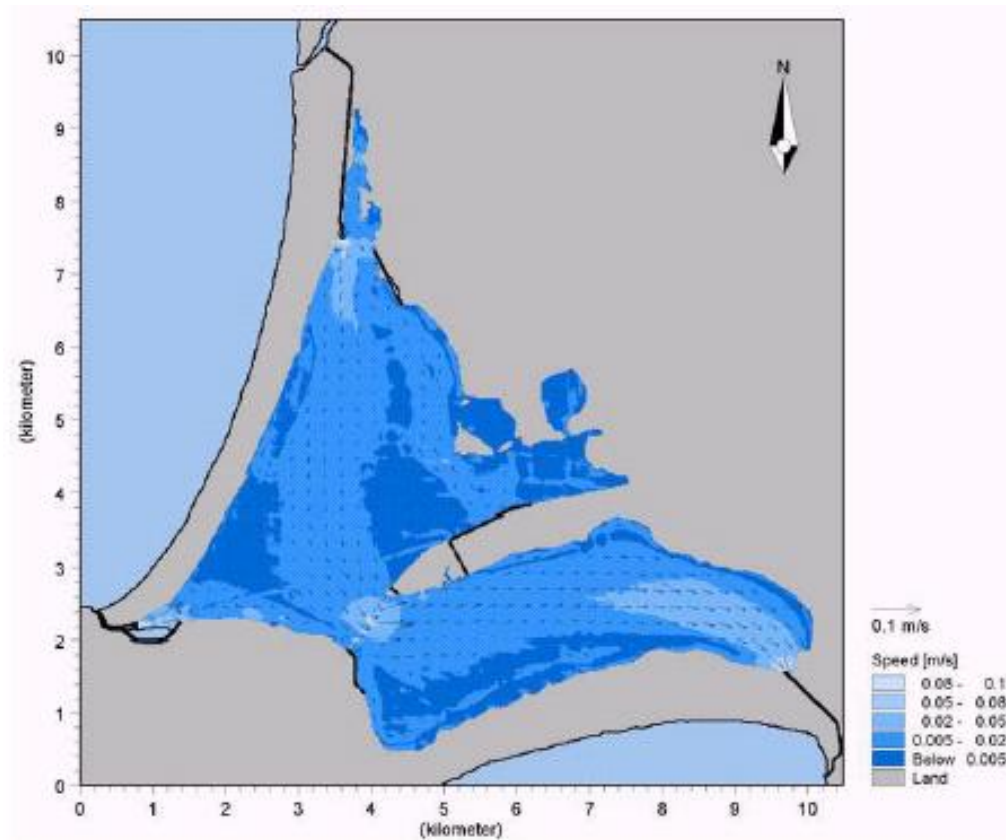
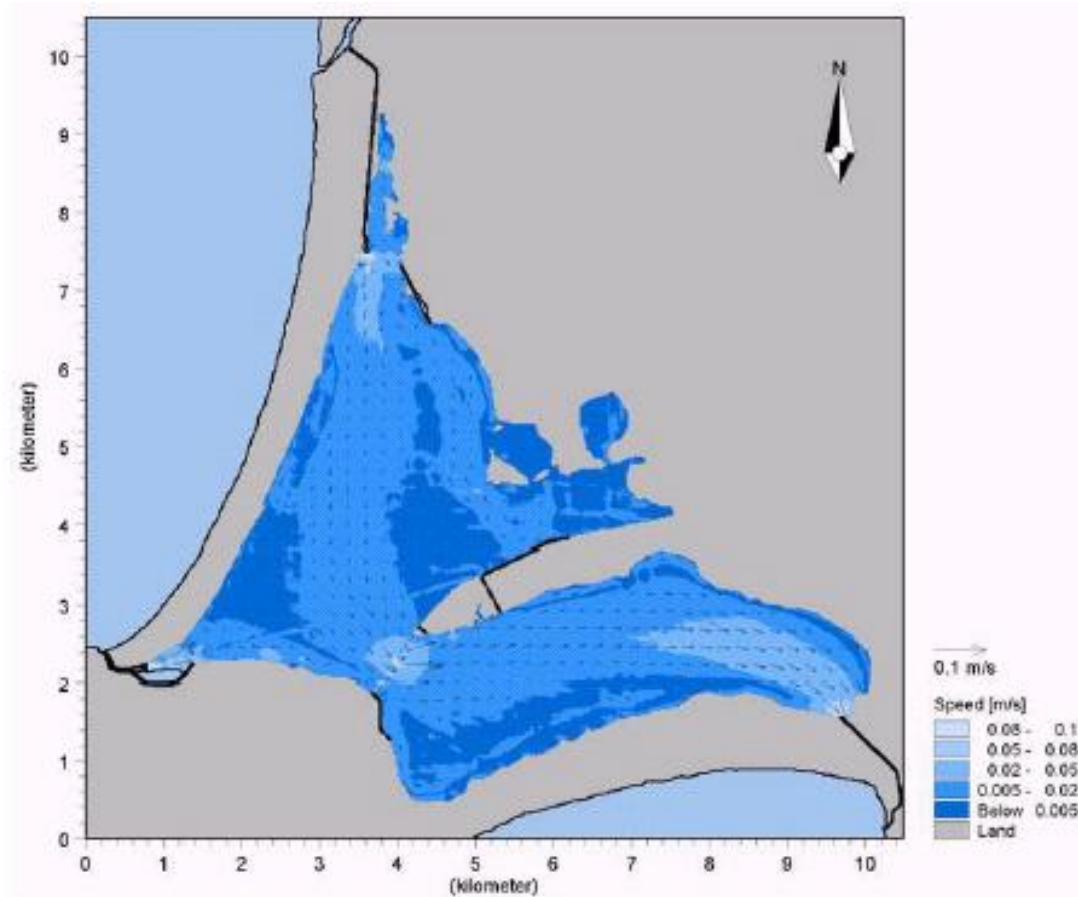


Fig. 4.1 Verifica delle condizioni idrodinamiche nell'ipotesi dell'escavazione dei canali segnati in rosso

Fig. 4.2 Campo di velocità nella simulazione di cui allo schema precedente in regime di circolazione naturale

Fig. 4.3 Campo di velocità nella simulazione di cui allo schema precedente in regime di circolazione forzata



- la neutralizzazione dei negativi fenomeni a carico dell'avifauna tra i quali principalmente il disturbo delle riviere lagunari;
- la possibilità di rinaturalizzazione e utilizzazione delle opere di contenimento per funzioni manutentive.
-

Alla fine dell'anno 2004 è stato portato a termine anche un ulteriore studio da parte del Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l. concernente la condizione idrodinamica della zona antistante la ex SITOCO e delle aree Stagnone e Stagnino con ulteriori verifiche in ordine ad ipotesi innovative di collegamento idraulico tra le due lagune alla radice dell'istmo centrale.

I risultati sul modello di dettaglio relativi alla configurazione attuale hanno dimostrato che la zona antistante l'area ex SITOCO e lo Stagnino sono interessate da scarsa circolazione, inferiore a quella già esigua del resto della laguna; tuttavia, data la presenza di un restringimento, valori di velocità più elevati si osservano in corrispondenza dell'imbocco dello Stagnone all'interno del quale, però, subiscono un abbattimento pressoché totale per dissipazione. Nelle zone con profondità inferiori ai 10 cm si osserva inoltre una tendenza alla formazione di aree asciutte.

Con la realizzazione di un canale di dragaggio nella zona antistante l'area ex SITOCO, si ottiene un locale incremento della circolazione; in particolare le velocità all'interno del canale di nuova realizzazione potrebbero raddoppiare.

Lo scavo di un canale di collegamento fra laguna di Levante e laguna di Ponente, pure se di sezione relativamente ampia, permettendo la movimentazione di portate comunque esigue, non è invece in grado di incrementare significativamente la velocità di circolazione. Il beneficio quindi potrà essere determinato dal dragaggio del canale di bordo con il quale si riscontrano generalmente valori di velocità da 1.5 a 2 volte superiori a quelli relativi alla situazione attuale.

Con la fine dell'anno 2004 lo studio idrodinamico lagunare si è arricchito, sempre a cura del Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l., di un ulteriore contributo concernente l' *"Analisi degli effetti dell'impianto di allevamento delle ostriche in prossimità del canale navigabile. sull'idrodinamica in Laguna"*.

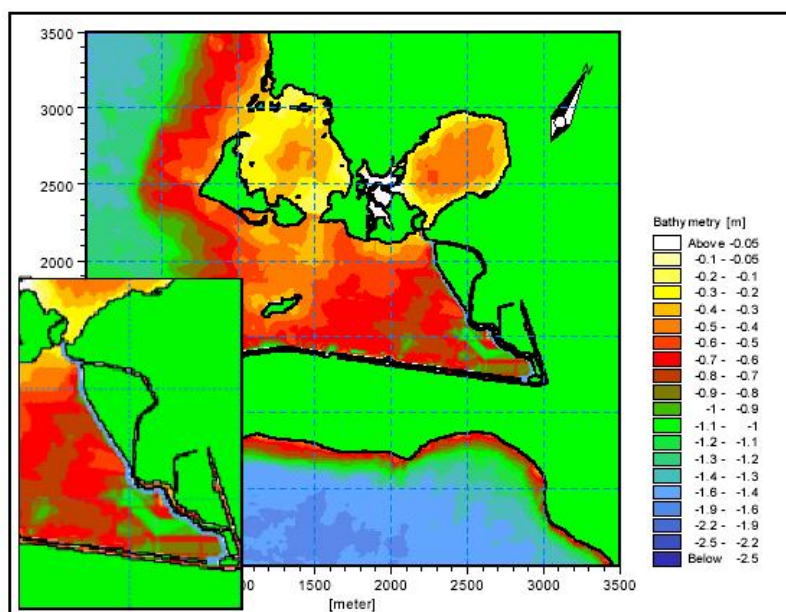


Fig. 4.4 Batimetria relativa all'intervento di dragaggio di un canale di comunicazione Stagnino - Laguna

L'analisi è stata condotta utilizzando, come negli altri casi, il codice di calcolo MIKE 21 discretizzando l'intera laguna con maglie quadrate di 20x20 m e successivamente sul dominio di dettaglio comprendente gli allineamenti dell'impianto di allevamento su di un'area di circa m 1300x750 discretizzata con maglie di 5x5 m.

L'esame delle elaborazioni ottenute evidenzia che:

- una qualche influenza in termini di decremento della velocità imputabile alla presenza dell'impianto di allevamento lungo la direzione parallela al canale di collegamento Orbetello-Nassa è riscontrabile apprezzabilmente solo relativamente alle condizioni di vento con direzione di provenienza ad essa trasversale, ovvero da 300°-320°-330° N;
- lungo l'allineamento trasversale, nelle stesse condizioni, il decremento che si riscontra risulta inferiore o della stessa entità del precedente e, quando presente, prevalentemente localizzato nei tratti iniziale e/o terminale dell'allineamento stesso;
- le variazioni massime osservate sono comunque sempre inferiori al 10%;
- per stati di vento provenienti da direzioni relative al I ed al II quadrante i valori di velocità lungo le due direzioni di impianto dell'allevamento rimangono sostanzialmente gli stessi o, vista l'esiguità di tali valori, mostrano minime variazioni.

Attualmente a causa della modifica intervenuta sugli impianti idrovori, la cui potenza ed efficienza è stata notevolmente ampliata e considerate le problematiche indotte dal raggiungimento di quote idrometriche elevate in laguna durante i periodi di pompaggio, è in corso una revisione dei valori delle quote rilevabili dalle stazioni di monitoraggio. Messe nuovamente in relazione le stazioni con i capisaldi altimetrici disponibili, ed effettuata una revisione delle tarature strumentali, potranno essere di conseguenza aggiornati i valori dei livelli registrabili

5. L'INDAGINE ECOTOSSICOLOGICA SUI SEDIMENTI LAGUNARI

L'integrità della Laguna di Orbetello è minacciata dalla sua caratteristica di ambiente di transizione come dalla incidenza e dalla contiguità degli insediamenti antropici e delle attività produttive.

“Nonostante tutto questo, in linea generale, l'ecosistema lagunare si dimostra in buono stato dal punto di vista ecotossicologico, grazie anche agli effetti positivi degli interventi delle attività della gestione commissariale messi in atto negli ultimi anni. Tale miglioramento non deve però far “dormire tranquilli” gli amministratori, in quanto soprattutto durante i periodi estivi, le condizioni ambientali e l'incremento della popolazione che grava su questo ambiente a causa del turismo, possono portare a crisi distrofiche che mettono a rischio l'integrità dell'ecosistema lagunare.” (3)

Dal punto di vista ecotossicologico lo stato della Laguna è apparso soddisfacente agli studiosi del Dipartimento di Scienze Ambientali “G. Sarfatti” dell'Università degli Studi di Siena; le prime indagini hanno tuttavia messo in evidenza come, in alcune aree, i sedimenti abbiano accumulato una serie di inquinanti derivati da attività antropiche degli anni passati. Tra queste l'area della ex SITOCO risulta senza dubbio una delle più compromesse dal punto di vista della qualità del sedimento.

La pregressa attività industriale ha infatti determinato in quest'area, un accumulo di sostanze che, se lasciate in sede, potrebbero dare luogo a fenomeni di rilascio e risolubilizzazione.

È risultato necessario pertanto un approfondimento delle indagini teso a valutare se queste sostanze, tra le quali alcuni metalli pesanti, possano o meno essere in forma biodisponibile in relazione alla natura del sedimento: questo anche ai fini di una loro mobilitazione in vista della bonifica.

Da queste premesse, scaturite da una campagna di rilievi effettuata nel corso del 2002 (sono state prelevate circa cinquanta carote di sedimento e sono state eseguite analisi di ciascuna sia nella porzione superficiale che in quella profonda (4)) e coerentemente con le previsioni dell'impegno commissariale contenute nei due programmi indicati dall'ordinanza di delega, il Dipartimento dell'Università di Siena ha completato il proprio piano di ricerca per il Comune di Orbetello che è titolare del finalizzato finanziamento da parte del Monte dei Paschi di Siena.

Si tratta di un piano convenzionato che prevedeva la conduzione delle indagini e l'esecuzione delle analisi ritenute necessarie allo scopo di valutare il potenziale carico tossico dei sedimenti lagunari.

Nel corso della preparazione del piano di caratterizzazione, anche per intervento della Commissione Tecnico Scientifica, furono richieste alcune modifiche all'originario progetto di intervento:

- realizzazione delle analisi chimiche in conformità con il Decreto Ministeriale n° 31 del Ministero dell'Ambiente del 1996: *“Direttive inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'articolo 11 della legge 10 maggio, 1976 n°319 e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino”*;
- localizzazione dei punti di campionamento in relazione al progetto di escavo dei canali in base ai dati relativi al progetto di escavazione dei canali condotto dal Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l..

Durante il secondo anno della ricerca sono stati realizzati 85 carotaggi (42 sondaggi nel bacino di levante e 43 in quello di ponente), secondo una griglia a maglie quadrate di 500 m di lato, che hanno coperto l'intero specchio lagunare.

Sia le modalità di prelievo che il trattamento dei campioni sono stati condotti in conformità con quanto riportato nei D.M. 471/1999 e D.M. 31/1996, quindi costituiscono una esauriente caratterizzazione preliminare ai fini dell'escavo di canali all'interno della Laguna, per migliorare la circolazione idrica e lo scambio di acqua lagunare con quella marina.

I risultati indicano un'elevata concentrazione di nutrienti (C, N, P) come era atteso trattandosi di ambiente lagunare eutrofico soggetto in passato anche a cospicue proliferazioni di biomassa algale.

Per le aree nelle quali si sono riscontrate contaminazioni i sedimenti superficiali risultano maggiormente contaminati dei profondi. Si sono inoltre riscontrate conferme alle anomalie geologiche dell'area quanto alla presenza di mercurio.

Sulla qualità dei sedimenti in relazione alla vegetazione radicata i dati chimico - fisici dei campioni di sedimento prelevati nell'anno 2003 sono stati utilizzati per realizzare delle mappe di distribuzione della profondità, frazioni granulometriche, pH, potenziale redox (Eh). Una analoga mappa è stata inoltre realizzata con i dati relativi alla localizzazione delle fanerogame nel bacino di levante. Le diverse mappe realizzate sono state infine sovrapposte con l'area occupata dal banco di fanerogame.

Dalle rappresentazioni cartografiche tematiche risulta quindi che il banco di fanerogame è localizzato in prossimità delle aree caratterizzate da migliore qualità del sedimento dal punto di vista chimico-fisico.

I parametri analizzati quali la tessitura granulometrica, il pH, l'Eh dei sedimenti sembrano interferire con la distribuzione delle fanerogame nel bacino lagunare determinando aree critiche non colonizzabili dalla pianta stessa.

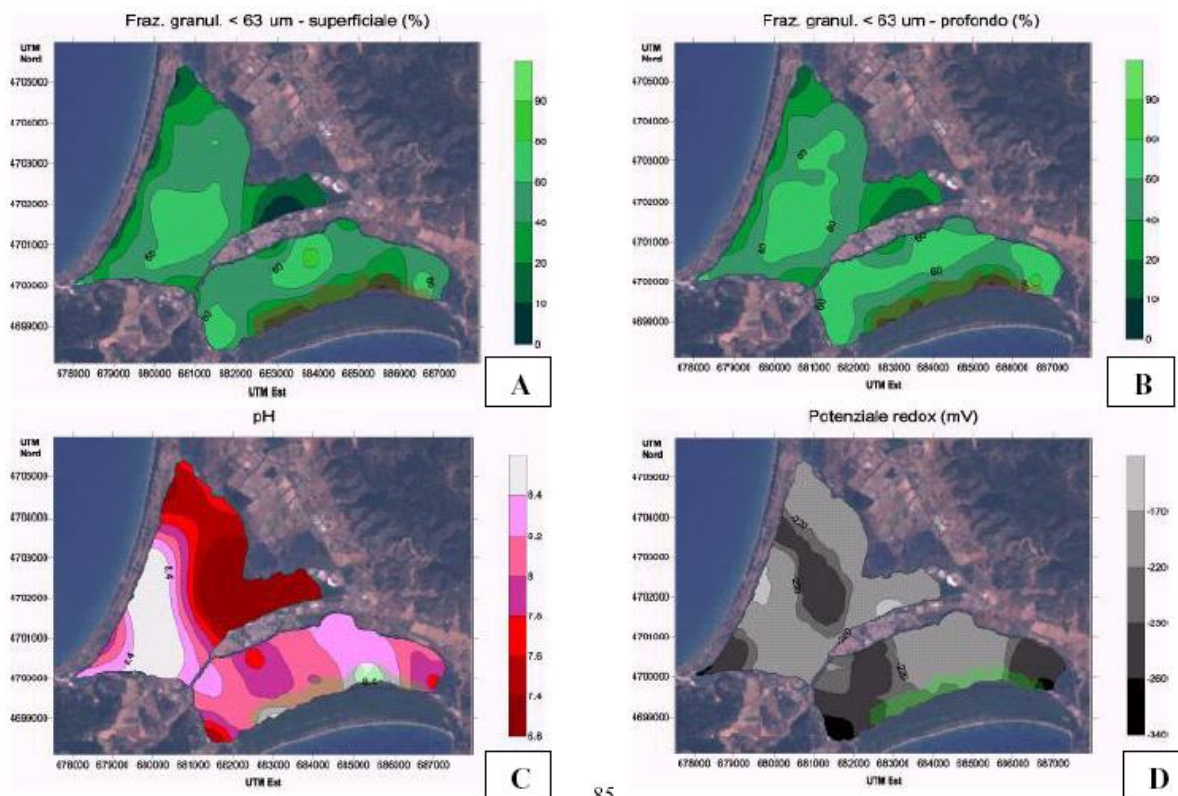
La copertura da parte delle fanerogame del bacino lagunare, com'è noto, risulta di particolare importanza rispetto alla localizzazione delle macroalghe flottanti, che presentano un elevato tasso di accrescimento ma breve ciclo vitale e quando cadono sul fondo si decompongono arricchendo il sedimento di sostanza organica e consumando gran parte dell'ossigeno presente. Al contrario le fanerogame hanno un ciclo vitale significativamente maggiore, e sono in grado di trasferire, attraverso l'apparato radicale, parte dell'ossigeno prodotto durante la fotosintesi ai sedimenti mantenendoli in buono stato ossidativo.

La conoscenza dei parametri chimico - fisici e della loro intercorrelazione, in grado di influenzare la distribuzione delle fanerogame, risulta quindi preziosa per conoscere ed eventualmente intervenire sulla gestione sia delle piante radicate che delle macroalghe.



Fig. 5.1 Area di distribuzione delle fanerogame nel bacino di levante

Fig. 5.2 Mappe di distribuzione della frazione fine del sedimento superficiale (A), profondo (B), pH (C), ed Eh (D) sovrapposte con l'area occupata dal banco di fanerogame nella laguna di Levante.



85

5.1 Area lagunare prospiciente la ex SITOCO

Nell'ambito del Programma Nazionale di Bonifica e di Ripristino Ambientale (D.M. n. 468 del 18 settembre 2001), parte del territorio lagunare di Orbetello è stato identificato come sito di bonifica di interesse nazionale; lo stesso decreto affidava all'Istituto Centrale Ricerche Applicate al Mare (ICRAM) l'incarico della caratterizzazione ambientale dei fini della bonifica delle aree marine e salmastre incluse nelle perimetrazioni dei siti di bonifica di interesse nazionale.

Nel mese di febbraio dell'anno 2003 l'ICRAM ha pertanto realizzato un piano preliminare di caratterizzazione ambientale dell'area lagunare di Orbetello inclusa nella perimetrazione, costituita dalla parte della Laguna di Ponente che comprende l'area prospiciente lo stabilimento ex SITOCO; il suddetto Piano di caratterizzazione è stato integralmente approvato in sede di Conferenza dei Servizi tenutasi presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio in data 18.02.2003.

Nell'ambito e sulla base dei rapporti intercorsi tra l'Ufficio del Commissario – Comune di Orbetello ed il Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti" dell'Università degli Studi di Siena (Prof. Silvano Focardi) è stato richiesto di formulare una proposta di attuazione del piano che ha dato luogo alla stipula di un'apposita convenzione approvata con ordinanza n. 432 del 14/12/04.

Il progetto, redatto in conformità alle specifiche approvate in sede di conferenza dei servizi, comporta la mobilitazione dei mezzi, delle attrezzature, dei laboratori e delle squadre di tecnici specialisti per l'esecuzione delle attività, dal prelievo dei campioni, alle varie determinazioni di laboratorio, alla stessa elaborazione e restituzione dei dati delle analisi.

Le attività vengono svolte sia dal Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti" dell'Università degli Studi di Siena che dal Laboratorio di Ecologia Lagunare del Polo

Universitario Grossetano, in quanto possiedono i requisiti per garantire il completo e corretto svolgimento del servizio.

La convenzione comprende:

- la supervisione sulla conformità delle operazioni di prelievo ed ubicazione dei siti di campionamento secondo quanto previsto dal Piano di Caratterizzazione presentato dall'ICRAM;
- la verifica sullo svolgimento delle operazioni di prelievo e trattamento dei campioni in conformità con quanto previsto dal Piano di Caratterizzazione ICRAM, dal D.M. n°471/99 e dalle Metodiche ICRAM al fine di garantire che non vi sia alcuna contaminazione del campione in grado di determinare alterazioni nei risultati analitici prodotti;
- la ripresa fotografica a colori di tutte le fasi di campionamento e delle operazioni di prelievo e trattamento dei campioni sul campo nonché quella di ogni singola carota estratta dai fondali;
- il rilievo di parametri chimico-fisici direttamente sul campo (pH, Eh, condizioni meteorologiche, lunghezza, data, ora e coordinate geografiche corrispondenti ad ogni singolo carotaggio);
- la produzione dei verbali di campionamento autenticati da un Responsabile del laboratorio di Analisi chimiche per la tracciabilità dei dati analitici prodotti;
- il prelievo, il trattamento e lo stoccaggio dei campioni in conformità con quanto prescritto dal D.M. 471/99, dalle Metodiche ICRAM, e dal Piano di Caratterizzazione.
- l'aliquotazione di tutti i livelli prelevati (circa 1000 g peso fresco per il completamento di tutte le analisi chimico-fisiche oggetto di indagine e di circa 500 g peso fresco per eventuali controlli e verifiche successive);
- la preparazione e la realizzazione di tutte le analisi chimiche e biologiche previste dal Piano di Caratterizzazione (allegato A della convenzione: succintamente comprendenti le indagini ecotossicologiche (saggi biologici) e prove di bioaccumulo).

In conformità a quanto indicato nel Piano preliminare di caratterizzazione predisposto da ICRAM sono da conseguire i seguenti risultati:

- analisi delle principali caratteristiche chimiche (chimica organica, metalli ed elementi in tracce, azoto, fosforo, carbonio organico);
- analisi microbiologiche (Streptococchi fecali, Salmonelle, Spore di Clostridi solforiduttori);
- test ecotossicologici e prove di bioaccumulo;
- georeferenziazione delle stazioni di campionamento mediante localizzazione satellitare con metodologia differenziale D.G.P.S. (Differential Global Positioning System).

5.2 Piano di Campionamento Area ex SITOCO

Il Piano di Campionamento per la bonifica del Sito di Interesse Nazionale Area ex SITOCO comporta la caratterizzazione delle seguenti aree:

- **aree lagunari (ad esclusione dei canali):** è stata prevista la predisposizione di un reticolo di maglie regolari 450 x 450 m; un infittimento del reticolo di campionamento fino a maglie 150 x 150 m in corrispondenza di aree in cui si presume vi sia una contaminazione rilevante (ad esempio: in prossimità dell'insediamento industriale, dei depuratori, degli sbocchi di canali e nelle aree in cui, per particolari effetti idrodinamici, si prevede un maggiore accumulo di contaminazione). Sono state inoltre

disposte stazioni di campionamento aggiuntive in modo tale da realizzare uno schema detto “campionamento nested”, allo scopo di indagare la variabilità a corto raggio della contaminazione, quindi di quantificare la concentrazione dei contaminanti nei sedimenti e valutare l’incertezza associata a tale stima. All’interno di ogni maglia è individuabile una stazione di campionamento, in corrispondenza della quale prelevare una carota di diametro minimo pari a 10 cm;

- **canali:** è stata prevista la predisposizione di un punto di prelievo ogni 150 m lungo l’asse longitudinale, nei canali in prossimità del sito industriale e nei canali o tratti di canali di contaminazione accertata si interviene con un infittimento del campionamento fino ad un prelievo ogni 50 m lungo l’asse longitudinale per ottenere una caratterizzazione di maggior dettaglio.

Al momento della redazione del presente documento la Commissione Tecnico Scientifica si accinge ad esaminare le risultanze delle attività svolte in attuazione della convenzione che risulta in scadenza.

6. LA FORMAZIONE DEL MODELLO DI QUALITÀ DELLE ACQUE E GLI SVILUPPI OPERATIVI

6.1 Ricerca di base

Con ordinanza F/1012 del 04/06/2001 del Commissario Delegato veniva affidata al Dipartimento di Sistemi di Informatica dell'Università di Firenze (Prof. Stefano Marsili Libelli) una ricerca avente l'obiettivo di conseguire fondati metodi di "*Gestione dell'Emergenza Ambientale della Laguna di Orbetello*" attraverso attività di controllo.

Gli obiettivi da conseguire erano stati definiti secondo il seguente schema:

- analizzare il problema generale della qualità dell'acqua lagunare
- sviluppare un modello semplificato di circolazione dell'acqua in laguna
- sviluppare un metodo previsionale dei bloom algali basati sulle misure fornite dalle postazioni fisse
- sviluppare un modello ecologico di competizione fra fanerogame e macroalghe.

Lo studio ha dovuto superare notevoli difficoltà costituite, in quella fase, dalla scarsa disponibilità di dati, specialmente per quanto riguarda le popolazioni algali, sia per il fitoplancton, non avendo potuto utilizzare i dati raccolti in precedenza da altri studiosi impegnati nella ricerca in laguna, sia per i popolamenti di macro alghe e fanerogame, per i quali erano state reperite solamente informazioni frammentarie. Tale situazione si è verificata in parte anche per i nutrienti.

Lo studio ha unificato comunque i vari dati esistenti, mettendoli in relazione fra di loro, ed utilizzandoli per la modellazione della dinamica dell'ecosistema lagunare, indicando una metodologia integrata di raccolta dati finalizzata al miglioramento ed al mantenimento della modellistica ecologica.

Sono stati approntati tre strumenti operativi:

- un modello idrodinamico semplificato per la circolazione dell'acqua in laguna
- un sistema previsionale per i bloom algali
- un modello spazio-temporale per la diffusione dei nutrienti in laguna
- un modello spazio-temporale per l'evoluzione competitiva annuale delle macroalghe e delle fanerogame.

Gli strumenti indicati sono stati basati su uno studio preliminare relativamente alla dinamica dei popolamenti algali in ambiente lagunare suddivisa nei due settori fondamentali: macroalghe e fanerogame.

Le caratteristiche essenziali dell'ecologia delle due popolazioni sono le seguenti:

6.1.1 Macroalghe (*Chaetomorpha*, *Ulva rigida*, *Cladophora*, *Gracilaria verrucosa*).

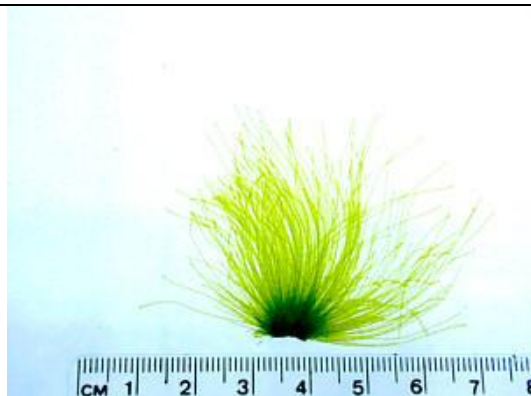
Le macroalghe sono flottanti dopo una fase iniziale di sviluppo sul fondo, possibilmente in associazione con le fanerogame. Perciò esse risentono dei movimenti dell'acqua e tendono a disporsi su una vasta superficie.

Le fenofasi sono limitatamente influenzate dalla stagionalità, per cui si possono avere fioriture in diversi periodi dell'anno se le condizioni ambientali (temperatura e nutrienti) sono favorevoli.

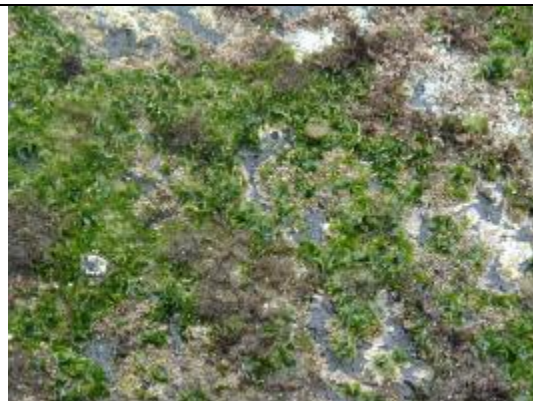
Le macroalghe presenti sono tutte azoto-limitate, mostrando solo una debole limitazione secondaria da fosforo. Perciò è l'azoto il nutriente più importante per l'ecologia della laguna. Essendo le alghe flottanti, esse prelevano il nutriente direttamente dall'acqua; per questo

motivo la loro crescita è legata alla disponibilità di nutriente nella colonna d'acqua, eventualmente proveniente da rilascio dal sedimento.

La scarsa profondità della laguna fa sì che tutta la colonna d'acqua sia fotosinteticamente attiva, salvo casi di alta densità algale con conseguente oscuramento dovuto all'auto-ombreggiamento. La dinamica di crescita è piuttosto veloce (strategia *r*).



Chaetomorpha



Ulva rigida



Cladophora



Gracilaria verrucosa

Fig. 6.1 Le principali specie di macroalghe presenti nella Laguna di Orbetello

6.1.2 *Fanerogame* (*Ruppia* sp., *Zostera* sp.)

Trattandosi di piante radicate sul fondo la loro mobilità non risente dei movimenti della massa d'acqua. L'utilizzo di nutrienti avviene attraverso le radici, perciò la concentrazione in acqua è irrilevante per la loro crescita, mentre è collegata alla concentrazione di nutrienti nel sedimento.



Fig. 6.2 Prateria di *Ruppia maritima*

Lo sviluppo orizzontale delle radici favorisce l'ossigenazione dello strato superficiale del sedimento, contrastando il verificarsi delle situazioni di anossia favorevoli al rilascio di nutrienti in acqua con conseguente utilizzo da parte delle alghe.

Data la maggiore strutturazione dell'apparato vegetativo, le fanerogame hanno delle fenofasi molto più definite delle macroalghe, perciò il loro ciclo annuale risulta più "obbligato" e meno sensibile ad eventuali variazioni ambientali.

Trattandosi di piante annuali, il loro sviluppo è stagionale e prevedibile. La loro riproduzione avviene per gemmazione dalle radici, perciò non risente dei movimenti dell'acqua, né per il trasporto dei semi né per l'apporto di nutrienti. La dinamica di crescita è conseguentemente più lenta delle macroalghe (strategia K).

6.1.3 Interazioni *Ruppia* – Macroalghe

Le interazioni fra i due gruppi sembrano essere di epifitismo nella parte iniziale della crescita, con macroalghe in crescita sulla prateria di *Ruppia*, mentre la competizione si raggiunge solamente nel periodo più attivo di ambedue le specie e si concretizza in una competizione per la luce, dato che le macroalghe, che nella fase di maggior sviluppo sono flottanti, ombreggiano le fanerogame limitandone la crescita.

La dinamica delle macroalghe e delle fanerogame è stata basata sul modello di competizione logistica. Si può perciò simulare una situazione di coesistenza iniziale (epifitismo) seguita da una situazione di esclusione competitiva, che si verifica quando le macroalghe, ormai sviluppate, si staccano dalle fanerogame e competono con queste per la luce solare.

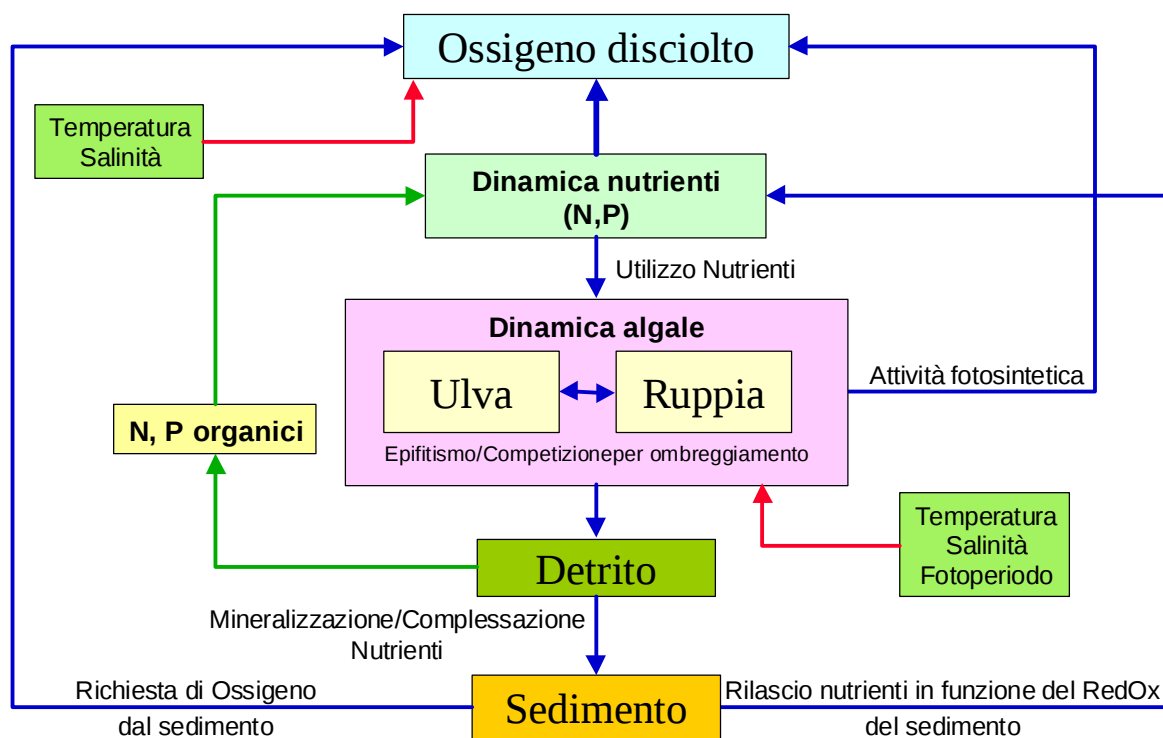


Fig. 6.3 Struttura dinamica delle interazioni acqua - sedimento - vegetazione sommersa.

6.1.4 Modello semplificato di circolazione dell'acqua (SWAMP Shallow WAter Modelling Program): è un modello molto semplice ed è facilmente utilizzabile, esso produce inoltre velocemente i risultati richiesti. Diversamente dal modello MIKE 21 questo modello può essere utilizzato direttamente dal gestore della laguna, una volta che sia stato trasformato in un codice autonomo, direttamente eseguibile ed indipendente dall'ambiente Matlab nel quale

ha operato nella fase iniziale dello studio. Tale semplice operazione di *porting* è stata resa potenzialmente possibile mettendo così in grado il Gestore di effettuare in proprio le simulazioni che ritiene opportune.

6.1.5 Modello previsionale di bloom algali: è un semplice motore inferenziale in grado di funzionare anche in automatico, alimentato direttamente con i dati provenienti dalle stazioni fisse (Centro Ponente e Centro Levante). Esso può fornire giorno per giorno un'indicazione sulla possibilità che si sviluppi a breve un bloom algale, nel qual caso potrebbe essere ordinata una raccolta di alghe prima che la biomassa raggiunga una mole di difficile smaltimento. Ovviamente, come per SWAMP e per il successivo modello di competizione, per ottenere il massimo rendimento da questo strumento è stata data nella fase di studio di cui si tratta la prescrizione di affinare la base di conoscenza attraverso acquisizione di ulteriori dati, specialmente nella stagione di maggiore attività biologica. Vale anche per questo codice l'operazione di *porting* su piattaforma autonoma.

6.1.6 Modello di diffusione dei nutrienti: come per il successivo modello ecologico, questo modello si basa sulla stessa schematizzazione a griglia della laguna utilizzata su SWAMP, del quale sfrutta il campo di velocità. Questo modello simula la variazione spazio-temporale dei nutrienti in laguna a partire dalla conoscenza degli scarichi concentrati presenti sul perimetro e da una stima del contributo diffuso e del rilascio dal fondo. Esso è preliminare alla simulazione del modello di interazione macroalghe-fanerogame per la determinazione dei nutrienti disponibili per la crescita algale.

6.1.7 Modello di interazione macroalghe-fanerogame: si tratta del modello conclusivo del lavoro, che riunisce i risultati dei due precedenti modelli (SWAMP e Nutrienti). Combinando i vari scenari di campi di velocità e diffusione dei nutrienti, esso è in grado di riprodurre qualsiasi situazione climatico-ambientale nell'arco dell'anno nella quale valutare le condizioni di sviluppo delle alghe in laguna ma richiede per la sua calibrazione ulteriori dati sperimentali. In questa fase della ricerca è stato quindi reso disponibile un prototipo in grado di dare delle indicazioni circa lo sviluppo annuale dei due gruppi in funzione delle condizioni ambientali. Anche in questo caso può essere prevista la trasformazione in un programma che il Gestore può utilizzare in modo autonomo.

Nel corso dell'anno 2003, la serie di attributi ed estensioni già potenzialmente delineate nello sviluppo degli strumenti precedentemente descritti è stata ulteriormente indagata con notevoli approfondimenti in ordine ai criteri di base di formazione degli strumenti stessi e per gli interventi di calibrazione con i quali si sono superate parte delle difficoltà inizialmente incontrate per la quantità e la forma dei dati disponibili.

È in questa fase delle attività che è stato messo a punto il “*Modello della Qualità dell'Acqua nella laguna di Orbetello*” attraverso una ulteriore specifica convenzione (ordinanza n. 96 del 24.07.2003).

Sono stati così presi in considerazione i seguenti temi di affinamento:

- integrazione fra i modelli di circolazione dell'acqua sviluppati dal Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l., basati su MIKE21 ed il modello di qualità già approntato nell'anno 2002 (SWAMP);
- utilizzo dei dati di qualità della laguna esistenti, già raccolti dai soggetti che a vario titolo li hanno rilevati e messi a disposizione;
- perfezionamento del modello diffusivo-ecologico basato sulla struttura a celle della laguna nel quale sono integrate, cella per cella, le dinamiche di accumulo, rilascio e

trasformazione dei principali nutrienti, nonché delle interazioni fra diverse specie di vegetazione sommersa;

- calibrazione numerica delle cinetiche precedenti sulla base dei dati sperimentali disponibili;
- generazione di scenari e loro valutazione critica.

A proposito del modello di circolazione dell'acqua in laguna, in questa fase delle ricerche condotte dai diversi gruppi universitari, erano quindi disponibili due distinti prodotti: quello basato su MIKE21, sviluppato presso il Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l., ed il già ricordato SWAMP prodotto dal Dipartimento di Sistemi di Informatica dell'Università di Firenze.

I due modelli hanno caratteristiche e prestazioni molto diverse, tali da renderli difficilmente confrontabili. Tuttavia ciascuno di essi assolve ad una funzione precisa. Il modello basato su MIKE21, per il suo elevato livello di dettaglio è risultato idoneo ad assistere nella progettazione degli schemi di pompaggio e nel dimensionamento delle opere idrauliche, per il quale è richiesta una risoluzione temporale dell'ordine delle ore per osservare l'andamento del flusso nell'intorno delle bocche.

Per seguire le dinamiche ecologiche è stato necessario invece considerare un'evoluzione su scala annuale.

Gli studi condotti e le verifiche di calcolo effettuate hanno portato a concludere che tempo di ritenzione e dinamiche ecologiche sono dello stesso ordine di grandezza e che i regimi idraulici significativi per questo modello sono quelli di durata almeno mensile, mentre manovre di pompaggio di breve periodo non producono alcun effetto. Al contrario, su tali orizzonti temporali, l'unica forzante di rilievo è rappresentata dai venti.

Sulla base di queste considerazioni e con la concertazione tra i due gruppi di ricercatori, è stato concordato di produrre con MIKE21 una serie di campi di moto stazionari che rappresentino scenari tipici mensili. Dato che gli attuali schemi di pompaggio, e probabilmente anche quelli futuri, prevedono durante l'anno 9-10 mesi di circolazione naturale e due – tre mesi circa di pompaggio in varie forme, sono state prodotte 24 mappe di circolazione media mensile con venti variabili secondo le statistiche rilevate, alle quali si aggiungono alcune mappe relative alle situazioni di pompaggio "normale", come attualmente praticato, oltre ad altre di pompaggio "forzato" secondo le modalità emergenti dallo studio condotto dal Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l.. In integrazione a questo schema, si prevede comunque l'impiego di SWAMP, eventualmente perfezionato con gli opportuni miglioramenti tecnici del caso.

Tali mappe costituiscono una "libreria" di campi di moto stazionari "tipici" che possono venire avvicinati nelle simulazioni di qualità secondo quanto richiesto dalla situazione stagionale e dallo scenario che si intende simulare.

Lo schema che è stato seguito nel costruire gli scenari di simulazione integrando i dati idrodinamici nel modello di qualità è quello della figura seguente dove i regimi idrodinamici, insieme ai dati climatici e chimici, costituiscono gli ingressi al modello di qualità.

Il modello aggiornato prodotto alla conclusione della ricerca include tutte le principali interazioni fra ambiente fisico, chimica della colonna d'acqua e vegetazione sommersa e si compone infine di due comparti principali:

6.1.8 La dinamica dei composti azotati nella colonna d'acqua, incluso il rilascio dal sedimento in funzione delle condizioni chimico-fisiche ed il consumo da parte della vegetazione sommersa con tutti i principali processi di trasformazione dell'azoto, dall'ammonificazione dei composti organici alla catena di nitrificazione biologica, all'utilizzo da parte della vegetazione sommersa, fino alla denitrificazione.

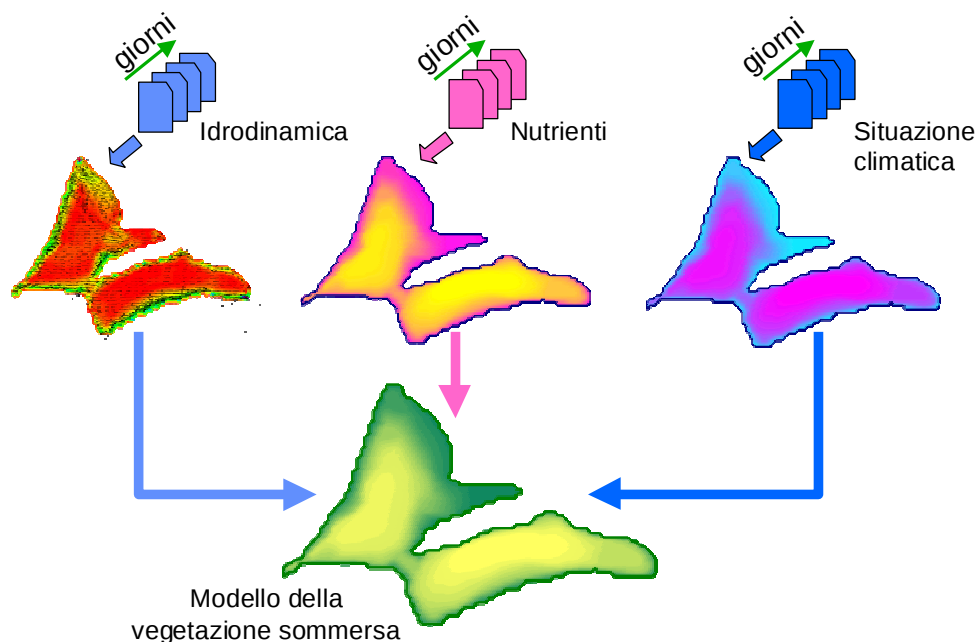


Fig. 6.4 Integrazione fra i vari modelli idrodinamici, dei nutrienti e dati climatici per fornire gli ingressi al modello di qualità.

6.1.9 La dinamica della vegetazione sommersa, divisa in macroalghe e fanerogame. Data l'alternanza negli ultimi anni di varie specie dominanti, non è stato fatto riferimento ad un genere particolare, anche se si sono utilizzati prevalentemente gli abbondanti risultati presenti in letteratura relativi ad *Ulva sp.*, certamente la macroalga più studiata di quante sono presenti in laguna. Per le fanerogame, la popolazione presente è composta quasi esclusivamente da *Ruppia sp.*, perciò si sono utilizzate le molte informazioni pubblicate al riguardo, oltre alle osservazioni dirette disponibili. Questo modulo include i principali fattori biologici relativi alla crescita della vegetazione, fra cui la dipendenza dai fattori ambientali (fotoperiodo e temperatura) oltre all'utilizzo di azoto inorganico ed al suo accumulo interno attraverso il meccanismo della *quota cellulare*. Il modello include alcuni fattori di competizione fra macroalghe e fanerogame, in quanto i due comparti hanno, come si è visto, diverse funzioni di utilizzo che avvantaggiano l'uno o l'altro a seconda della concentrazione di ammonio e nitrato disponibili. Inoltre la diversa risposta ai fattori ambientali, quali fotoperiodo e temperatura, porta a diversi sviluppi a seconda delle condizioni meteo.

Questi moduli, operanti su base oraria per tener conto dei ritmi circadiani, sono stati calibrati e validati con le osservazioni sperimentali messe a disposizione da ARPAT e relative agli anni 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003. È stata possibile la calibrazione di un significativo sottoinsieme di parametri specifici per la laguna (particolarmente la dinamica di ossidazione dell'azoto e la crescita della vegetazione), mentre per altri parametri si è verificata la validità dei valori reperibili in letteratura.

Dopo aver ottenuto un buon accordo fra dati sperimentali e risposte del modello in celle ritenute significative, in particolare al centro laguna di levante, si è integrata la relativa cinetica nel modello spaziale che simula il trasporto e diffusione su base giornaliera.

Per la parte di movimentazione dell'acqua in funzione di venti, maree e pompaggi artificiali, si è fatto riferimento, come detto, ai campi di moto prodotti da precedenti simulazioni in ambiente MIKE21, che sono state importate ed adattate alla griglia spaziale modificata del modello, la quale anche se più estesa di quella del precedente, si ritiene che rappresenti un buon compromesso fra accuratezza e semplicità di calcolo.

Come termini forzanti per le simulazioni sono stati utilizzati i dati sperimentali relativi agli scarichi rilevati durante il corso dell'anno 2000, il più ricco di dati.

Il paragone delle due simulazioni effettuate, con venti regnanti e prevalenti, conferma l'influenza che il regime di venti esercita sulla movimentazione dell'acqua e per conseguenza sulla diffusione dei composti azotati e perciò sullo sviluppo della vegetazione sommersa. Il regime di venti prevalenti, con una maggiore costanza dei quadranti di provenienza, produce un maggior carico di nutrienti, e perciò un maggior sviluppo della vegetazione, nella laguna di levante. Al contrario, i venti regnanti con maggiore variabilità sia in direzione che intensità, producono una distribuzione più uniforme nelle due parti della laguna. In ambo i casi la laguna di levante sembra quella più vulnerabile ai fenomeni di eutrofizzazione.

Per l'impiego sistematico del modello come strumento di supporto alle decisioni è stato proposto in quella fase di precisare gli scenari che si intendono analizzare, ad esempio l'effetto di una raccolta controllata di alghe nel corso dell'anno, eventualmente ripetuta per più anni consecutivi, oppure le conseguenze di una modifica del regime degli scarichi.

A seguito della valutazione dei risultati della precedente collaborazione, che comprendono anche alcune potenziali funzioni orientate alla gestione e tenuto conto della necessità di procedere ad ulteriori estensioni del modello di qualità e di utilizzarlo per analizzare la situazione che si verrà a creare a seguito della bonifica dell'area ex SITOCO, nell'anno 2004, sono stati apportati allo stesso alcuni miglioramenti.

6.2 Porting del modello su piattaforma autonoma

Dal punto di vista informatico è opportuno, per l'Ufficio del Commissario, che il modello sviluppato risulti operativo in un ambiente software indipendente ed autonomo, svincolato completamente dalla piattaforma Matlab/Simulink nella quale era stato originariamente sviluppato. Questa operazione di "porting" si rende necessaria sia per evitare l'onere di acquisizione di costose licenze sia per velocizzare la sua esecuzione, specialmente in vista del suo uso, computazionalmente impegnativo, nell'ambito del controllo della raccolta algale. È fondamentale costruire una interfaccia utente capace di renderne l'utilizzo il più semplice possibile previo addestramento al personale.

6.3 Aggiunta della dinamica del Fosforo

Dal punto di vista delle funzionalità del modello, è stato considerato necessario completare la sua struttura inserendo la dinamica del Fosforo, che complementa quella già presente dell'Azoto e rende il modello perfettamente funzionale alla modellazione della vegetazione lagunare. Per realizzare questo punto sono stati messi a disposizione i dati ARPAT Grosseto, nonché i dati di densità algale raccolti nelle ultime campagne. Il miglioramento della dinamica delle fanerogame (*Ruppia*) è stato sviluppato nei riguardi dell'interazione con il sedimento e con riferimento alla crescita della prateria su orizzonti di tempo poliennali. Per questa parte del modello e sulla base delle risultanze della campagna di rilievi effettuata si è tenuto uno stretto coordinamento con il Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti" dell'Università degli Studi di Siena specialmente in merito ai dati del sedimento ed alle possibili influenze fra questo ed i fattori di crescita del ruppieto.

6.4 Flessibilità negli ingressi

Il modello è stato messo in grado di aggiungere nuovi punti di scarico, sia come localizzazione che come valori di concentrazione e portata. In tal modo potrà venir adattato alle future modifiche della laguna, quali ad es. dragaggio, bonifiche, eliminazione delle conterminazioni, etc.

6.5 Ricalibrazione dell'intero modello

A seguito dell'introduzione della dinamica del Fosforo, è stato necessario effettuare una completa ricalibrazione del modello, effettuata sia con i dati già disponibili che con quelli forniti da ARPAT, relativi al periodo successivo alla data del 19/11/2003.

6.6 Utilizzo del modello per l'analisi della bonifica dell'area ex-SITOCO

In relazione ai programmati interventi di risanamento dell'area ex SITOCO, il modello potrà essere utilizzato per stimare l'eventuale diffusione di inquinanti rilasciati da quell'area a seguito dei previsti interventi di dragaggio.

6.7 Reintroduzione di un modulo idrodinamico autonomo

Nell'ottica di ottenere la massima usabilità del modello e garantirne la massima fruizione da parte delle strutture commissariali, è stato riproposto, con opportuni miglioramenti ed adattamenti alla situazione lagunare, il modello idrodinamico semplificato (SWAMP) sviluppato all'inizio della ricerca. Tale modello, come è stato messo in evidenza, è in grado di determinare campi di moto stabili in funzione del vento e dell'eventuale pompaggio dalle bocche, potenzia l'affidabilità del risolutore numerico ed è stato implementato in un contesto autonomo, svincolandolo dalla piattaforma Matlab nella quale era operativo.

La disponibilità di questo modulo, autonomo ma coordinato con il modello di qualità, rende possibile la modellazione di qualsiasi condizione idrodinamica ed ecologica senza bisogno di ricorrere ad altri software esterni a questo ambiente.

In particolare, attraverso questo modulo si possono produrre campi di velocità più realistici, che tengono conto dei risultati del modello di qualità per quanto riguarda la crescita vegetale ed in particolare dei ruppieti. Infatti è possibile inserire in tale modello l'evoluzione della localizzazione dei banchi di fanerogame, introducendo così il fenomeno della variabilità della resistenza idraulica esercitata dalla vegetazione.

La strutturazione del software, che ha preso il nome di **LaguSoft** (ver. 1.0) è stata ulteriormente revisionata con una recente presentazione dando luogo alla versione 2.0 la quale risulta maggiormente orientata alla gestione corrente. La nuova versione comprende i seguenti elementi di novità.

6.8 Integrazione dei modelli

Il più importante miglioramento è costituito dalla integrazione fra il modello di qualità LaguSoft 1.0 (distribuzione nutrienti, vegetazione sommersa e interazione con il sedimento) e il modello idrodinamico SWAMP, che è stato ampiamente revisionato, sia come precisione che come metodo di risoluzione numerica. L'integrazione si è resa necessaria per due motivi:

- a) la necessità di poter generare localmente tutti i campi di moto idraulico necessari per la simulazione dei vari scenari di qualità
- b) la necessità di includere nell'idrodinamica la crescita delle Fanerogame, che rappresentano uno degli ostacoli per la circolazione dell'acqua

Infatti, considerato che la presenza in laguna di vegetazione sommersa, in particolare di fanerogame come la *Ruppia maritima*, provoca una variazione della scabrezza sul fondo e un conseguente aumento della resistenza idraulica, è stato introdotto come collegamento fra i due modelli il coefficiente di Manning variabile giornalmente a seconda della densità delle fanerogame presenti in ciascuna cella.

Attualmente le funzioni del modello possono essere sinteticamente rappresentate dallo schema di seguito indicato.

6.9 Il nuovo modello idrodinamico

In parallelo all'integrazione dei due modelli è stato migliorato anche il modello idrodinamico per il quale si è ritenuto opportuno implementare due distinte forzanti di vento, una per la Laguna di Ponente e una per la Laguna di Levante.

I venti prevalenti rilevati dai due anemometri, seppur così vicini, non sono i medesimi evidentemente a causa della morfologia del territorio e della presenza del Monte Argentario, che con il suo effetto schermante influenza in maniera rilevante l'incanalamento del vento all'interno della laguna. Infatti si può rilevare un'assenza totale di venti spiranti da Ovest per quanto riguarda l'anemometro della Laguna di Ponente e Sud-Ovest per quanto concerne la Laguna di Levante, a causa dei suddetti ostacoli.

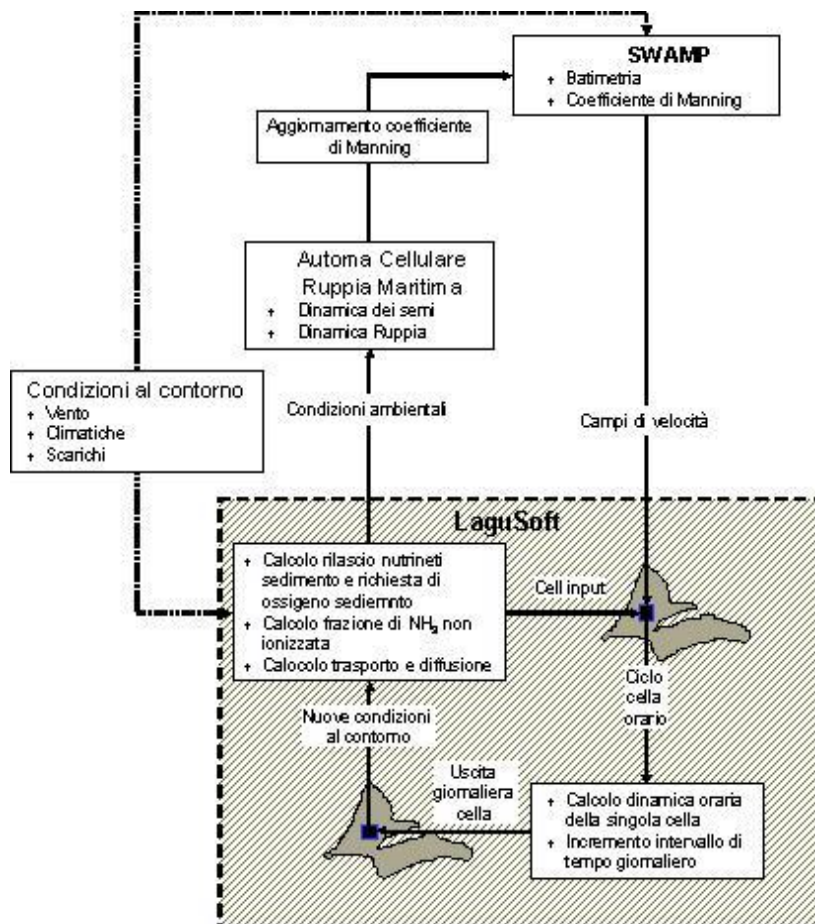


Fig. 6.5 Integrazione attuale fra il modello di qualità e il modello idrodinamico

6.10 Dinamica delle fanerogame con produzione dei semi ed espansione della prateria

Per completare e rendere più verosimile il modello è stata configurata la riproduzione delle fanerogame che avviene per via sessuale con fioritura e successiva produzione di semi. I semi vengono sparsi a breve distanza attraverso gli steli delle piante e trasportati dalla corrente. La fioritura è regolata dalla temperatura che deve essere compresa fra i 18° e i 32° C. La velocità dell'acqua e la struttura del sedimento determinano l'attecchimento o meno del seme trasportato. Per le suddette considerazioni è stato perciò creato un automa cellulare per la valutazione delle condizioni di attecchimento nella cella in cui il seme è stato depositato. Queste valutazioni avvengono sulla base delle condizioni del sedimento pH e ORP e in base

alle condizioni idrodinamiche della cella. L'automa cellulare incorpora, oltre alle informazioni reperite in letteratura, anche le osservazioni dirette effettuate dal gruppo del Prof. Focardi.

6.11 Introduzione della biomassa morta

Considerato che uno dei maggiori problemi oltre alla raccolta delle alghe è quello dello spiaggiamento delle biomasse morte (steli di *Ruppia* e decadimento delle macroalghe) si è ritenuto opportuno inserire come uscita del modello anche la distribuzione in laguna della biomasse morte dovute alla corrente.

6.12 Il problema della gestione della raccolta alghe

Vista la completezza dei fenomeni descritti dal modello ed il livello di dettaglio raggiunto, si è ora in grado di affrontare con questo strumento il problema della raccolta delle alghe.

Premesso che la complessità del problema richiederà ulteriori, approfonditi studi, pur fin da adesso si può ipotizzare un proficuo uso del modello per affrontare il problema della gestione secondo le seguenti linee:

- localizzazione delle zone in cui è effettivamente conveniente fare la raccolta, perché la concentrazione di macroalghe è molto superiore a quella della *Ruppia*. In tal modo la raccolta non danneggerà la prateria di Fanerogame, asportando prevalentemente le sole macroalghe. Queste zone vengono scelte in funzione della distribuzione spaziale delle Macroalghe (alghe flottanti) e della distribuzione delle Fanerogame fornite dal modello. Questa zonizzazione avrà l'effetto di arrecare il minimo disturbo alle Fanerogame, la cui presenza è ritenuta positiva per la stabilizzazione ed ossigenazione del sedimento.
- ottimizzazione della gestione in funzione di una soglia prefissata per l'intervento, intesa come densità delle macroalghe, espressa in kg/m^2 , oltre la quale si inizia la raccolta e del giorno di inizio delle operazioni.
-

Il risultato di questa politica di gestione è :

- fornire una mappatura delle zone dove è meglio raccogliere;
- proporre la soglia di intervento e quindi un calendario di inizio raccolta alghe;
- fornire una tabella di intervento per i battelli che tenga conto dell'effettivo orario di lavoro giornaliero e dei periodi di manutenzione.

Tali risultati sono oggi resi più facilmente conseguibili per i dispositivi montati di recente sui battelli raccoglialghe tra i quali il GPS.

7. ALTRI STUDI E RICERCHE RECENTI

Il patrimonio di conoscenze relativo ai diversi aspetti del sistema lagunare si arricchisce continuamente per opera di studiosi che a vario titolo si interessano, in particolare, della materia ambientale.

Tra i lavori recenti si debbono registrare alcuni contributi provenienti dal mondo accademico prodotti a vario titolo in margine e sulla base delle attività svolte dagli enti di ricerca che hanno operato in convenzione con l'Ufficio del Commissario (materia trattata a parte).

Tra questi si citano:

Scroccaro, M. Di Bitetto, G. Umgiesser, *“Sensibility Analysis of the circulation in the Orbetello Lagoon”*, C.N.R. Istituto per lo studio della dinamica delle grandi masse, Venezia, 1999-2001.

Monia Renzi, *“Indagine preliminare sulla qualità delle acque in un'area della Laguna di Orbetello (zona ex Sitoco)”*, Tesi di laurea A.A. 2000/2001. Università degli Studi di Siena. Dipartimento di Scienze Ambientali “G. Sarfatti”.

Paola Gennaro, *“Raccolta ed elaborazione dei dati analitici chimico-fisici, nutrizionali e di biomassa relativi alla conterminazione di Gorghiti (Ansedonia, Laguna di Orbetello)”*. Orbetello, 2002.

Elisabetta Giusti, *“Modellistica delle interazioni fra nutrienti, sedimento e vegetazione sommersa nella Laguna di Orbetello”*, Tesi di laurea A.A. 2002/2003. Università degli Studi di Firenze. Facoltà di Ingegneria. Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio.

Andrea Giovani, *“Evoluzione recente delle caratteristiche ecologiche della laguna di Orbetello”*, Tesi di laurea A.A. 2002/2003. Università degli Studi di Roma “La Sapienza”. Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. Corso di Laurea in Scienze Biologiche.

Simone Arrigucci, *“Metodi soft-computing per la classificazione dei ritmi circadiani negli ecosistemi”*, Tesi di laurea A.A. 2002/2003. Università degli Studi di Firenze. Facoltà di Ingegneria. Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio.

Chiara Coppi, Francesco Ciulli, *“SWAMP 3. Un modello idraulico di supporto alla dinamica della qualità della Laguna di Orbetello”* Tesi di laurea A.A. 2003/2004. Università degli Studi di Firenze. Facoltà di Ingegneria. Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il territorio.

Un altro gruppo di studiosi opera invece nell'ambito delle attività produttive, si citano in questo contesto i numerosi lavori del Dr. Mauro Lenzi (ed altri) e tra questi i più recenti:

Marco Bartoli, Daniele Nizzoli, Mariachiara Naldi, Luigi Vezzulli, Salvatore Porrello, Mauro Lenzi, Pierluigi Viaroli, *“Inorganic nitrogen control in wastewater treatment ponds from a fish farm (Orbetello, Italy): denitrification versus Ulva”* Marine Pollution Bulletin, in stampa, Corrected Proof, disponibile online 19 luglio 2005.

Mauro Lenzi, Maria G. Finoia, Emma Persia, Sara Comandi, Valentina Gargiulo, Duccio Solari, Paola Gennaro, Salvatore Porrello, *"Biogeochemical effects of disturbance in shallow water sediment by macroalgae harvesting boats"*, Lagoon Ecology and Aquaculture Laboratory (LEALab), OPL s.r.l., Central Institute for Marine Research (ICRAM), Marine Pollution Bulletin, Volume 50, Issue 5, May 2005, Pages 512-519

La Laguna di Orbetello, insieme al Lago di Burano, al Lago Massaciuccoli e al Padule di Fucecchio, è un'area interessata dalla prossima redazione di piani pilota di tutela delle acque. Questi piani sono previsti nel progetto INTERREG MedOcc IIIB "MedWetRegions", recentemente approvato. Per queste aree sono in corso di realizzazione inventari completi, con i criteri del MedWet Database, compresa la mappatura e l'organizzazione delle informazioni con un GIS, e la realizzazione del Piano di Gestione "tipo", seguendo i criteri proposti da Eurosite (vedi sito web <http://www.eurosite-nature.org>).

Di recente pubblicazione è il contributo relativo al Lago di Burano a cura del Dr. Mario Cenni, membro della Commissione Tecnico Scientifica, in qualità di Responsabile del Piano, del Progetto e dei rapporti con i Consulenti.

Nella proposta per l'impostazione del progetto fatta dalla Regione Toscana (che è l'unica regione italiana nel gruppo, che comprende: Algarve, Isole Baleari, Andalusia, Catalogna, Murcia, Valencia, Corsica e, in qualità di osservatore, il Marocco) è stata appunto specificata anche la funzione di piano "contenitore" delle eventuali ulteriori integrazioni significative per le misure di conservazione dei siti della rete ecologica.

Il piano tipo si pone alcuni obiettivi ideali in una dialettica di confronto con le minacce e le limitazioni che derivano dai vari contesti: fisici, amministrativi, finanziari, giuridici, ecc..

Da tale interazione scaturiscono gli obiettivi operativi di ciascun sito da conseguire attraverso specifici progetti finalizzati.

8. MODIFICHE, INTEGRAZIONI E POTENZIAMENTO DEGLI IMPIANTI IDROVORI E DI RACCOLTA AUTOMATICA DELLE ALGHE NEL CANALE DI ANSEDONIA

La condizione e configurazione degli impianti sostituiti con una serie di ordinanze degli anni 2004 - 2005, e quindi nell'attuale fase di Commissariamento, erano, in precedenza, alquanto disomogenea e gli stessi presentavano notevoli lacune di funzionalità e di capacità a garantire un adeguato flusso in laguna. Le strutture portanti e la tipologia delle pompe (mixer in questo caso), in alcuni casi già datate, rispondevano tuttavia ai criteri di sperimentazione che ne avevano ispirato originariamente la realizzazione.

È stata operata pertanto la rimozione progressiva di tutti i mixer a causa della loro obsolescenza (queste macchine sono uscite di produzione rendendo molto difficoltosa la sostituzione di unità o parti di unità in avaria), della impossibilità o notevole difficoltà nel renderle reversibili nella loro collocazione attuale che spesso produce il degrado della sponda del canale opposta al flusso di pompaggio.

Il prof. Pier Luigi Aminti, a seguito della convenzione attiva con il Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l. e nell'ambito di una estensione della stessa concernente l'anno 2003, ha affinato le simulazioni idrodinamiche con il software MIKE21 assumendo nel modello la presenza dei canali indicati negli schemi stessi in condizioni di circolazione naturale e di circolazione forzata.

La conclusione della ricerca ha fornito, come detto in altra parte del presente documento, lo strumento per la individuazione delle possibili direttrici di escavazione dei nuovi canali e delle localizzazioni nelle quali effettuare i prelievi per la caratterizzazione ecotossicologica dei sedimenti (compito affidato alle cure del Prof. Focardi e del suo Gruppo nell'ambito delle convenzioni attive con l'Università di Siena). Lo stesso modello ha consentito anche di definire l'assetto e dimensionare gli impianti "idrovari" che hanno sostituito quelli descritti in precedenza per vari motivi, come si è visto, solo parzialmente efficienti e con risultati comunque non in linea con le esigenze di rinnovo delle masse d'acqua e di circolazione forzata. Gli studi effettuati hanno orientato all'assunzione nelle simulazioni di un limite di escursione del dislivello interno/esterno laguna compreso tra i 30 e gli 80 cm. Si è stabilito anche che, per circa il 30% del tempo di funzionamento, questo dislivello possa essere contenuto entro 40-50 cm.

La progettazione è stata impostata su una campagna topografica preliminare di dettaglio che ha interessato le sistemazioni generali degli impianti, le sezioni dei canali, i rivestimenti e la batimetria locale.

Per migliorare radicalmente il ricambio delle acque della laguna le idrovore sono state potenziate previo esame congiunto con la Orbetello Pesca Lagunare S.p.A., esame che ha preso in considerazione i vincoli che l'attività di pesca tradizionale pone alla conformazione e funzionamento degli impianti.

Dal confronto con la Orbetello Pesca Lagunare, che dalla peschiera di Nassa ricava circa l'80% del pescato, si è acquisito che lo scenario di maggiore severità è quello identificato da venti provenienti dai quadranti sud. Sono da evitare inoltre forti immissioni da Fibbia poiché l'acqua di questo canale proviene dal fiume Albegna nel suo tratto terminale; potrebbero essere periodicamente introdotte in laguna, perciò, acque di scadente qualità in quanto interessate da torbide ed indirettamente dal drenaggio operato dal Consorzio di Bonifica Osa Albegna.

Si è verificato che l'attività di pompaggio in sé non rappresenta infine un ostacolo all'attività di pesca, ma che in qualche misura il pesce risente comunque dell'effetto di richiamo costituito, alternativamente, dall'acqua lagunare che investe le acque costiere e, viceversa, dalle acque marine che entrano in laguna.

È indubbio che il mantenimento delle capacità attrattive per la fauna ittica dipenderà dai flussi passanti per le strutture di cattura. Tali flussi in ingresso in laguna, previsti a Nassa e Fibbia, sono stati progettualmente definiti allo scopo di evitare che vi siano delle velocità troppo elevate in prossimità delle griglie di cattura, tali da scoraggiare la migrazione catadroma ed anadroma della fauna ittica.

In margine agli studi sulla realizzazione degli impianti idrovori è stata sottolineata la necessità di dragare la foce del fiume Albegna per consentire la risalita di acqua marina ai fini dell'alimentazione in fase di circolazione forzata della laguna; è opportuno quindi valutare la possibilità di utilizzare il materiale dragato, se compatibile dal punto di vista granulometrico, batteriologico ed ecotossicologico per il ripascimento delle zone di arenile interessate da fenomeni erosivi.

8.1 Canali di Nassa - S.Liberata (progetto definitivo Prof. Ing. Stefano Pagliara; Ordinanza di approvazione del progetto esecutivo ed affidamento n. 455 del 19/01/2005)

Si è eliminato completamente, attraverso la demolizione, il manufatto centrale contenente pompe e paratie a causa:

- dello stato in cui versavano le opere in c.a. che sarebbero state comunque da bonificare nell'ipotesi di costruire sul fronte, lato mare, i nuovi alloggiamenti delle idrovore;
- della necessità di meglio localizzare tale sistema ai fini delle interferenze con gli impianti di pesca;
- delle negative conseguenze di carattere geotecnico derivanti dalla necessità di fondare i nuovi alloggiamenti su pali battuti; il consolidamento del terreno di fondazione e le nuove opere indurrebbero infatti spostamenti e/o rotazioni rigide relative di entità inaccettabile;
- della necessità generale di consolidare il fondo che sarà investito da flussi idraulici di ragguardevole velocità in rapporto alla natura dei sedimenti e della consistenza della base fondale, tanto sul versante a monte quanto su quello a valle dei nuovi manufatti.

Con l'avvertenza di tener conto delle risultanze della prospezione geotecnica in corso, il sistema di alloggiamento delle nuove pompe è stato quindi collegato alla realizzazione di un nuovo impianto di paratoie.

È stato necessario effettuare interventi locali di consolidamento spondale mentre si è confermata l'uscita dal servizio del canale orientato obliquamente rispetto all'asse del canale di Nassa nel quale l'inserimento dei nuovi impianti ha assunto un asse longitudinale orientato in modo da massimizzare l'efficienza idraulica generale.

Con la nuova configurazione i mixer presenti ed attualmente funzionanti nei due "bondanoni" laterali verranno utilizzati in modo pressoché esclusivo per le esigenze della pesca, in modo tale, cioè, da indurre flussi artificiali capaci di attivare e favorire i procedimenti di cattura.

Anche per questo motivo la misura dei consumi di energia, collegati all'attivazione degli impianti, dovrà risultare separata e governata da disgiunte apparecchiature di misura.

8.2 Impianto di Nassa

L'opera comprende l'inserimento di 2 gruppi da due idrovore ciascuno, disposti in vasche di alloggio opportunamente dimensionate. La portata di ciascuna pompa è di circa $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$ con un battente idraulico sulle pompe di circa 1 m. Le vasche di alloggio delle idrovore sono posizionate circa 18 m a monte dell'estremità del canale di Nassa ed in posizione simmetrica rispetto all'asse longitudinale dello stesso.

Le vasche sono collegate ad una nuova chiusa del tutto simile a quella precedente costituita da platea di fondazione fondata su pali trivellati $d=400 \text{ mm}$ $L=10 \text{ m}$, da setti verticali con interposti paratoie e griglie necessarie per il controllo della circolazione delle acque e dell'ittiofauna.

A valle della chiusa, per le interferenze derivanti dall'esecuzione dei lavori, dalle demolizioni parziali e dalla trasformazione generale, è stato necessario rivedere la struttura della peschiera introducendo varianti funzionali opportune.

Tutta la parte compresa tra la chiusa interna e la nuova peschiera è ricoperta da una soletta in c.a.



Fig. 8.2.1 Impianto di Nassa: opere in c.a. per l'alloggiamento delle nuove idrovore

Fig. 8.2.2. Impianto di Nassa: sovrastrutture in acciaio per il rinnovato lavoriero

8.3 Impianto di Fibbia (progetto definitivo Prof. Ing. Stefano Pagliara; Ordinanza di approvazione del progetto esecutivo ed affidamento n. 356 del 10/09/2004)

Attraverso un'estesa discussione sull'opportunità eventuale di effettuare l'attività di pesca in corrispondenza dell'attuale by pass e destinare il canale all'inserimento di impianti precipuamente utilizzati per il pompaggio, si è concluso con il confermare i contenuti del progetto preliminare che prevedeva la realizzazione di un nuovo impianto completo, a seguito, com'è stato a suo tempo indicato, della obsolescenza e del degrado della struttura preesistente. I nuovi manufatti comprendono, necessariamente, la realizzazione di un nuovo sistema di griglie e casse di cattura. Allo scopo di eseguire il consolidamento spondale, stante l'esiguità degli spazi disponibili per l'esecuzione di una sistemazione a scapoli lapidei, si è adottata una tura di pali in castagno completamente sommersa, sistema capace di ovviare agli inconvenienti prodottisi con l'uso di pali in legno, ma, nel caso lamentato, parzialmente emergenti rispetto al livello idraulico medio.



Fig. 8.3.1 Impianto di Fibbia. Parte mobile della nuova idrovora prima della sua installazione

Fig. 8.3.2 Impianto di Fibbia: sovrastrutture in acciaio per il rinnovato lavoriero

Gli interventi sono analoghi per tipologia a quelli di Nassa.

L'opera comprende l'inserimento di 4 idrovore da ubicare nella struttura esistente sul canale laterale, che verrà mantenuta, ed in una nuova struttura di dimensioni e caratteristiche identiche a quelle di Nassa disposta in asse al canale principale.

Valgono anche nel caso della peschiera di Fibbia le stesse considerazioni espone nel caso di quella di Nassa con l'aggiunta delle opportune considerazioni inerenti la presenza di elementi di degrado delle opere in c.a. che sono state a suo tempo rilevate.

A monte ed a valle della struttura e della vasca delle pompe è stata adottata una protezione in massi sciolti di diametro medio 30 cm disposti in due strati poggianti su tessuto non tessuto, previa regolarizzazione del fondo che nelle condizioni attuali presenta vistosi avvallamenti.

Il materiale per effettuare tale lavorazione è quello ottenuto dalla scarificazione necessaria per regolarizzare il piano di posa della peschiera.

8.4 Impianto di raccolta automatica delle alghe nel canale di Ansedonia (progetto definitivo Prof. Ing. Stefano Pagliara; Ordinanza di approvazione del progetto esecutivo ed affidamento n. 220 del 04/03/2004)

La produzione algale, il transito delle masse attraverso il canale di Ansedonia, i rischi derivanti dal riflusso di tali masse sulla spiaggia di Feniglia, in funzione dei venti spiranti, delle maree e del moto ondoso, sono stati oggetto di comunicazione da parte del Commissario e motivo di riflessione in ordine alla definizione del posizionamento dei nuovi impianti, della loro dotazione e del complesso sistema di intercettazione delle masse algali che sfuggono alla raccolta tramite natante e che, per il moto indotto dalla forzante eolica e dall'immissione meccanica di acque dai canali di Nassa e Fibbia, sono dirette nell'area sud della laguna verso il canale di Ansedonia in funzione temporanea di emissario lagunare.

Nel corso del periodo estivo, caratterizzato da alte temperature ambiente e da un coerente stato termico delle acque superficiali, l'Ufficio del Commissario ha tenuto sotto attento controllo la dinamica biologica complessiva del sistema laguna/mare registrando i fenomeni che sono stati descritti nelle relazioni prodotte da A.R.P.A.T..

I fenomeni manifestatisi durante i periodi primaverili ed estivi con la formazione di accumuli di alghe ed altri eterogenei materiali biologici flottanti a monte delle griglie, all'interno del bacino lagunare, hanno indotto ad una particolare preoccupazione in ordine alle modalità di efflusso delle acque lagunari: naturale o artificiale che sia.

Tali materiali dovevano essere evidentemente raccolti per evitare che, con il flusso in uscita dalla Laguna determinato dal vento, dal riflusso di marea o dall'ingresso artificiale di acqua prodotto dai mixer o attuali idrovore di Nassa e Fibbia, tali materie finissero per ritrovarsi sulla spiaggia di Feniglia.

Per evitare tale evenienza si è approfondito uno studio specifico circa la possibilità di dotare il canale di Ansedonia di griglie raccogli alghe a funzionamento automatico.

Si è concluso:

- che il sistema di raccolta più efficiente è assimilabile a quello in uso a bordo dei battelli attualmente funzionanti, l'area sommersa efficiente raggiunge in questo caso quote prossime al fondo indipendentemente dall'inclinazione del piano del nastro;
- che in queste condizioni di funzionamento la perdita di carico idraulico derivante dalla presenza del doppio sbarramento costituito dalle griglie assumeva un valore ragguardevole la cui entità è stata sperimentata nel passato;
- che tale perdita era incompatibile con l'esigenza di mantenere un conveniente flusso naturale di uscita dalla laguna con l'attuale geometria della sezione del canale.

Si è pertanto conferito all'attuale collegamento tra l'area della preesistente conterminazione di Gorghiti ed il canale di Ansedonia il nuovo importante ruolo di amplificatore del flusso di uscita. Un allargamento della sezione, modifiche al tracciato e soprattutto la piena riconduzione della conterminazione al contesto lagunare dovrebbero infatti consentire:

- un miglioramento sensibile nella circolazione delle acque nell'area precedentemente occupata dalla conterminazione anche per il fatto che sono stati effettuati i debiti trattamenti sul sedimento;
- l'attenuazione o l'annullamento degli effetti negativi delle perdite di carico idraulico indotte dai sistemi di grigliatura preesistenti.

Si è previsto l'accentramento del sito di accumulo delle alghe raccolte al quale è stata conferita una conveniente dotazione di spazio per manovre di mezzi e per lo stoccaggio dei cassoni.

L'intervento preponderante sul canale è stato comunque la costruzione di nuovi sistemi di grigliatura sia sul canale di Ansedonia che sul canale di collegamento della conterminazione in sostituzione dell'esistente dimostratosi scarsamente efficiente. In ciascun caso la struttura è posizionata trasversalmente al canale e ne occupa l'intera sezione.

Il nuovo intervento sul collegamento idraulico seno della ex conterminazione-canale di Ansedonia oltre alla demolizione della struttura esistente ha prodotto anche l'allargamento del canale che dai precedenti 5 m è stato portato a circa 12 m, per assicurare una migliore circolazione delle acque. Questo allargamento ha comportato la costruzione di un nuovo ponte, con la modifica della relativa viabilità di accesso e la demolizione del preesistente in corrispondenza del quale è stata disposta la nuova struttura di grigliatura.

Il progetto definitivo dei *“Lavori di rifacimento degli impianti di pompaggio sui canali di Fibia, Nassa e Ansedonia nella laguna di Orbetello”*, nonché il progetto definitivo del *“Ripristino delle paratoie sul Fiume Albegna”* sono stati affidati in convenzione professionale al Prof. Stefano Pagliara.

Tenuto conto della necessità di avere ultimati per la stagione estiva seguente almeno la parte di lavori relativi alla installazione del sistema automatico di grigliatura sul Canale di Ansedonia, si è proceduto, con Ordinanza n° 220 del 04.03.2004, mediante ricorso al metodo dell'*appalto integrato* (con predisposizione del progetto esecutivo a cura dell'impresa esecutrice).

Gli impianti di grigliatura nell'area del Canale di Ansedonia sono stati realizzati e sono funzionanti.



Fig. 8.4.1 Impianti di grigliatura automatica di Ansedonia in fase esecutiva

Fig. 8.4.2 Impianto di grigliatura sul canale di Ansedonia in funzione

In merito alla realizzazione dei nuovi impianti di pompaggio sui canali di Nassa e di Fibbia, si è affidata la fornitura dei gruppi pompanti previsti in progetto con ordinanza n° 341 del 09.08.2004.

Con Ordinanza n° 356 del 10.09.2004 si è provveduto ad affidare, con il metodo dell'appalto integrato, i *lavori di rifacimento degli impianti di pompaggio sul canale di Fibbia*. I lavori sono stati completati.

In merito alla realizzazione dei lavori di “*Ripristino delle paratoie sul Fiume Albegna*”, con Ordinanza n° 355 del 09.09.2004, l'esecuzione è stata affidata e gli stessi sono stati completati.

Per il *refacimento degli impianti di pompaggio sul canale di Nassa* in data 19.01.2005, con Ordinanza n° 455, è stata affidata l'esecuzione dei lavori che sono stati completati con tutti gli impianti attivi.

8.5 Modifiche alle paratoie del canale di Fibbia sul Fiume Albegna (progetto definitivo Prof. Ing. Stefano Pagliara; Ordinanza di approvazione del progetto esecutivo ed affidamento n. 355 del 09/09/04).

Le paratoie poste in corrispondenza del ponte stradale sul canale di Fibbia in località Saline hanno richiesto, per il loro cattivo stato di manutenzione e per non poter più garantire un corretto controllo della circolazione delle acque, un intervento di sostituzione ed eliminazione degli inconvenienti presenti oltre che l'inserimento di una motorizzazione per la manovra rapida.

Il malfunzionamento registrato produceva l'immissione in Laguna di materiali solidi trasportati dalle acque fluviali durante i periodi di piena.



Fig. 8.5.1 Meccanismo manuale di manovra delle paratoie Fibbia/Albegna prima dei lavori

Fig. 8.5.2 Il sistema di manovra rinnovato

9. LA RETE DI COLLETTAMENTO DEI REFLUI E LA LORO DEPURAZIONE NELL'AMBITO DELL'AREALE

Nel corso delle attività commissariali l'areale Orbetello – Monte Argentario è stato investito da un complesso di opere inerenti il trattamento dei reflui urbani con l'obiettivo fondamentale di attenuare progressivamente gli apporti di nutrienti nelle acque lagunari.

La strategia adottata per questo scopo è stata quella di accentrare in un impianto di depurazione a Terrarossa, nel Comune di Monte Argentario, l'insieme dei reflui provenienti dagli abitati di Porto Santo Stefano, Porto Ercole, Orbetello (Centro, Neghelli e Scalo), Talamone, Fonteblanda, Albinia ed insediamenti minori collegati.

Le attività sono iniziate quindi con la realizzazione delle condotte e degli impianti di sollevamento e con il primo consistente segmento dell'impianto di Terrarossa.

Gli elementi strategici per il funzionamento generale del sistema e per allontanare dalla Laguna gli apporti indesiderati sono:

- la realizzazione di una condotta di ampio diametro capace di conferire al mare i reflui depurati e conferire sempre all'ambiente marino parte dei reflui provenienti dagli impianti di itticoltura (secondo il quadro prescrittivo dell'Ordinanza 3261 del 16/01/2003);
- la riutilizzazione di parte delle acque reflue depurate con trattamento terziario adeguato.

Le opere di seguito sinteticamente descritte investono quindi due distinti territori comunali; esse prevedono tuttavia un'organizzazione gestionale unitaria. Per questo motivo nella seguente trattazione, che assume a teatro ambientale l'area vasta, non si è ritenuto opportuno operare le distinzioni amministrative possibili e necessarie in relazione al procedimento della formazione del Piano Strutturale del Comune di Orbetello.

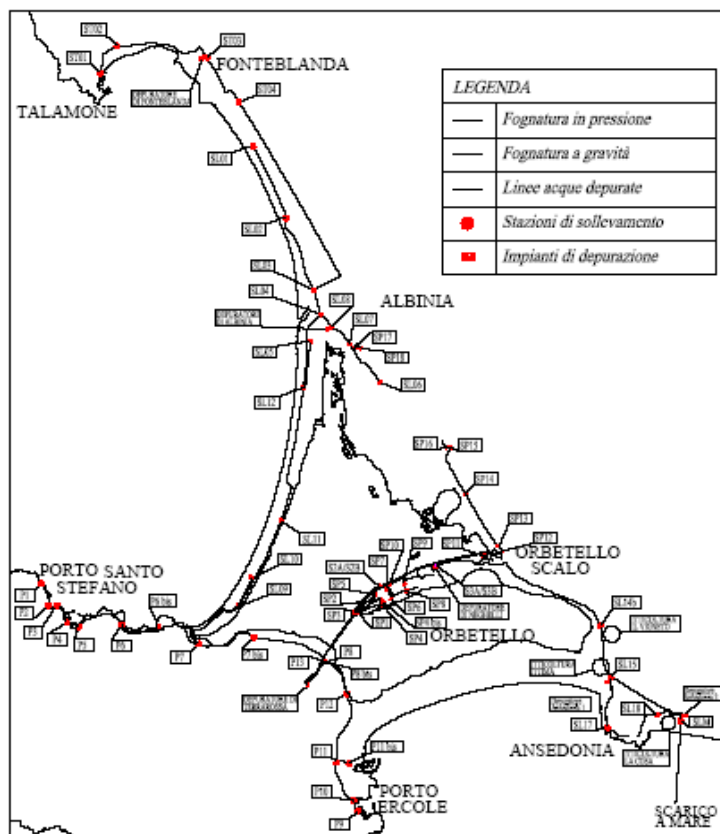


Fig. 9.1 La rete generale di collettamento dell'areale Orbetello – Monte Argentario

9.1 Rete di collettamento fognaria

La rete di collettamento dei reflui è costituita da una serie di rami nei quali sono presenti apposite stazioni di sollevamento per convogliare i liquami verso gli impianti di depurazione e gli scarichi previsti. Le condotte di convogliamento risultano essere quindi sia in pressione che a gravità.

L'intero sistema fognario di adduzione dei liquami è nell'attualità schematicamente suddivisibile nei seguenti tratti del resto contenuti nella descrizione della tavola QC 19 – Rete acquedottistica e fognaria del Quadro conoscitivo:

• Rete Nord, rete di collettamento tra Talamone e Santa Liberata (sviluppo ml. 29.650)

Tale rete è costituita dalle seguenti stazioni di sollevamento:

- ST01 ed ST02 presso Talamone;
- ST03 presso Fonteblanda;
- ST04;
- SL01 ed SL02 presso i campeggi costieri della fascia Osa - Albegna;
- SL03;
- SL04;
- SL06, SL07 e SL08 presso Casa Brancazzi ed Albinia;
- SL05, SL09, SL10, SL11, SL12 presso il tombolo della Giannella.

• Rete di collettamento tra Porto Santo Stefano e Porto Ercole ed il depuratore di Terrarossa (sviluppo ml. 16.160)

Tale rete è costituita dalle seguenti stazioni di sollevamento:

- P1, P2, P3, P4, P5 presso Porto Santo Stefano;
- P6, P6bis presso località Pozzarello;
- P7 presso Santa Liberata;
- P7 bis;
- P8, P8bis, P13 presso Terrarossa;
- P9, P10, P11 presso Porto Ercole;
- P11bis presso Cala Galera;
- P12.

• Rete di collettamento tra Orbetello e l'impianto di Terrarossa (centro storico di Orbetello) e tra Orbetello Scalo, Orbetello ed il depuratore di Neghelli (sviluppo ml. 17.490)

Tale rete è costituita dalle seguenti stazioni di sollevamento:

- S2A/B, S3A/B;
- Stazioni comunali SP1, SP2, SP3, SP4, SP4bis, SP5, SP6, SP7, SP8, SP9, SP10 situate in Orbetello;
- Stazioni comunali SP11, SP12, SP13, SP14 situate presso Orbetello Scalo;
- Stazioni comunali SP15, SP16 situate in località Quattro Strade;
- Stazioni comunali SP17, SP18 situate in località Casa Brancazzi.

• Rete di collettamento delle acque depurate dall'impianto di depurazione di Terrarossa a quello di Neghelli e da questo al mare (sviluppo ml. 19.725)

Tale rete è costituita dalle seguenti stazioni di sollevamento:

- SL14b;
- SL15;
- SL17 ed SL18 presso Ansedonia;
- SLM presso lo scarico a mare.

Si prevede entro il breve termine di pochi mesi di raggiungere l'operatività di tutti i rami di collettamento e la loro reciproca interconnessione, in modo da convogliare tutti i reflui prodotti dai centri abitati dell'areale verso il centralizzato impianto di depurazione di Terrarossa.

Le linee risultano già realizzate per la quasi totalità dello sviluppo, alcune sono in esercizio, mentre altre non sono mai state attivate.

Le acque trattate dall'impianto saranno pompate attraverso la rete sud, fino all'ultima stazione del ramo (SLM), dalla quale verranno scaricate al largo di Ansedonia, mediante apposita condotta sottomarina. Con la messa in funzione dello scarico a mare anche gli effluenti prodotti dalle itticultore ubicate nelle vicinanze della località di Ansedonia, ricchi in sostanze nutrienti che contribuiscono al fenomeno dell'eutrofizzazione delle acque, saranno scaricati direttamente a mare anziché, come avviene oggi, in laguna.

Alcuni degli interventi più significativi ancora da eseguire sono i seguenti:

- ripristino dei dispositivi (valvole di intercettazione e di ritegno) e degli organi di movimentazione acque (pompe sommerse) di alcune stazioni di sollevamento (soprattutto per quelle da più tempo ferme);
- ripristino ed impermeabilizzazione delle superfici delle vasche di alcune stazioni, di Orbetello centro e della Rete Nord e comunque per quelle a rischio di ingressi salini;
- in previsione della dismissione dell'impianto di Neghelli, adeguamento della stazione di sollevamento S3A ubicata presso l'area del depuratore in oggetto;
- installazione di misuratori di livello e di conducibilità nelle stazioni di Orbetello ed in quelle attualmente sprovviste e a rischio di ingressi salini;
- sostituzione dei quadri elettrici per le stazioni di Orbetello;
- installazione di unità di stoccaggio e dosaggio ossigeno presso le stazioni ST03, SL04 e P7 per evitare il fenomeno di setticizzazione dei liquami;
- installazione di misuratori di portata presso le stazioni della rete sud per la misurare flussi in uscita e pertanto per poter quantificare gli apporti delle itticultore.

Al fine di garantire la funzionalità della rete di collettamento fognaria in situazioni di mancanza di energia elettrica e conseguentemente per diminuire la probabilità che si abbiano sversamenti di liquami nella laguna di Orbetello dalle stazioni di sollevamento, si prevede l'installazione di idonei gruppi elettrogeni presso le aree di competenza delle stazioni di sollevamento.

9.2 Impianti di depurazione

Nei territori comunali di Orbetello e Monte Argentario attualmente esistono sei impianti di depurazione per le ubicazioni dei quali si rimanda allo schematico elaborato grafico precedente o alla Tavola QC19 del quadro conoscitivo dal titolo: "Urbanizzazione e reti tecnologiche – Rete acquedottistica e fognature".

- Depuratore di Fonteblanda a servizio degli abitanti di Talamone e Fonteblanda;
- Depuratore di Albinia, a servizio della frazione di Albinia (è recente l'attenuazione delle portate nere grazie all'esecuzione di opere di separazione delle fognature);
- Depuratore di Neghelli, che raccoglie quota parte di Orbetello ed Orbetello Scalo;
- Depuratore di Terrarossa, che nell'attuale configurazione raccoglie le acque reflue di Monte Argentario (Porto S. Stefano e Porto Ercole) e quota parte di quelle di Orbetello (centro storico);
- Due piccoli impianti di depurazione ad Ansedonia.

9.3 Storia dell'esistente impianto di depurazione di Terrarossa

L'impianto di depurazione di Terrarossa nella sua attuale configurazione è il risultato di una serie di interventi, commissionati in parte dall'Amministrazione Comunale di Monte

Argentario ed in parte dal Commissario delegato al sistema di raccolta e depurazione attivo nella prima fase dell'emergenza.

Le attività sono iniziate con il bando di gara del Comune di Monte Argentario per la costruzione del depuratore di Terrarossa, pubblicato sulla G.U. n. 293 del 16 dicembre 1989.

Nel settembre 1991 si è avuta l'approvazione degli atti tecnici e dell'offerta della Snamprogetti s.p.a. di Fano, G.M. 6 settembre 1991 n. 958, cui è seguito in data 2 dicembre 1991 rep. n. 594 il contratto di affidamento alla stessa Snamprogetti delle opere di raccolta, collettamento e depurazione dell'intero territorio comunale (I lotto impianto di depurazione di Terrarossa).

Negli anni 1992-1993 inizia, come si è già visto, l'emergenza ambientale della laguna di Orbetello, con la manifestazione di frequenti crisi anossiche, caratterizzate da evidenti fenomeni di eutrofizzazione delle acque della laguna.

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 2389/FPC del 21/07/1994 è stato nominato il Dott. Hubert Corsi quale *Commissario Delegato per il completamento dei sistemi di raccolta e depurazione nell'areale Laguna di Orbetello – Monte Argentario*; questi ha provveduto poi alla copertura finanziaria e all'affidamento dei lavori del II lotto dell'impianto, con ordinanza in data 20/01/1995, cui è seguita la stipula del contratto aggiuntivo di affidamento a Snamprogetti s.p.a. di Fano in data 20/01/1995.

L'avanzamento dei lavori ha comportato varianti tecniche ed opere suppletive non previste in sede di progetto; nel marzo 1996 è stata elaborata una perizia di variante e suppletiva relativa alla totalità delle opere comprese nell'appalto I e II lotto.

L'impianto è stato originariamente dimensionato e realizzato da Snamprogetti per servire la popolazione di Monte Argentario (Porto Santo Stefano e Porto Ercole) per un carico equivalente massimo pari a 40.000 abitanti, con un valore del rapporto tra popolazione servita in estate/inverno pari a 1,3 e con i seguenti valori specifici dei carichi di inquinamento:

Carico idraulico: l/abxd 260

BOD5: g/abxd 60

COD: g/abxd 120

Solidi sospesi: g/abxd 90

Azoto totale: g/abxd 12

Il ciclo tecnologico di trattamento innovativo basato sulla tecnologia U.A.S.B. ("Upflow Anaerobic Sludge Blanket") si componeva di due macro sezioni: la linea acque e la linea fanghi.



Fig. 9.2 Veduta aerea dell'impianto di depurazione di Terrarossa nello stato attuale

L'inquadramento normativo al tempo della progettazione della sezione di trattamento terziario, integrato successivamente all'impianto, prevedeva per effluenti recapitanti in corpi idrici, l'applicazione dei valori limite riportati nella tabella A della legge 319/76, e, per le acque destinate al riutilizzo anche per scopi irrigui, l'osservanza della normativa nazionale (Delibera CITAI del 04/02/1977 All.5).

I relativi lavori sono stati affidati alla ATI, costituita dalla società EUROECO S.p.A. (capogruppo) e dalla società SIDER-ALMAGIÀ S.p.A., secondo il contratto stipulato in data 11/07/1997, sono iniziati l'11/07/1997 e sono stati ultimati il 19/02/1999.

Fasi di trattamento

Il ciclo tecnologico previsto dall'impianto attuale è composto da fasi variabili a seconda della destinazione delle acque trattate:

Acque destinate a fertirrigazione e riuso industriale

Acque destinate alla fitodepurazione per lo scarico in laguna

9.4 Descrizione dell'intervento ancora da realizzare

Il Commissario attuale in esecuzione del proprio programma, redatto ai sensi dell'art. 2 dell'Ordinanza citata, ha dato incarico di predisporre il progetto preliminare per il potenziamento e l'adeguamento dell'impianto di depurazione di Terrarossa e per il completamento e l'adeguamento della rete di collettamento degli scarichi dell'areale dei Comuni di Orbetello e di Monte Argentario, tenendo conto del contesto esistente costituito dalle infrastrutture attualmente già realizzate ed in larga parte in esercizio, ponendosi come obiettivo generale l'uso, l'attivazione di quanto presente ed il potenziamento delle infrastrutture.

La gara per l'affidamento in concessione è stata espletata. Non si è al momento proceduto all'aggiudicazione, in quanto l'unica offerta pervenuta non è risultata conforme a quanto previsto nel bando di gara ed in quanto l'A.T.I. offerente ha richiesto un'integrazione degli importi previsti per la gestione del sistema.

Il Commissario sta assumendo pertanto le opportune iniziative per conseguire l'obiettivo della realizzazione.

Intanto gli interventi di ristrutturazione della rete fognaria di competenza comunale di Monte Argentario finalizzati al contenimento degli ingressi salini nella rete, sono stati completati da parte della ditta S3 Soncini di Poviglio (RE) e sono tuttora in corso le operazioni di collaudo (Cfr. Ordinanze n. 206 del 16/02/2004 "*Interventi di ristrutturazione della rete fognaria di competenza commissariale di Monte Argentario finalizzati al contenimento degli ingressi salini nella rete*" e n. 413 del 17/11/2004 e s.m.i. "*Interventi di ristrutturazione della rete fognaria di competenza del Comune di Monte Argentario finalizzati al contenimento degli ingressi salini nella rete*").

L'obiettivo generale dell'intervento consiste nel completamento del depuratore di Terrarossa e dei collettori primari in modo da assicurare la funzionalità del complessivo sistema di depurazione dell'intero areale, nel completamento della rete per il riutilizzo delle acque depurate, nonché al completamento del sistema di telecontrollo degli impianti di depurazione e di sollevamento.

In particolare i limiti di qualità da raggiungere dovranno rispettare quelli previsti dal D. Lgs. n°152/1999 allegato 5 (tabelle 1 e 3) relativamente allo scarico delle acque depurate a mare e allegato 5 (tabelle 1, 2, 3) relativamente allo scarico in laguna, definita area sensibile ai sensi dell'art. 18 del D. Lgs. n°152/1999 citato.

I limiti di qualità delle acque reflue depurate da utilizzare nell'irrigazione di impianti sportivi ed aree a verde e nell'uso nei cantieri navali e lavaggio barche per le aree portuali di Porto S.Stefano e Porto Ercole sono quelli previsti dal D.M. n°185 del 12/06/2003.

Monte Argentario	
Porto S.Stefano	11000
Porto Ercole	5000
Cala Galera – Poggio Pertuso	2500
Totale:	18500
Orbetello	
Orbetello	13500
Orbetello Scalo	2500
Talamone	2000
Fonteblanda	1500
Campeggi Osa - Albegna	11000
Albinia - Casa Brancazzi	5000
Giannella	5000
Inseggimenti sparsi	1000
Totale:	41500
Totale complessivo:	60000

Tab. 9.1 Abitanti equivalenti serviti dall'impianto di Terrarossa potenziato

Tutte le attività dovranno essere svolte tenendo conto di minimizzare gli impatti ambientali che possono aversi in relazione alle attività di collettamento e depurazione, stante il particolare pregio ambientale dell'area della laguna di Orbetello, classificata esplicitamente come area sensibile dalla vigente normativa.

Il sistema di collettamento fognario dell'area dei comuni di Orbetello e Monte Argentario risente nel periodo estivo dell'aumento di popolazione dovuto al consistente afflusso turistico. Nella tabella precedente sono riportati i dati riferiti alla popolazione che insiste sulle varie località nei mesi estivi, individuabili come utenze allacciabili.

9.5 Impianti di depurazione

La centralizzazione della depurazione presso l'impianto di Terrarossa porterà allo smantellamento degli impianti di depurazione di Fonteblanda, Albinia e Neghelli, mediante la demolizione delle infrastrutture ed il recupero delle aree per altri utilizzi.

Pertanto l'impianto di Terrarossa sarà potenziato per trattare tutte le acque reflue dell'areale, fino ad una capacità depurativa di 60.000 abitanti equivalenti, con la sola esclusione di quelle di Ansedonia; i liquami prodotti dal centro abitato di Ansedonia saranno infatti trattati nei due impianti installati presso le stazioni di sollevamento della rete sud SL15 ed SLM.

Le attività previste nell'impianto di depurazione di Terrarossa comprendono anche la realizzazione di una nuova sezione destinata al trattamento dei bottini (extraflussi) con una potenzialità prevista di circa 100 m³/giorno nonché di una sezione di trattamento delle acque depurate dedicata al loro riutilizzo con una potenzialità di circa 435 m³/h.

Il processo di depurazione è specificatamente mirato alla rimozione biologica delle sostanze nutrienti, quali azoto e fosforo, promuoventi l'eutrofizzazione delle acque della laguna di Orbetello.

Il sistema del progetto definisce due linee di trattamento:

- una, di nuova realizzazione, basata sulla rimozione biologica di azoto e fosforo
- una, esistente, mirata al trattamento dei liquami attraverso reazioni biologiche promosse mediante biorulli

La prima prevede una serie di reazioni condotte in ambiente anaerobico, anossico ed aerobico, una fase di sedimentazione biologica ed una fase finale di filtrazione e disinfezione, prima del riutilizzo delle acque o dello scarico.

L'altra linea riprende la parte esistente dell'impianto ed è composta da una serie di trattamenti biologici di denitrificazione e nitrificazione con biomassa adesa (biorulli), da una fase di sedimentazione biologica, e da una sezione finale di filtrazione e disinfezione: queste ultime due fasi sono condotte ripristinando la funzionalità della sezione di trattamento terziario già esistente ed al momento non operante.

In caso di necessità si potrà prevedere l'abbattimento chimico del fosforo mediante l'utilizzo delle vasche del trattamento terziario già presenti, sia per la nuova linea che per la linea esistente.

In ogni caso si prevede di utilizzare la linea esistente solo nei periodi dell'anno a maggior carico, ovvero nei mesi estivi.

Il processo previsto ottimizzerà l'utilizzo delle infrastrutture e delle apparecchiature attualmente presenti (edifici, vasche, macchinari...).

9.6 Caratterizzazione dei carichi in ingresso al Depuratore di Terrarossa

L'aspetto più importante per quanto riguarda gli impatti del depuratore è senza dubbio la caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque, in ingresso ed in uscita al trattamento.

Per quanto riguarda il flusso di reflui da trattare, il carico massimo in ingresso al depuratore si avrà sicuramente nel periodo estivo, in cui si stima un numero di utenti allacciabili pari a 60.000, contro i 30.000 previsti per il periodo invernale.

In estate si stima di avere una portata media in ingresso al depuratore pari a 600 m³/h, mentre la portata di punta in tempo secco è valutata in 900 m³/h. Per stimare la portata massima in condizioni di pioggia sono stati considerati separatamente i rami di fognatura di tipo misto (Porto S.Stefano e Porto Ercole) da quelli provvisti di fognatura di tipo separato (provenienti dal Comune di Orbetello); per i primi si è considerata una portata massima di pioggia pari a 3 volte la portata media, mentre per gli ultimi si è usata ancora la portata di punta nera; ne risulta una portata massima nei periodi piovosi di 1.177 m³/h.

Per le condizioni di carico idraulico future, quando verrà realizzata la separazione delle fognature di Porto S. Stefano e Porto Ercole, si prevede una riduzione del carico idraulico massimo (stagione estiva) a 900 m³/h.

Per quanto riguarda le concentrazioni delle specie inquinanti in ingresso, di seguito sono riportati i valori calcolati dei parametri in condizioni di medio carico inquinante e quelli relativi ai parametri assunti in condizioni di massimo carico (analisi ARPAT Agosto 2003) in ingresso all'impianto di Terrarossa:

Concentrazioni medio carico	Medio carico		Massimo carico
	Estate	Inverno	Estate
BOD ₅ (mg O ₂ /l)	254.0	237.0	315.0
COD (mg O ₂ /l)	579.2	603.3	945.0
P tot (mg P/l)	14.1	13.3	12.0 ⁵
N tot (mg N/l)	72.3	52.1	63.8
N nitroso (mg N/l)	0.1	0.3	0.1
N nitrico (mg N/l)	0.6	0.8	0.6
N ammoniacale (mg NH ₄ /l)	74.7	58.7	53.9

Tab. 9.2 Concentrazioni previste in ingresso al Depuratore di Terrarossa

9.7 Rete di collettamento fognaria

Il progetto prevede di raggiungere l'operatività di tutti i rami di collettamento e la loro reciproca interconnessione, in modo da convogliare tutti i reflui prodotti dai centri abitati dell'areale verso il centralizzato impianto di depurazione di Terrarossa; le linee risultano già realizzate per la quasi totalità dello sviluppo.

Le acque trattate dall'impianto saranno pompate attraverso la rete sud, fino all'ultima stazione del ramo (SLM) con le modalità e finalità indicate in precedenza.

9.8 Ripristino e completamento della rete di distribuzione di acqua di riutilizzo

Il progetto prevede il ripristino, il completamento e l'estensione della rete di distribuzione di acqua di riutilizzo, riprendendo gli obiettivi individuati a suo tempo dal Piano Strutturale del Comune di Monte Argentario:

- servizio idrico dei porti di Porto S. Stefano e di Porto Ercole;
- soddisfacimento dei consumi irrigui degli impianti sportivi nella Cittadella dello Sport alle Piane (Centro Sportivo Locale, Campo del Polo, Centro Ippico, Campo da golf).

A tale scopo debbono essere curati gli aspetti legati ai trattamenti di finitura, quali ad esempio filtrazione e disinfezione.

Di primaria importanza anche il completamento della rete di distribuzione dell'acqua alle varie utenze, con l'aggiunta di un ulteriore ramo di collegamento con Orbetello.

Lo stato attuale delle rete di distribuzione dell'acqua di riutilizzo prevede l'esistenza di un collettore che parte dall'impianto di depurazione di Terrarossa ed arriva presso la stazione di sollevamento P8: in tale punto la linea di distribuzione si divide in due rami, uno che procede verso Porto Santo Stefano e fino alla stazione di sollevamento P6, l'altro che procede verso il centro abitato di Porto Ercole.

Ad oggi la rete risulta incompleta per la mancanza di un tratto di tubazione in località Pozzarello, a monte dell'arrivo alla stazione P6 e di un tratto in Porto Ercole, prima dell'arrivo della linea alla stazione di sollevamento P10.

Gli interventi previsti dal progetto sono mirati quindi al completamento della rete di distribuzione, sia verso la zona portuale di Porto Santo Stefano, che di Porto Ercole, ed alla realizzazione del ramo di distribuzione verso il centro di Orbetello, con la possibilità anche di utilizzare l'acqua destinata al riutilizzo come flusso di ricircolo delle acque in laguna.

La rete di distribuzione dell'acqua di riutilizzo risulterà completa di misuratori di portata per la quantificazione dei flussi erogati nelle linee principali e da dispositivi di intercettazione dei vari rami della rete (valvole motorizzate) e completata da pressostati analogici; saranno inoltre installate valvole manuali di intercettazione sui rami secondari complete di manometri. I nuovi tratti da realizzare saranno costituiti da tubazioni in PEAD con DN 140/315 per complessivi 5.310 ml circa.

9.9 Telecontrollo

Attualmente risultano installati due sistemi di supervisione e controllo separati, non dialoganti tra loro, uno avente tecnologia Swedmeter per la gestione delle stazioni di sollevamento di Monte Argentario (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P6bis, P7, P7bis, P8, P13, P9, P10, P11, P11bis, P12) e di Orbetello (ST01, ST02, ST03, ST04, S2A/B, S3A/B), l'altro avente tecnologia Sofrel per la gestione delle stazioni P8bis, SL14b, SL15 e di parte dell'impianto di Terrarossa. Il progetto prevede di definire e di realizzare un unico sistema di telecontrollo centralizzato, in modo da garantire un efficace monitoraggio delle condizioni di lavoro delle stazioni di sollevamento dell'intero areale e di alcuni parametri caratteristici dei liquami pompanti (conducibilità e portata), nonché l'automazione locale del depuratore con architetture di tipo distribuito ad alta affidabilità.

Tale progetto prevede inoltre l'integrazione ed il riutilizzo di tutte le infrastrutture di telecontrollo esistenti (RTU).

Anche la rete di distribuzione dell'acqua di riutilizzo sarà sottoposta al sistema di telecontrollo per il monitoraggio dei flussi erogati alle utenze e per la gestione dei dispositivi di sezionamento dei vari rami (elettrovalvole di intercettazione).

9.10 Fattibilità dell'intervento

Di seguito si riporta l'analisi dei possibili fattori ostativi alla realizzazione dell'intervento di potenziamento dell'impianto di depurazione di Terrarossa, al fine di garantirne la fattibilità.

9.10.1 Indagini geologiche

Lo "Studio geologico tecnico preliminare" elaborato dallo Studio di Geologia e Tecnologie Ambientali di Follonica riporta le seguenti conclusioni:

- l'intervento preventivato risulta geologicamente fattibile, in quanto non sarà causa di scompensi al regime idrico superficiale e/o sotterraneo;
- l'intervento ricade nelle aree perimetrate ai fini del vincolo idrogeologico di cui al R.D. n. 3267/23, mentre ricade nelle aree non perimetrate ai sensi della ex D.C.P. n° 89/99;
- l'area risulta al di fuori degli ambiti di applicazione dell'art. 80 della Delib. 12/00 in relazione agli ambiti relativi al rischio idraulico;
- la cartografia allegata al PAI (Delib. N° 831/2001) per la zona in esame non è stata prodotta: si può comunque asserire che, in relazione alle quote di 10 – 25 m sul livello del mare, l'area si trova in sicurezza idraulica rispetto a possibili episodi di esondazione;
- sono state eseguite n° 6 prove penetrometriche dinamiche che hanno consentito di ipotizzare un modello fisico preliminare del terreno sul quale è stata eseguita una ipotesi di calcolo di capacità portante. È stata effettuata una successiva campagna di approfondimento con rilievi geofisici basati sull'impiego della sismica a rifrazione in superficie e della sismica a rifrazione in foro del tipo down-hole. Sono stati eseguiti allo scopo di caratterizzare, da un punto di vista sismico, le varie formazioni litologiche nell'area in esame e fornire i parametri progettuali richiesti dalla normativa sismica nazionale (O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003). In generale lo studio e le indagini sono state esperite in funzione dei dettami dell'art. 25 e succ. del DPR n. 554/99 (Regolamento di attuazione della L. n. 109/94 e successive modifiche ed integrazioni). Le indagini hanno dato esito positivo ed il suolo corrisponde alla categoria B definito nella normativa;
- dovranno comunque essere previste idonee opere di presidio atte alla raccolta, convogliamento ed allontanamento delle acque meteoriche al fine di evitare fenomeni di infiltrazione e/o ristagno che potrebbero causare uno scadimento delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione.

Di conseguenza non sono state rilevate condizioni che possano sconsigliare la realizzazione dell'intervento di ampliamento dell'impianto di depurazione.

9.10.2 Analisi degli strumenti di pianificazione e vincolistica

Premesso che quanto segue concerne direttamente il Comune di Monte Argentario si considera necessario indicare le verifiche e le valutazioni adottate a causa della prossimità dell'area del Depuratore al perimetro lagunare oltre che per evidenti motivazioni di carattere territoriale a scala sovracomunale.

È stata effettuata in via preliminare un'analisi approfondita degli strumenti di pianificazione vigenti e del sistema di vincoli che insiste sull'area di intervento, al fine di individuare eventuali situazioni ostative alla realizzazione del progetto.

Una descrizione particolareggiata di tutti gli aspetti considerati può essere consultata nello Studio di Prefattibilità Ambientale facente parte della documentazione progettuale preliminare; in questa sede se ne riassumono le principali conclusioni.

L'intervento è contemplato anche dal Piano Strutturale del Comune di Monte Argentario dove viene citato il depuratore come *“opera pubblica determinante”*: infatti si prevede il riutilizzo delle acque in uscita dal trattamento terziario per l'irrigazione del campo da golf e per altri usi pubblici. Ciò contribuirà a soddisfare uno dei requisiti richiesti dal Piano Strutturale stesso per l'area sportiva Le Piane, ovvero di *“assicurare una disponibilità idrica effettiva, a totale copertura dei fabbisogni indotti dallo sviluppo delle attività sportive programmate”*. Il Piano Strutturale individua infatti come intervento ad elevata priorità la *“realizzazione di una rete duale di adduzione delle acque terziarie provenienti dal depuratore di Terrarossa...”*.

Va rilevato che saranno necessarie alcune modifiche al Piano regolatore/Regolamento Urbanistico del Comune di Monte Argentario per adeguarlo alle mutate esigenze di depurazione, in particolare dovrà essere previsto l'adeguamento e l'ampliamento della fascia di rispetto di 100 m che corre intorno all'area del depuratore esistente.

Non si sono individuati conflitti con le funzioni d'uso attualmente presenti nell'area in cui è già presente il depuratore; il terreno circostante è destinato ad uso agricolo, oppure ad area ricreativa, (previsto uno spazio destinato al gioco del polo, del golf e relative infrastrutture ricettive).

Il centro abitato più vicino è quello di Terrarossa, che risulta comunque al di fuori della fascia di rispetto prevista attorno all'impianto.

La presenza del centro abitato non rappresenta quindi un fattore pregiudiziale alla realizzazione dell'intervento; si è quindi posta la massima attenzione agli aspetti che consentono di minimizzare i potenziali impatti ed i fattori di conflittualità, in particolare produzione di odori molesti, inquinamento atmosferico, rumorosità, presenza fisica delle strutture (impatti visivi).

Tutta l'area è soggetta a vincolo idrogeologico e paesaggistico, quest'ultimo vale per l'intero territorio comunale.

Dal punto di vista della vulnerabilità della falda, si fa riferimento al PTC della Provincia di Grosseto, relativa ai problemi geologici; l'intervento in oggetto rientra in classe di fattibilità 3, “condizionata”, per la classe di rischio di vulnerabilità della falda, per cui “sono richieste indagini di dettaglio, condotte a livello di “area complessiva”; risulta invece in classe di fattibilità 2 (“la destinazione non solleva problemi particolari”) per il rischio geologico ed 1 (“situazione ottimale”) per il rischio idraulico, per cui non si pongono particolari problemi da questi punti di vista.

Come ultima considerazione si sottolinea il fatto che il Comune di Monte Argentario, in base a quanto disposto dalla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 e dalla Delib. C.R.T. n° 169 del 08/10/2003, essendo classificato come sismico in zona 4, ha l'obbligo di effettuare progettazioni antisismiche per strutture ed infrastrutture di carattere pubblico.

9.10.3 Impatti sul sistema idrico dei Comuni di Monte Argentario ed Orbetello

L'area oggetto dell'intervento è situata in una valle compresa tra i Poggi Polveriera (148,3 m. s.l.m.) e Terrarossa (83,0 m. s.l.m.). Tale terreno non è caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua.

Per una descrizione approfondita del ciclo di trattamento previsto in sede di Progettazione Preliminare si rimanda alla Relazione di Progetto.

Per quanto riguarda il consumo di risorse idriche dovuto al funzionamento dell'impianto di depurazione, non si avranno impatti significativi (a parte il consumo idrico per usi civili nella palazzina uffici, che riteniamo non significativo dal punto di vista quantitativo); l'acqua utilizzata per le varie fasi del ciclo tecnologico e per l'irrigazione delle aree a verde sarà prelevata in coda al trattamento.

Più in generale, il bilancio degli impatti dell'intervento sull'aspetto "acqua" sarà positivo: raccolta delle acque reflue da trattare nell'impianto di depurazione, trattamento delle stesse nel rispetto delle normative vigenti; infatti lo scarico in laguna dei reflui avverrà solo in condizioni di emergenza e soddisferà i limiti di legge imposti per le aree sensibili (tabelle 1, 2 e 3 dell'Allegato 5 del D. Lgs. 152/99).

Inoltre il trattamento di raffinazione dell'impianto sarà in grado di soddisfare il fabbisogno idrico del campo da golf, attualmente in fase di costruzione in loc. Le Piane, per 6 mesi l'anno, da aprile a settembre, fornendo circa 300.000 m³/anno di acqua depurata; la quota restante di acqua trattata verrà destinata al centro abitato di Orbetello, nonché alle aree portuali di Porto S.Stefano e Porto Ercole, consentendo un notevole risparmio di acqua da acquedotto.

Il complesso degli interventi previsti per la riorganizzazione del sistema di depurazione prevede la futura dismissione dei depuratori di Albinia, Fonteblanda e Neghelli; questo aumenterà l'efficienza del sistema depurativo della zona, con un conseguente risparmio di materie prime, energia, trasporto fanghi, etc.

Si ritiene opportuno sottolineare anche gli aspetti positivi che deriveranno dalla realizzazione degli interventi in cui si inserisce l'ampliamento del depuratore di Terrarossa: il complesso di lavori previsti sul sistema di collettamento dei reflui del Comune di Orbetello a Terrarossa e il conseguente scarico a mare del refluo depurato consentiranno lo scarico a mare delle acque reflue di due itticoltive che al momento conferiscono in laguna, apportandovi quantità ingenti di nutrienti. Questo può essere considerato senza dubbio un impatto positivo, indiretto, ma significativo.

9.10.4 Controllo delle acque di pioggia

Il problema dell'inquinamento delle acque di prima pioggia o di dilavamento sorge laddove queste vengono a contatto con elementi che talvolta si trovano sui piazzali degli insediamenti produttivi, per esigenze proprie di carattere industriale e per sversamenti accidentali.

I piazzali dell'impianto in questione contemplan tali condizioni di possibile contaminazione, per possibili sversamenti accidentali che potranno verificarsi ad esempio durante le fasi di trasporto fanghi e/o conferimento bottini.

Le acque di pioggia, opportunamente canalizzate e raccolte, saranno rilanciate in testa al trattamento biologico, per cui non si avrà alcuna dispersione del percolato nell'ambiente esterno.

Ai fini della caratterizzazione e del controllo dei possibili fenomeni di contaminazione dovuta al dilavamento operato dalle acque piovane primarie (acque di prima pioggia) delle aree di superfici quali piazzali di parcheggio, movimentazione, manovra, etc. sono considerate tutte le aree scoperte aventi superfici artificiali di impermeabilizzazione, costituite nel nostro caso dalle superfici coperte e da strade, piazzali e marciapiedi.

L'area dell'impianto esistente è già dotata di una propria rete fognaria interna per il convogliamento delle acque piovane verso un'apposita vasca di raccolta (W-104), da dove l'acqua viene sollevata alla stazione di sollevamento W-4, che la rilancia all'interno del ciclo di depurazione.

Per l'eventuale eccedenza la vasca è dotata di scarico di troppo pieno che convoglia le acque allo scarico dell'impianto.

Per garantire il trattamento delle acque di prima pioggia ricadenti sull'area dell'ampliamento, la parte nuova dell'impianto sarà anch'essa provvista di sistema fognario di collettamento delle acque di pioggia, recapitante in vasche tali da immetterla nel ciclo di depurazione.

9.10.5 Altri impatti

Un impatto visivo indiretto ma molto positivo dell'intervento di potenziamento di Terrarossa sarà dovuto al ripristino delle aree attualmente occupate dai depuratori di Neghelli, Fonteblanda ed Albinia, che verranno dismessi una volta a regime l'impianto di Terrarossa.

L'area occupata dal depuratore di Neghelli sarà riutilizzata ai fini di riqualificazione urbanistica mediante un programma integrato di intervento (comparto Neghelli) ai sensi della legge 179/92 art.16 e D.D.R.T. n.5975 del 31.10.01; rimarrà in funzione la stazione di sollevamento S3A/3B completa di tutti i relativi accessori e sarà delimitata da apposita recinzione e perfettamente inserita nel progetto di sistemazione complessiva.

L'area del depuratore di Fonteblanda sarà recuperata ed inserita nel contesto ambientale circostante; rimarrà in funzione la stazione di sollevamento ST03, completa di tutti i relativi accessori e sarà delimitata da apposita recinzione.

L'area dell'impianto di Albinia sarà completamente reinserita nel contesto di zona umida in cui è ubicata.

10. LA RACCOLTA DELLE MACROALGHE ED IL LORO SUCCESSIVO TRATTAMENTO

10.1 La raccolta ed il trattamento delle alghe

La raccolta delle alghe ha dato negli ultimi anni il seguente risultato operativo:

- anno 2002 t 4.447,42
- anno 2003 t 7.107,12
- anno 2004 t 6.760,10

La dinamica si è mantenuta negli anni (a parte il 2002) su livelli dello stesso ordine di grandezza.

Stante la situazione descritta nei paragrafi precedenti è ipotizzabile che la quantità di sostanza organica, attualmente presente nei sedimenti, pur senza ulteriori nuovi apporti dall'esterno, sia da sola in grado di sostenere una produzione macroalgale negli anni a venire pari a varie decine di migliaia di tonnellate.

D'altra parte occorre tener conto che gli interventi di raccolta delle alghe non possono essere realizzati in maniera radicale. Occorre operare infatti, come si è visto, per eliminare, per quanto possibile, la sola vegetazione nociva senza recare pregiudizio a quel tipo di flora che assicura una positiva funzionalità all'ecosistema lagunare (fanerogame).

È necessario pertanto proseguire con l'attività di controllo svolta da ARPAT sulla distribuzione delle macroalghe e delle fanerogame, che vengono effettuate con mezzi nautici e qualche volta aerei. Si ipotizza di poter utilizzare, anche in integrazione, immagini telerilevate a condizione che il costo unitario delle acquisizioni possa essere mantenuto entro limiti ragionevoli.

Il complesso degli studi effettuati e delle simulazioni sperimentate indica come sia indispensabile la prosecuzione dell'attività di raccolta, rendendola per quanto possibile selettiva, non solo durante la fase di emergenza e gestione commissariale, ma anche in fase successiva di gestione ordinaria, considerando quindi la rimozione del materiale algale una attività manutentiva costante da eseguire nei bacini lagunari, almeno fino alla definizione di una nuova condizione di equilibrio nel bilancio delle sostanze nutrienti rilasciate in laguna e conseguentemente fra produzione e compatibilità ecosistemica.

Le attività devono quindi essere orientate, oltre che alla massimizzazione dei quantitativi raccolti, anche ad organizzare il sistema in maniera da conferirgli il miglior rapporto tra efficienza e costo.



Fig. 10.1 Il cassone del battello raccogli alghe in fase di accumulo durante la raccolta



Fig. 10.2 La struttura per il pretrattamento e stabilizzazione delle alghe

L'ottimizzazione dell'attività di raccolta viene perseguita in base ai seguenti presupposti:

- massimizzare la quantità di alghe raccolte da ogni imbarcazione durante il periodo di lavoro;
- ridurre i tempi di trasferimento delle imbarcazioni per il raggiungimento dei punti di attracco e per lo scarico delle alghe raccolte;
- ridurre la percentuale di acqua salata presente nelle alghe raccolte, al fine di abbattere pesi, volumi da trasferire e quantità di percolato prodotto nell'impianto di trattamento di Patanella;
- intervenire su aree al momento irraggiungibili dai mezzi a disposizione del Commissario per la presenza di fondali troppo bassi;
- accelerare la fase di scarico e carico su autocarro delle biomasse;
- ottimizzare le fasi di trasferimento delle biomasse all'impianto di Patanella.

Gli obiettivi sopra indicati sono stati al momento conseguiti in parte; si citano in particolare le iniziative dirette a questo scopo assunte dall'Ufficio del Commissario:

- acquisizione di un nuovo natante in grado di raggiungere aree a basso o bassissimo fondale;
- installazione, sui natanti attivi, di strumentazione GPS in grado di registrare e graficizzare poi la posizione istantanea del natante e, quindi, i percorsi di raccolta; la correlazione tra le mappe disponibili e le quantità raccolte consente di formare un attendibile quadro tematico dell'ultima campagna di raccolta (anno 2005);
- sostanziale incremento dei punti di caricamento a terra tra i quali la testata dell'argine della rimossa conterminazione di Gorghiti.

10.2 Gli interventi sull'impianto di trattamento delle biomasse algali di Patanella

Nel corso del periodo di commissariamento 1998-2002 si è dato corso alla costruzione di due moduli di vasca confinata per il conferimento e lo stoccaggio provvisorio delle biomasse algali raccolte. Per impedire che il percolato rilasciato dai materiali interferisse direttamente con il sistema freatico esistente in sito, si è proceduto alla impermeabilizzazione delle vasche. Con tale metodica è stato pertanto impedito anche il rilascio di sostanze nutrienti alle acque lagunari attraverso la corrivazione superficiale e profonda. Il percolato prodotto è stato inizialmente conferito all'impianto di depurazione di Follonica e successivamente avviato, con dinamica specifica, al Depuratore di Neghelli.

Per dotarsi di uno strumento con caratteristiche strutturali definite, specificamente destinato e capace di superare la pratica dello stoccaggio confinato incontrollato, si è dato successivamente corso alla realizzazione di un'area attrezzata per l'ammassamento temporaneo e per la stabilizzazione delle biomasse raccolte.

Dai manufatti dell'area attrezzata, dopo la stabilizzazione, le alghe vengono infine sistemate con protezione e copertura superficiale ottenuta mediante la pratica del "capping" per lungo periodo in modo da ottenere isolamento fisico e chimico.

L'eliminazione pressoché totale dell'afflusso di nutrienti, il miglioramento dell'idrodinamica lagunare, la rimozione di fanghi ricchi di nutrienti, lo sviluppo di macrofite antagoniste alle macroalghe produrranno nel tempo una riduzione della biomassa algale da rimuovere e da trattare.

Pertanto si ritiene che l'impianto di Patanella, utilizzato con minori quantitativi, possa adeguatamente svolgere le funzioni per cui è stato realizzato.

Le possibilità ulteriore di utilizzazione delle biomasse essiccate sono legate alla rapida realizzazione di quanto previsto nel Piano di gestione dei rifiuti solidi urbani, approvato recentemente dall'Amministrazione Provinciale di Grosseto.

In fase transitoria, tuttavia, pare opportuno verificare altre possibilità di trattamento.

Considerando che:

- la raccolta della massima quantità di alghe avviene in periodo estivo o tardo primaverile, durante il quale si ha una forte insolazione ed una ridotta piovosità;
- che in adiacenza all'area ove è ubicato l'impianto esiste un'ampia proprietà comunale di terreni non coltivati;
- che, una volta essiccata la biomassa algale è più facilmente smaltibile in quanto si riducono in misura notevolissima sia il volume sia il peso del materiale;

è stata messa in attuazione una sperimentazione basata sulla realizzazione di una superficie scoperta di modeste dimensioni, adeguatamente impermeabilizzata per impedire la percolazione di acqua salata nel terreno, e dotata di tubazioni di raccolta del percolato, su cui stendere meccanicamente le alghe in strati di modesto spessore, per verificare i tempi di essiccamento e la effettiva riduzione di pesi e volumi.

La sperimentazione è condotta da StudioAmbiente di Grosseto e Tekneko S.r.l. di Massa d'Albe (AQ), ed è stata autorizzata dal Commissario con Ordinanza n° 342 del 11/08/04. L'obiettivo è quello di verificare la possibilità di utilizzo del materiale algale per la produzione di terreno artificiale, mediante preventiva miscelazione con fanghi di depurazione e terreni di scavo e successiva fase di stabilizzazione.

La sperimentazione sta dando al momento esiti positivi. Il terreno artificiale prodotto potrebbe trovare impiego per la bonifica, la definitiva sistemazione e la rinaturalizzazione delle casse di colmata attualmente utilizzate per le attività commissariali.

Alla luce del risultato finale della sperimentazione, potrà essere valutata la funzionalità del trattamento e la sua economicità e, conseguentemente, la possibilità di estendere il trattamento a tutta la biomassa algale raccolta.

11. LA MOVIMENTAZIONE E SISTEMAZIONE DEI SEDIMENTI

11.1 Gli interventi idraulici e manutentivi a difesa dell'ecosistema lagunare

La laguna necessita stabilmente di una serie di interventi di tipo manutentivo ed idraulico la cui finalità è quella di preservare e/o migliorare la qualità attuale dell'ecosistema lagunare.

La gestione idraulica è basata essenzialmente su due regimi di circolazione:

- § regime di circolazione naturale;
- § regime di circolazione forzata.

Gli scambi in regime di circolazione naturale con le acque di mare e con le acque della foce del fiume Albegna, in cui le tre bocche sono in comunicazione con il mare ed i flussi alle bocche, entranti ed uscenti, sono regolati dalla marea attraverso tre canali: Nassa, Fibbia e Ansedonia.

Gli scambi in regime di circolazione forzata in cui due bocche sono chiuse ed i flussi, entranti in laguna, sono regolati da idrovore, mentre la terza bocca è in comunicazione con il mare ed il flusso è regolato dalla marea.

Al fine di garantire un complessivo miglioramento del quadro ambientale della Laguna sono in corso di realizzazione interventi di risanamento che riguardano in particolare:

- § il miglioramento della circolazione delle acque in laguna
- § la rimozione dei sedimenti
- § il ripristino di canali interni

interventi che complessivamente concorrono in maniera determinante a minimizzare l'insorgere di fenomeni di eutrofizzazione attraverso una migliore e più efficace circolazione di acque con più elevato tenore di ossigeno.

Da qualche anno a questa parte infatti si sono registrati miglioramenti della chimico-fisica delle acque, soprattutto per l'innalzamento dei valori minimi dell'ossigeno disciolto durante il periodo estivo, e il ripopolamento dei substrati da parte delle fanerogame acquatiche, in particolare *Ruppia cirrhosa* e *Zostera noltii*.

Contestualmente la vegetazione algale ha subito una significativa riduzione negli sviluppi della biomassa, e un rapido cambiamento di qualità, con il ritorno delle specie nitrofile.

Nello specifico per migliorare la circolazione delle acque lagunari ed eliminare porzioni di acque stagnanti, nell'ultimo anno sono stati realizzati, ed alcuni sono ancora in corso, significativi interventi, tutti riconducibili alle prescrizioni dell'ordinanza P.C.M. n. 3261 del 16/01/2003:

- § eliminazione della zona conterminata di Ansedonia
- § realizzazione di una serie di canali interni
- § realizzazione di una serie di dragaggi
- § realizzazione di un sistema di "casce di colmata".

11.2 Eliminazione della zona conterminata di Ansedonia (Gorghiti)

Nel corso dell'anno 2004 si è dato corso e completata la rimozione della prima delle "conterminazioni" presenti in laguna. Detto intervento è consistito nella eliminazione della barriera fisica (scogliera) che separava una porzione di laguna nell'area di Gorghiti.

Date le motivazioni per le quali la conterminazione era stata realizzata si è potuto dare attuazione a questo intervento grazie a paralleli provvedimenti adottati per incidere sulle cause che avevano consigliato la separazione dell'area dal resto del corpo idrico, si citano in particolare:

- le ordinanze per i trattamenti e la modifica delle modalità di conferimento in laguna/canale di Ansedonia delle acque provenienti dagli impianti di itticoltura prossimi;
- il dragaggio del fondo contestuale alla rimozione;
- la disponibilità di nuovi mezzi raccogli alghe per bassi fondali;
- la realizzazione dell'impianto di raccolta automatica delle alghe sul canale di Ansedonia.

Con l'intervento in questione si è determinato un significativo ampliamento dello specchio d'acqua lagunare essendo stati restituiti alla laguna circa ha 14 di specchio d'acqua.

Fig. 11.1 L'argine della conterminazione *ante operam*.

Fig. 11.2 L'abnorme sviluppo di alghe flottanti nella conterminazione di Gorghiti



Fig. 11.3 Dragaggio dell'area conterminata

Fig. 11.4 La zona conterminata restituita alla Laguna dopo il dragaggio con diversa qualità delle acque e con la piazzola per l'attracco dei battelli raccogli alghe; in primo piano la nuova cassa di colmata.

11.3 Realizzazione di una serie di dragaggi

L'effettuazione dei dragaggi negli anni 2004 e 2005 ha assolto ed assolverà una duplice sostanziale funzione:

- § quella di eliminare sedimenti ricchi di nutrienti che determinano la crescita delle alghe
- § quella di aumentare la profondità della laguna migliorandone sia la circolazione che la qualità delle acque.

Sono stati individuati tre specifici ambiti d'intervento:

- § Ansedonia

11.4 Realizzazione di una serie di canali interni

La necessità di realizzare e/o ripristinare una serie di canali interni alla laguna risulta legata all'obiettivo di garantire un complessivo miglioramento della circolazione di acque con elevato tenore di ossigeno.

Sono stati realizzati una serie di canali collocati planimetricamente sulla base del modello idraulico predisposto dal Consorzio Pisa Ricerche s.c.r.l..

L'andamento planimetrico degli scavi è quello evidenziato nell'immagine seguente. Dalla predetta attività vengono estratte prevalentemente sabbie miste a sedimenti organici ai quali è stata assegnata la collocazione con minore impatto ambientale possibile.

Le opere di escavazione e di rifacimento dei canali nell'ambito Le Piane – Terrarossa (1° Stralcio) sono state avviate con ordinanza n. 424 del 25/11/04.

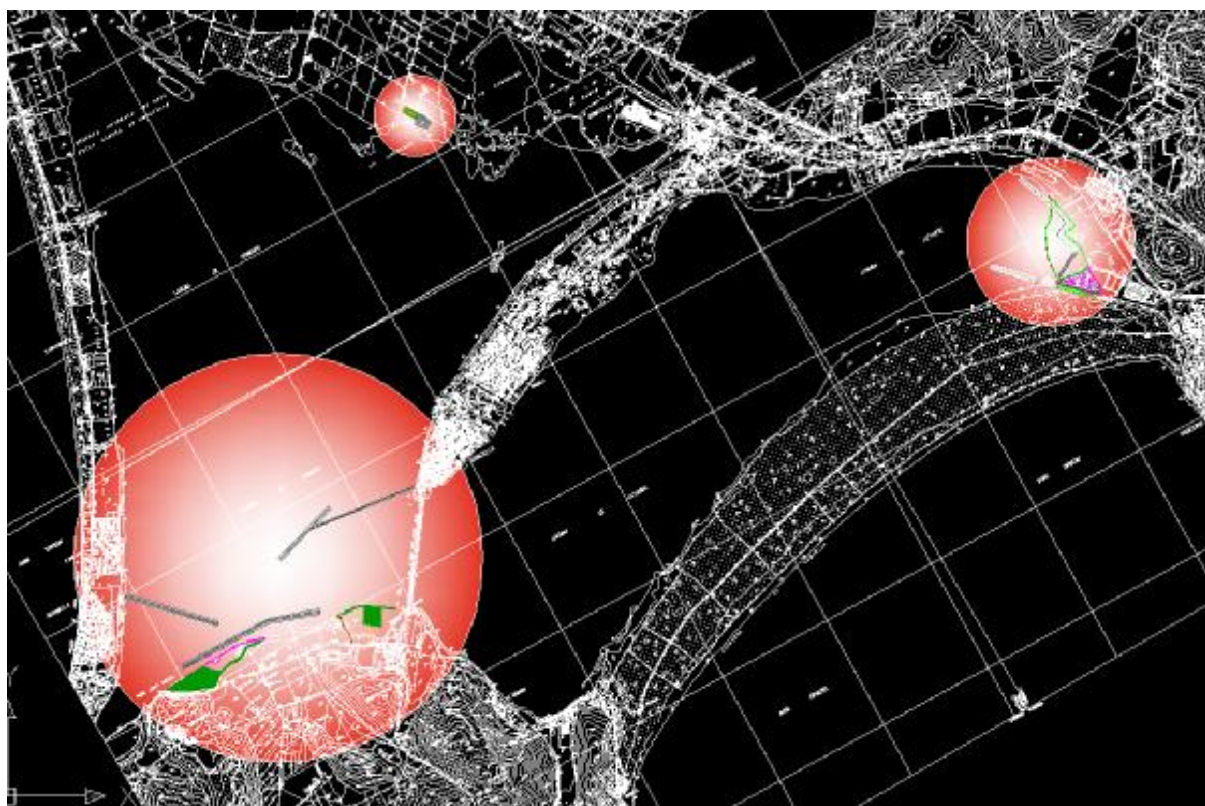


Fig. 11.5 I siti lagunari oggetto di intervento dal punto di vista escavazione – formazione di casse di colmata

11.5 Realizzazione e riqualificazione di un sistema di “casse di colmata”

La movimentazione ed asportazione dei sedimenti o per dragare il fondo ovvero per la manutenzione o l'escavo di nuovi canali comporta l'esecuzione di interventi collegati tra loro che comprendono delicate operazioni di ingegneria naturalistica; essi sono strettamente interrelati e comprendono la realizzazione di “casse di colmata” per l'accumulo in area terrestre dei materiali raccolti da configurare con la massima cura ai fini dell'impatto ambientale e paesaggistico.

Gli interventi attuati nel caso della Laguna di Orbetello possono essere così di seguito elencati:

- cassa di colmata di Terrarossa: Ordinanza n. 83 del 17/06/03 (ripresa e sistemazione di interventi precedenti)

- cassa di colmata di Le Piane-Punta degli Stretti: riqualificazione di una porzione di area (ordinanza n. 351 del 31/08/04)
- cassa di colmata di Ansedonia-Gorghiti (ordinanza n. 223 del 10/03/04)
- cassa di colmata di Patanella (interventi di rinaturalizzazione ambientale della vasca di stoccaggio delle biomasse algali raccolte, ordinanze n. 207 del 16/02/04 e n. 465 del 21/02/05).

Le immagini di seguito proposte mettono in relazione la realizzazione delle casse di colmata con gli interventi che ne hanno determinato la necessità.

Fig. 11.6 Palificate in stato di degrado a Terrarossa



Figg. 11.7, 11.8, 11.9 Sedimenti rifluiti in laguna dalla preesistente area di accumulo di Terrarossa



Fig. 11.10 Ambito Punta degli Stretti – Le Piane



Fig. 11.11 La nuova cassa di colmata di Terrarossa in fase di completamento

Fig. 11.12 L'area di Punta degli Stretti – Le Piane prima della sistemazione della cassa di colmata

Fig. 11.13 La cassa di colmata di Punta degli Stretti – Le Piane appena riqualificata e prima della coltivazione



Fig. 11.14 La conterminazione di Gorghiti prima della rimozione

Fig. 11.15 La nuova cassa di colmata di Ansedonia in fase di coltivazione

Nell'area di Terrarossa il processo di degradazione della palificata preesistente ha prodotto il rifluimento dei materiali accumulati nello specchio lagunare prospiciente. Si è pertanto dovuto affrontare il problema di dare all'accumulo uno stabile assetto, recuperare i sedimenti rifluiti nel corpo lagunare e sistemare convenientemente il contesto.

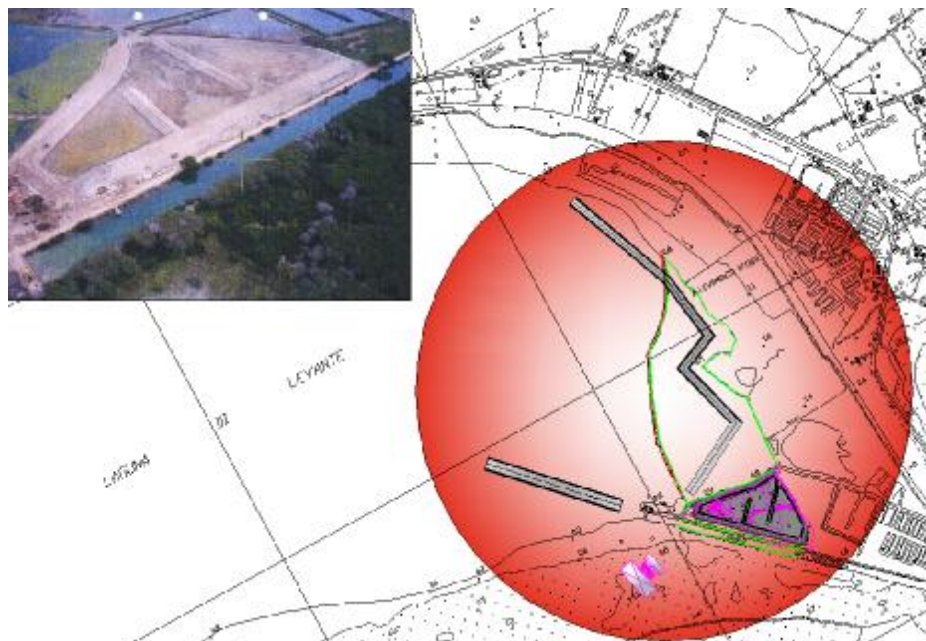


Fig. 11.16 L'area di Ansedonia interessata dalla realizzazione della cassa di colmata e dalla escavazione di canali



Fig. 11.17 L'ambito di Patanella ed il "capping" sovrastante l'area di accumulo biomasse

Nel passato le predette strutture sono state realizzate sottraendo spazio allo specchio d'acqua. Tale soluzione è stata completamente abbandonata. La tecnica oggi adottata è quella di

realizzare dette strutture a terra, in ambiti non interessati da vegetazione o dalla presenza di fauna acquatica.

Per ogni vasca di colmata, una volta completata la coltivazione, è in corso la realizzazione di una sistemazione finale con rinaturalizzazione delle sponde e della copertura. Gli argini di dette vasche sono stati conformati in maniera tale da costituire, a vasca chiusa, un percorso naturale per la manutenzione ed anche la fruibilità dell'ecosistema lagunare.

Il progetto di riqualificazione della parte a terra, da attuare anche con interventi di tipo urbanistico, può generare un conflitto fra la necessità di creare un'interfaccia di tipo urbano e quella di mantenere gli habitat specifici di acque basse caratteristici dei bordi della laguna. L'obiettivo è quello di mantenere dove possibile e ricreare in luoghi diversi quelle condizioni naturali che risentiranno delle modifiche.

In relazione alla collocazione delle aree da riqualificare, gli interventi previsti per la sistemazione delle sponde, sia per la stabilizzazione che per la naturalizzazione delle scarpate degli argini di contenimento da realizzarsi per lo stoccaggio dei materiali dragati in laguna, devono necessariamente ispirarsi a concetti di ingegneria naturalistica.

In Italia si è iniziato a parlare di Ingegneria Naturalistica intorno alla fine dell'800, ovvero quando iniziarono a diffondersi in Europa le tecniche di gestione forestale. Furono soprattutto i tempi brevi di realizzazione e la relativa economia ottenuta con l'uso di materiali naturali reperibili direttamente sul luogo di intervento che ne garantirono il successo e la rapida diffusione anche in altri ambiti applicativi.

Questi interventi, nati prevalentemente per motivi di riduzione dei costi, oggi sono ampiamente adottati per la tutela del paesaggio dato che fanno uso di tecniche che, praticate per ridurre il rischio di erosione delle scarpate negli interventi di consolidamento, prevedono l'utilizzo di piante vive o parti di esse (semi, radici, talee), da sole o in combinazione con materiali naturali inerti (legno, pietrame o terreno), materiali artificiali biodegradabili (biostuoie) o materiali artificiali non biodegradabili (geogriglie, georeti, geotessili).

L'impiego delle tecniche di rinverdimento delle sponde rappresenta una permanente protezione poiché le piante svolgono un'elevata funzione antierosiva, riducono la forza battente delle piogge, trattengono con le radici le particelle di terreno impedendo quindi il loro dilavamento ed aumentano la resistenza, al taglio, dei terreni usati per realizzare gli argini.

Questo tipo di interventi presenta inoltre un'elevata compatibilità ambientale ed una discreta biodiversità, crea habitat paraturali per la fauna (luoghi di alimentazione, riproduzione, rifugio) e consente un ridotto impatto ambientale anche nella fase di cantiere.

Per la protezione è da preferirsi nel caso della laguna, dove possibile ovvero dove non venga raggiunto dall'acqua salata, l'impiego di materiale vegetale vivo; nel medio-lungo periodo quest'ultimo costituisce una garanzia per una completa rinaturalizzazione delle stazioni oggetto di intervento.

La scelta delle specie da impiegare è ispirata ad un modello naturale che rispecchi la realtà vegetale locale. Dal punto di vista paesaggistico, ciò significa favorire delle cenosi forestali complete ed eterogenee in grado di evitare l'eccessiva trasparenza degli interventi.

Prestando attenzione alle opere di consolidamento di rilevati e sponde si è fatto riferimento all'impiego di specie arbustive ed arboree. In natura, i meccanismi principali con i quali la vegetazione contrasta i fenomeni di erosione e dilavamento del suolo sono dati dall'intercettazione delle precipitazioni meteoriche da parte delle chiome, dal trattenimento radicale delle particelle costituenti il suolo, dal mantenimento di una struttura equilibrata del terreno e dai fenomeni di traspirazione che ritardano i livelli di saturazione. Queste informazioni, ricavabili dall'osservazione dei fenomeni meteorici in natura, sono utilizzabili in diverse forme nel caso di consolidamento di scarpate di rilevati e di interventi generalizzati di

ingegneria naturalistica in cui, oltre alla componente epigea delle piante (chioma), assumono notevole importanza l'apparato radicale, le capacità e le modalità riproduttive delle specie impiegate e le caratteristiche fitosociologiche del sito di intervento.

La scelta delle specie da utilizzare viene condotta con attenzione alle specifiche caratteristiche ambientali della stazione, in quanto solo in questo modo si è in grado di riformare la serie evolutiva più idonea alla ricostituzione di un manto vegetale duraturo.

I materiali utilizzati sono suddivisi in quattro grandi categorie:

- materiali vegetali vivi, talee, semi, arbusti e alberi, rizomi e radici, zolle;
- materiali organici inerti, legname, reti di juta, fibra di cocco, paglia, fieno, stuoie, composti e concimi organici;
- materiali di sintesi, griglie, reti, geotessili, fertilizzanti chimici, collanti chimici;
- materiali inerti, ghiaia, pietrame, massi da scogliera, cavi e barre in ferro o acciaio.

Negli interventi per la formazione di sponde verticali è indispensabile l'utilizzo dei geotessili, posizionati fra le palificate di sostegno ed il terreno retrostante, in modo da evitare la fuoriuscita di materiali solidi attraverso le connessioni fra i pali, ma tali da permettere il passaggio delle acque meteoriche.

12. INTERVENTI DI INFRASTRUTTURAZIONE, SISTEMAZIONE URBANA ED AMBIENTALE SUI PERIMETRI LAGUNARI

Il complesso delle attività configurate nei capitoli precedenti ha consentito di sperimentare e dare attuazione ad una serie di progetti che, alla luce della costruzione del Piano Strutturale, consente di dare già concreta, parziale configurazione al futuro assetto comunale per gli aspetti della sistemazione ambientale di siti e per la viabilità pedonale e ciclabile.

Le opere progettate e realizzate nell'ambito delle gestioni commissariali hanno infatti permesso di innestare sugli stessi interventi lavori che, pur essendo a pieno titolo da considerare accessori, integrativi o complementari rispetto alle finalità specifiche di quelli principali, determinano un significativo e sostanziale mutamento della fisionomia urbana e modificano efficacemente la infrastrutturazione comunale.

Si elencano di seguito i lavori in questione indicando anche quelli che sono in attuazione o investiti da attività progettuali avanzate:

- pista ciclabile e pedonale lungo il tracciato del sistema fognario "bidirezionale" Orbetello - Terrarossa (tratto integrato successivamente con la pista lungo la strada degli Orti);
- piste per la manutenzione lungo i perimetri delle casse di colmata utilizzabili anche come percorsi per la fruizione del paesaggio – ambiente;
- pista di servizio Cameretta – Ansedonia - Tagliata lungo il perimetro di levante;
- ponte in località "Porto" e collegamento viario urbano con il ponte diga;
- sistemazione della sponda del lungolago di ponente ed integrazione delle aree di parcheggio;
- sistemazione del lungolago di ponente lungo la nuova strada degli Orti e realizzazione di aree verdi e di osservazione con eliminazione di estese superfici di degrado ambientale;
- pista ciclabile lungo la strada degli Orti (in prosecuzione del tracciato sul ponte diga);
- sistemazioni urbane ed edilizie accessorie per la funzionalità del Polo Universitario e per la sistemazione delle aree di manutenzione dei natanti a servizio della laguna;
- opere di consolidamento delle sponde del Canale di Ansedonia (Ordinanza n. 477 del 11/03/05);
- ristrutturazione edilizia dell'edificio e dotazione strumentale e scientifica del Laboratorio di ecologia lagunare.

13. L'INTERAZIONE CON LE ATTIVITÀ DI BONIFICA DELL'AREA A TERRA DELLA EX SITOCO

Il completamento delle indagini sul sedimento lagunare e sui canali ed appendici nell'area della conterminazione di Orbetello Scalo costituisce, come già descritto, un obiettivo conseguito solo recentissimamente.

La ricognizione completa sullo stato ecotossicologico dei materiali presenti, sulla qualità locale delle acque nonché le risultanze delle applicazioni del modello di circolazione all'assetto finale derivante dagli interventi ambientali dovranno essere sottoposte ad un esame critico approfondito da parte di ICRAM e dell'Ufficio del Commissario.

Intanto sono in corso le verifiche per la definizione corretta della competenze sulle diverse aree, dei ruoli ed attribuzioni sotto il profilo patrimoniale in vista delle operazioni di bonifica. Si tratta pertanto di attività tutte preliminari e comunque, al momento, visibilmente indipendenti dalla materia urbanistica e/o edilizia alla quale tuttavia, al momento opportuno dovranno essere ricondotte in una visione complessa ed integrativa quale quella della formazione del Piano Strutturale.

I Membri della Commissione Tecnico Scientifica

Dr. Mario Cenni

Dr. Marta Di Gennaro

Ing. Pier Luigi Giovannini

Ing. Francesco La Camera

Il Presidente Prof. Ing. Antonio Ludovico

Orbetello, 29/08/05

Note

1. In questo ambito è necessario ricordare che l'Agenzia Regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore Agricolo e Forestale (A.R.S.I.A.) nell'anno 2004 ha emanato un *“Bando di ricerca per la verifica dell'effetto del pompaggio delle acque provenienti dal sottosuolo da parte degli allevamenti ittici dell'area orbetellana e di Ansedonia”*. Allo stato la ricerca non risulta ancora completata.

Alcune delle ordinanze successive emesse dal Commissario in merito a tale tematica sono al momento oggetto di valutazione da parte della magistratura amministrativa (ordinanza n. 224 del 10/03/04, ordinanza n. 225 del 10/03/04 e ordinanza n. 228 del 30/03/04).

2. da WWF – LIPU. *“Giornata mondiale delle zone umide ‘World Wetlands Day’”* . 2 febbraio 2003.

3. Cfr. Dipartimento di Scienze Ambientali “G. Sarfatti” Università degli Studi di Siena. Prof. Silvano Focardi *“ Caratterizzazione ecotossicologica dei sedimenti e degli organismi della Laguna di Orbetello”*. Relazione finale anno 2002.

4. I siti di prelievo sono stati localizzati: nella regione centrale della laguna di Ponente (n. 7) nella regione centrale di Levante (n. 3). Nell'area SITOCO è compreso anche il sito di campionamento denominato “canale di drenaggio dei reflui dei depuratori di Neghelli e Terrarossa e zona di conterminazione”. Sono stati inoltre esaminati i campionamenti: nel canale di Fibbia e nell'area ad esso prospiciente; nei canali di Nassa e Santa Liberata, nell'area del canale di Ansedonia.