

# GUIDA ALL'ESCURSIONE NEL DELTA DEL PO

a cura di **Marco Bondesan**

## L'AREA DELTIZIA DEL PO E LA SUA EVOLUZIONE

Il Po è il più grande fiume d'Italia, con un corso di 652 km, un bacino idrografico di 70.091 km<sup>2</sup> e una portata media di 1.515 mc/sec (dati 1918-1981).

Oggi si indica come delta del Po la penisola compresa fra la Sacca di Goro (a Sud) e Porto Levante (a Nord). Ma se si fa riferimento all'area che, nell'Olocene, ha registrato la presenza di foci del Po, il termine "delta padano" deve essere esteso all'intera fascia costiera compresa fra il Ravennate e la città di Chioggia (BONDESAN *et al.*, 1995). In tale fascia sono infatti chiaramente individuabili le tracce di successive strutture deltizie, che sono state formate da vari corsi del Po che hanno contribuito alla progradazione della pianura verso Est (fig. 1).

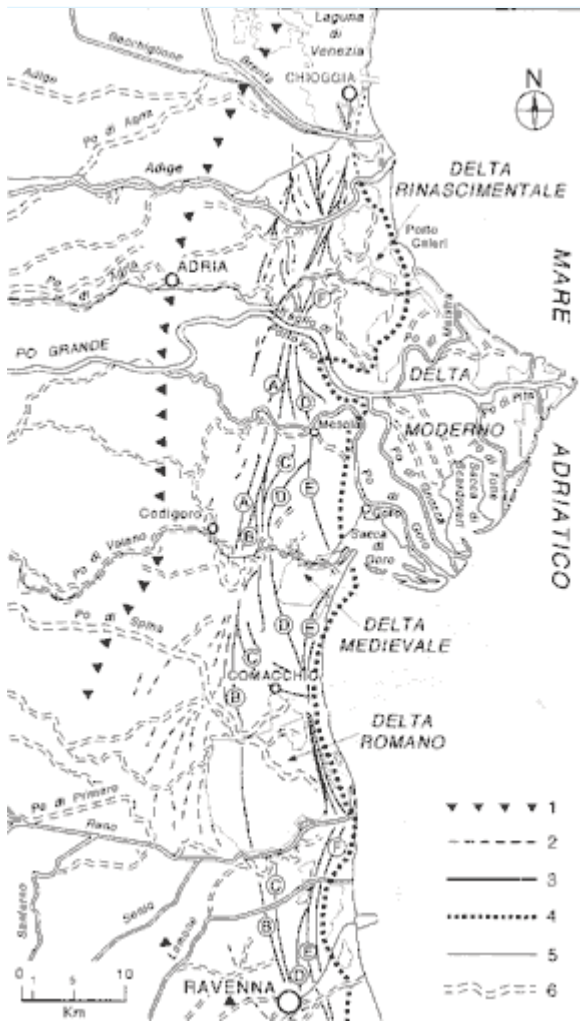


Figura 1 - Carta geomorfologica dell'area deltizia del Po. (1) probabile posizione della costa nella massima trasgressione postglaciale; (2) cordoni litoranei sepolti (3) cordoni litoranei affioranti, di età: A =transizione Sub-Boreale Sub-Atlantico, B=6°-4° sec. a.C., C= 1°-2°, sec. d.C., D=intorno al 5° sec. d.C., E=intorno al 10°sec. d.C., F=nel 14° sec. d.C. (4) linea di costa della fine del 16°sec.,- (5) linea di costa attuale; (6) paleoalvei principali.)

Ad esempio, per quanto riguarda l'età dei Bronzi possono essere individuate due grandi direzioni di deflusso del Po (fig. 2):

- una che passava per Adria (Po di Adria), con una diramazione che si rivolgeva verso Chioggia (CASTIGLIONI, 1978), nella quale confluiva anche l'Adige
- un'altra, più a sud, che attraversava il territorio ferrarese e che sfociava presso la città etrusca di Spina, non lontana dall'attuale Comacchio (Po di Spina).

Nei tempi successivi vari rami scomparirono e il fiume ne definì degli altri: uno di questi nuovi corsi è quello che ci è noto come Po di Volano.

Il Po di Adria si estinse già in età pre-cristiana e il Po di Spina intorno al VII sec. d.C., mentre si andava definendo un altro corso meridionale del fiume, il Po di Primaro, che si dipartiva dal Po di Volano (fig. 3). Proprio nel punto di biforcazione sorse, intorno alla fine dell'Alto Medioevo (VIII secolo), la città di Ferrara. È ancor oggi molto evidente il delta formato dal Volano durante il periodo medievale (fig. 1).

Intorno al XII secolo si produsse, nella zona di Ficarolo, una serie di grandi rotte: a seguito di queste, la maggior parte delle acque del Po si incanalò in un solo alveo, coincidente, fino a Cavanella Po, con l'attuale tracciato del Po Grande. Oltre tale località, questo nuovo corso si continuava nel Po di Fornaci, che sboccava in mare presso Rosolina. Questo corso diede nuovo alimento al Po di Goro, che a sua volta si biforcò, dando origine al Po dell'Abate (fig. 4).

Durante il Basso Medioevo e il Rinascimento lo stesso Po di Fornaci sviluppò un ampio apparato deltizio, il cosiddetto Delta Rinascimentale (figg. 1 e 4).

Alla fine del XVI secolo, gli idraulici veneziani, temendo che i sedimenti del Po potessero chiudere le bocche della laguna veneta, ne deviarono il tratto terminale verso sud-est. Questo intervento (detto Taglio di Porto Viro), completato nel 1604, ha segnato l'inizio della costruzione del Delta Moderno (fig. 5), che ha continuato il suo sviluppo fino al presente secolo. A tale sviluppo hanno contribuito molti rami deltizi, oltre al Po di Goro (già esistente da secoli). I veneziani hanno però chiuso tutti quelli rivoli verso nord (e fortemente ridotto la portata dello stesso Po di Maistra, che nel settecento era il maggiore), e hanno chiuso tutti gli altri rami minori. In questo modo hanno potenziato l'efficienza dei più grandi rami rivolti a sud, come il Po di Gnocca e il Po di Tolle. Quest'ultimo era il ramo maggiore nel secolo scorso; infine è divenuto più grande il Po di Pila.

Questi interventi hanno determinato lo sviluppo delle due grandi penisole che conferiscono una forma lobata al lato meridionale dell'attuale delta del Po: la penisola del Po di Goro e di Gnocca, che si è formata a partire dal 1730, e la penisola del Po di Tolle, che si è formata a partire dal 1810. Queste due penisole hanno definito due lagune, la Sacca di Goro e la Sacca di Scardovari.

L'intera evoluzione della Pianura Padana orientale è stata naturalmente caratterizzata da estesi allagamenti, da fiume e da mare. Questi fenomeni sono stati i principali responsabili della creazione di vaste paludi, stagni salmastri e talora anche di lagune minori (la formazione di lagune è favorita dall'escursione di marea, che può raggiungere i 120 cm). Queste zone umide sono state poi per la maggior parte prosciugate fra il 1870 e il 1970, con le tecniche della bonifica meccanica. Quelle residue sono prevalentemente adibite ad itticultura.

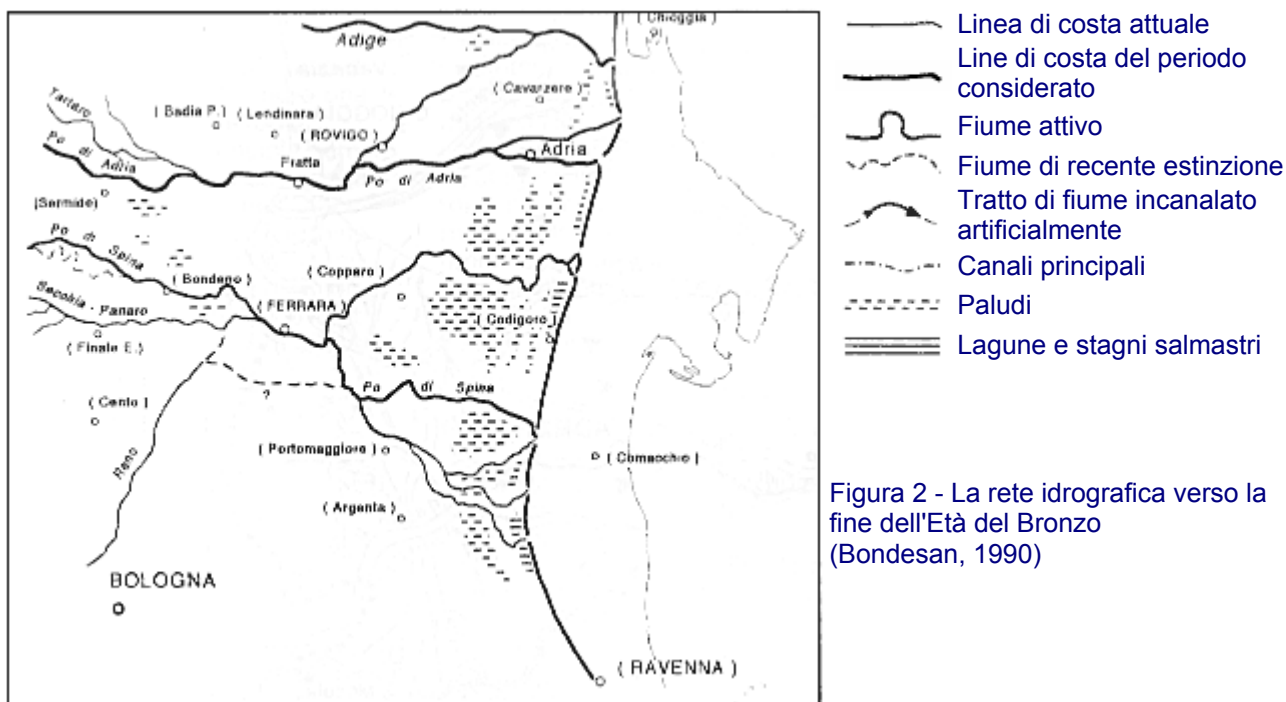


Figura 2 - La rete idrografica verso la fine dell'Età del Bronzo (Bondesan, 1990)

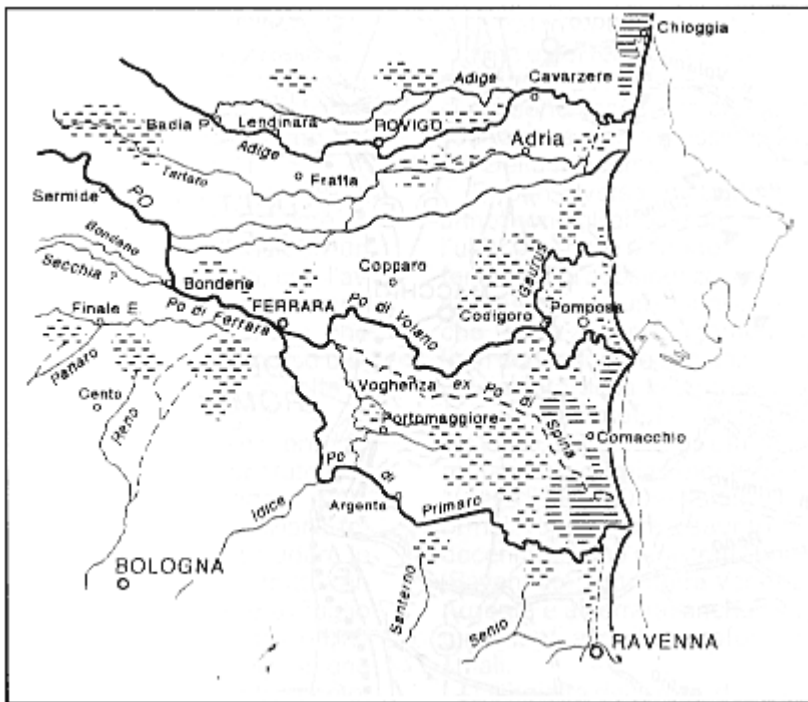


Figura 3 - La rete idrografica intorno al IX secolo d.C.  
(Bondesan, 1990)

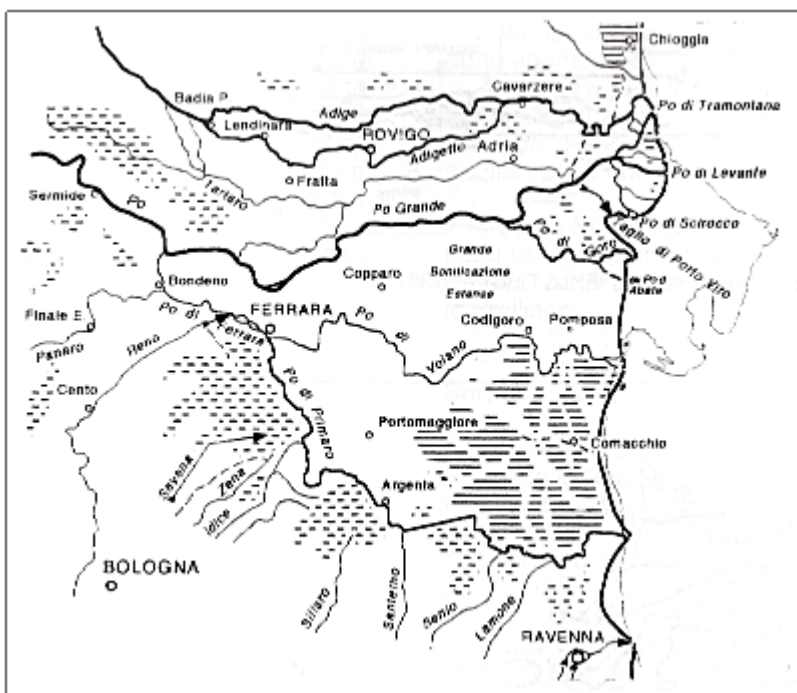


Figura 4 - La rete idrografica alla fine del XVI secolo d.C.  
(Bondesan, 1990)

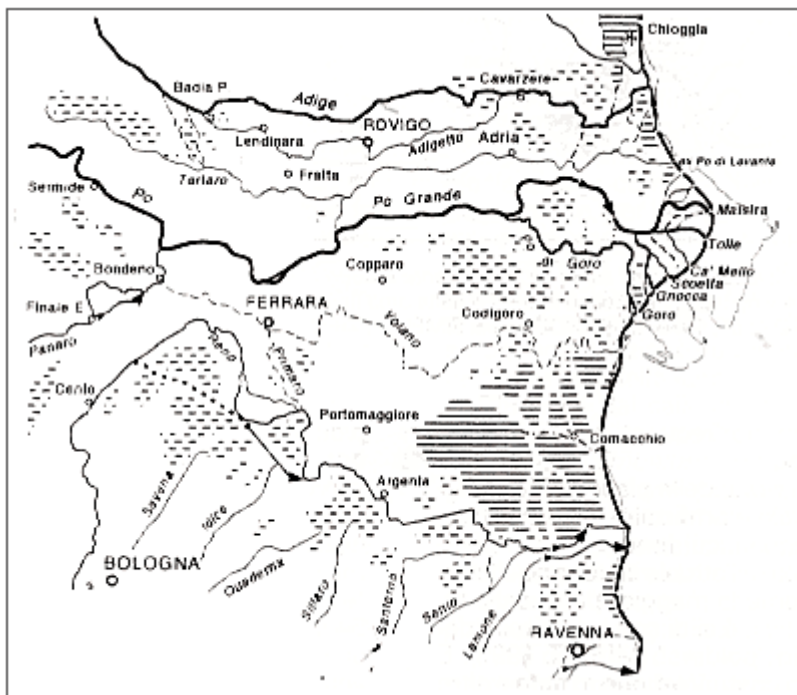


Figura 5 - La rete idrografica intorno al 1730 (Bondesan, 1990)

## GLI ATTUALI PROBLEMI DEL TERRITORIO

Il delta dei Po e i territori adiacenti sono caratterizzati da alcune importanti problematiche geologiche; alcune hanno origine naturale, altre sono state innescate o accelerate dall'azione dell'uomo. Le più importanti sono le seguenti:

- la subsidenza naturale
- la subsidenza artificiale
- la rigidità della rete idrografica locale
- la riduzione di trasporto solido da parte dei fiumi
- l'innalzamento eustatico del livello del mare.

La subsidenza naturale giustifica i notevoli spessori che presentano in queste zone i sedimenti pliocenici e quaternari, ed è influenzata dalle condizioni del substrato; va infatti tenuto presente che la parte meridionale del territorio è situata sulle strutture dell'Appennino sepolto (fig. 6); sulla base di questi spessori si possono assegnare al fenomeno valori variabili da zona a zona, fino a massimi di 1,5 mm/anno nella zona del Delta Moderno.

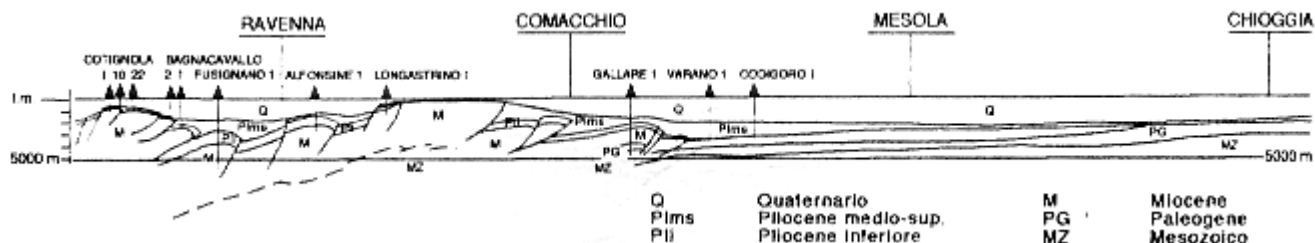


Figura 6 - Sezione geologica (Pieri & Groppi, 1981)

Di ben diversa entità (fino a massimi di 200 mm/anno) sono gli abbassamenti del suolo riscontrati nell'ultimo secolo e prodotti da attività antropiche. Tali fenomeni di subsidenza artificiale sono soprattutto da attribuire a perturbazioni delle condizioni idrogeologiche, ossia ai prosciugamenti operati per la bonifica (con conseguente ossidazione delle torbe), al drenaggio forzato della falda freatica e all'emungimento di acquiferi più profondi. Di particolare gravità, a questo riguardo, sono stati gli effetti dell'estrazione di acque metanifere

da giacimenti quaternari effettuata fra il 1938 e il 1963. Quest'ultimo tipo di subsidenza si può ormai considerare esaurito (fig. 7), ma negli ultimi decenni, si sono registrati abbassamenti su vaste aree (Ravennate, entroterra Veneziano, territori intorno ad Argenta e a Ferrara) anche a causa di eccessivi sfruttamenti di acquiferi profondi per usi agricoli e industriali.

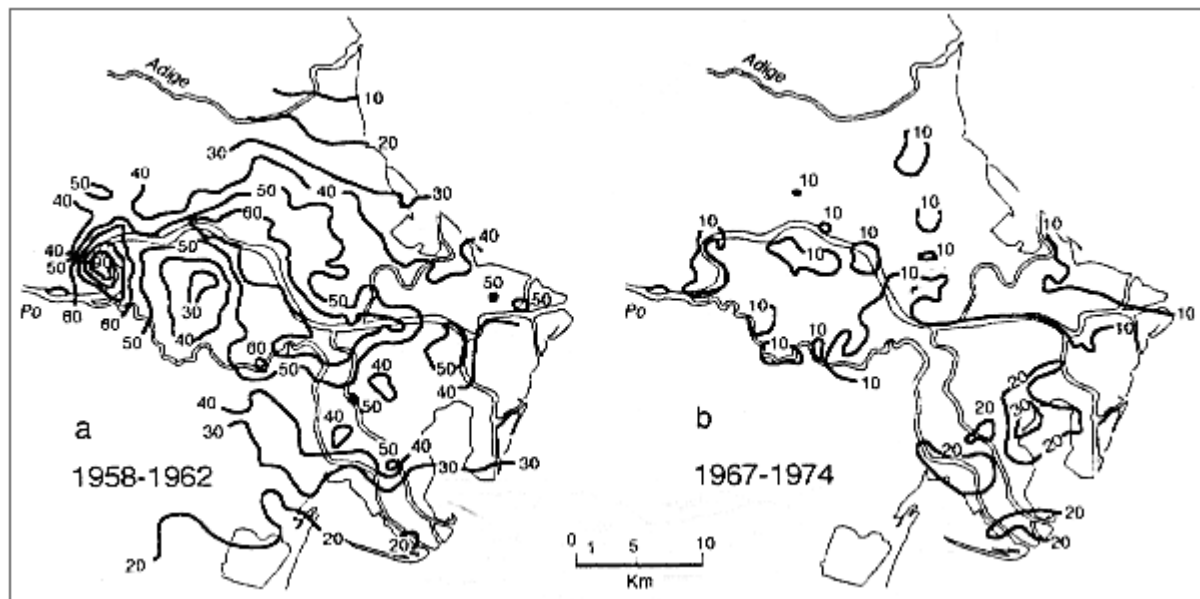


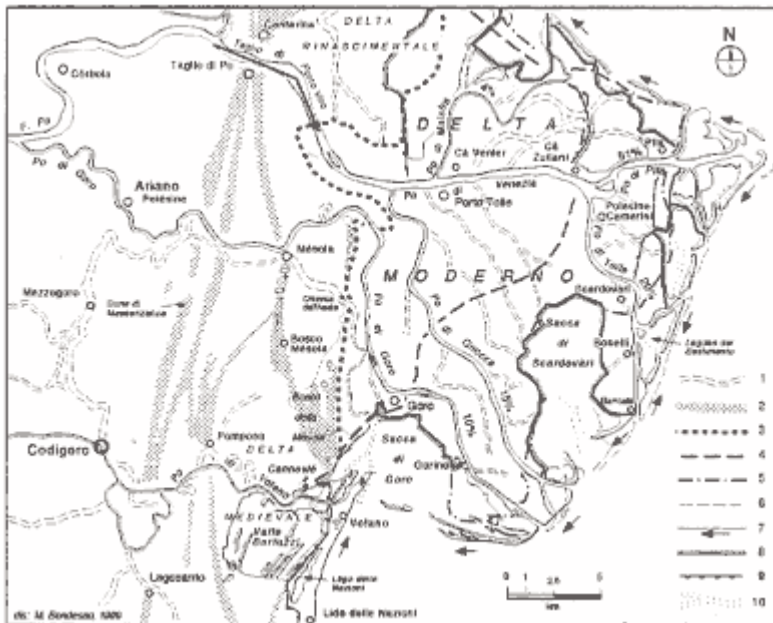
Figura 7 - Linee di uguale abbassamento del suolo (in cm) durante e dopo lo sfruttamento delle acque metanifere, nel Delta. ( a) CAPUTO et al., 1970; b) BONDESAN & SIMEONI, 1983 )

La rigidità della rete idrografica è l'effetto della plurisecolare azione dell'uomo volta a contrastare la tendenza dei fiumi ad esondare e a divagare nella pianura. Di volta in volta questa azione si è tradotta nella semplificazione della rete (riduzione in un unico alveo di ogni fiume che precedentemente scorresse in più alvei), nel suo ridisegno (canalizzazione dei fiumi in alvei artificiali) e nella sua stabilizzazione (innalzamento di grandi argini per separare l'alveo di piena dal territorio adiacente).

A conseguenza di tali interventi i fiumi hanno continuato a depositare i loro sedimenti sempre entro gli stessi letti, mentre nelle aree comprese tra un alveo e l'altro il mancato arrivo di nuovi sedimenti ha impedito l'aggradazione della pianura e la compensazione della subsidenza. Per questi motivi tutti i fiumi della bassa pianura sono attualmente "pensili", e le rotte fluviali sono divenute meno frequenti ma nello stesso tempo più pericolose.

La mancata aggradazione della pianura, i fenomeni di subsidenza (naturale e artificiale) e il prosciugamento di specchi d'acqua il cui fondo era già molto depresso hanno condotto all'attuale situazione altimetrica: il delta del Po, come la maggior parte della fascia costiera alto-adriatica, è al di sotto del livello del mare, ed è suddiviso in "polders" (MURST, 1997). È stato perciò necessario costruire dighe a mare e altre dighe arretrate per evitare l'ingresso delle acque del mare (fig. 8), mentre i fiumi, che corrono alti sul territorio, sono stati muniti di argini potenti anche presso le foci. Lungo i canali di scolo è necessaria l'azione di una o più pompe idrovore, per poter portare le acque al mare.





Nel territorio fra Chioggia e Ravenna sono oltre 100 gli stabilimenti idrovori che debbono lavorare quasi continuamente per assicurare lo scolo delle acque, e altre idrovore debbono entrare in funzione nei mesi non piovosi per garantire l'irrigazione. L'operatività dei canali e delle idrovore, inoltre, viene compromessa dal persistere della subsidenza. Al pericolo di allagamento da fiumi e da mare si affianca perciò anche il pericolo di straripamento dei canali, specie quando questi sono colmi di acqua per irrigare e debbono, in occasione di violente piogge, convertire rapidamente la loro funzione in quella di canali scolo, oppure in caso di black-out della rete elettrica che serve le idrovore (BONDESAN, 1989).

Figura 8 - Area deltizia padana: parte centrale (per i 5 rami deltizi sono indicate le portate percentuali).

1) Paleovallei principali; 2) paleodune; 3) linea di costa della fine del XVII sec.; 4) linea di costa del 1735; 5) linea di costa del 1835; 6) linea di costa del 1954; 7) linea di costa attuale e principali direzioni di deriva dei sedimenti; 8) dighe a mare e a laguna; 9) argini interni contro l'allagamento da mare; 10) canali lagunari.

Negli ultimi 50 anni si è inoltre assistito ad una riduzione della quantità di sedimenti convogliati dai fiumi alla bassa pianura. Il trasporto solido nel Po è notevolmente diminuito (fra la media del periodo 1956-64 e la media del periodo 1965-73 la diminuzione risultava addirittura del 38%). Forti riduzioni si sono verificate anche in molti altri fiumi italiani, fra cui l'Adige e il Reno (SIMEONI & BONDESAN, 1997). Questo fenomeno è solo in parte da attribuire alla realizzazione di opere per controllare il deflusso nei fiumi e alla costruzione di laghi artificiali, per la maggior parte è stato infatti causato dall'eccessivo prelievo di ghiaie e di sabbie dagli alvei, effettuato nell'ultimo dopoguerra. A conseguenza di questa crisi i fiumi hanno aumentato l'erosione di fondo e sulle sponde, compromettendo la stabilità di vari manufatti, come ponti ecc. (nel Po solo nell'ultimo decennio è iniziata una inversione di tendenza).

L'innalzamento del livello marino, la subsidenza e il diminuito apporto di sedimenti da parte dei fiumi hanno inoltre prodotto un generale arretramento delle spiagge che, per lunghi tratti, è stato necessario proteggere con scogliere frangiflutti e altre strutture per trattenere i sedimenti. Già alla fine degli anni '40 il delta del Po aveva smesso di crescere, con la sola eccezione delle spiagge prossime alle foci del Po di Pila (DAL CIN, 1983); negli anni '50, sempre nel delta, si è anche determinato il riallagamento di molte aree marginali (ad esempio nella penisola del Po di Tolle).

Questi stessi fenomeni hanno infine determinato, negli ultimi anni, nuovi complessi effetti, come l'innalzamento delle acque salmastre nelle falde acquifere, specie nella fascia costiera, e una maggior risalita dei cuneo lungo i fiumi.

## IL PARCO DEL DELTA

L'area deltizia padana è ricca di importanti rilevanze naturalistiche. Gli alvei dei fiumi, con relative isole, golene, scanni e meandri abbandonati, le foci fluviali, la costa, con gli annessi campi di dune, lagune, barene, specchi d'acqua salmastra, paludi dolci, vecchie strutture geomorfologiche come antichi cordoni litoranei con relative dune, dossi fluviali e paleoalvei sono tutte strutture geologiche e geomorfologiche di grande rilevanza e bellezza. Il territorio è inoltre caratterizzato da importantissime presenze botaniche e zoologiche.

Questo territorio è infine ricco di valori e testimonianze della storia dell'uomo, fra cui zone archeologiche, paesi e città, chiese, castelli, ville patrizie, e altri edifici storici, ponti, testimonianze di attività tradizionali, fra cui edifici rurali, edifici e infrastrutture della bonifica (anche molto antiche, come la Chiavica dell'Abate, la Chiavica dell'Agrifoglio ecc.), saline, edifici e strutture per la pesca in mare o nelle acque interne, canali navigabili, e infine importanti strutture moderne connesse al turismo, ad attività sportive e del tempo libero.

In questo quadro, si è da tempo pensato che la creazione di un parco naturale potesse rappresentare la miglior forma di utilizzazione del territorio e costituire una soluzione gestionale compatibile con i problemi fin qui esaminati. L'obiettivo era quello di valorizzare l'area mediante un sistema a parco organizzato e condotto in modo appropriato, che non sopprimesse le attività economiche attualmente esistenti in quest'area, ma che fosse anzi capace di offrire nuove opportunità di sviluppo, in accordo con le caratteristiche del territorio.

Il problema tuttavia non era semplice: il grande peso delle attività economiche già esistenti portava comunque a ideare un parco atipico, assai diverso dagli attuali parchi nazionali. Un'altra difficoltà era rappresentata dal fatto che la regione deltizia padana, è divisa fra due regioni, l'Emilia-Romagna e il Veneto (il confine è il Po di Goro). Sono perciò nati due Parchi Regionali.

Il Parco Regionale emiliano-romagnolo dei Delta dei Po, istituito con legge Regionale n. 27 del 2.7.1988, si è strutturato ed ha cominciato la sua attività nel 1996 (nel frattempo le zone da tutelare sono state sottoposte a regime di salvaguardia).

Il territorio è stato suddiviso in zone a diverso grado di tutela:

*Zone A* (di protezione integrale) ove sono ammessi esclusivamente interventi per la osservazione a scopi scientifici e didattici autorizzati dal Parco, il quale provvederà alle necessarie opere di manutenzione del territorio;

*Zone B* (di protezione generale) ove sono ammesse, purché rispettino l'ambiente, l'agricoltura, le attività forestali, l'itticoltura e la zootecnia non intensive;

*Zone C* (di protezione ambientale), che comprendono anche aree residenziali;

*Zona di Preparco*, che non è solamente come una fascia di sicurezza, ma un complesso di aree ove lo sviluppo del Parco potrà presto individuare le sedi migliori per il ripristino ambientale.

Il Parco Regionale Veneto dei delta del Po è stato istituito nel Settembre del 1997 e ha suddiviso il territorio in "zone" in modo assai simile al Parco Regionale Emiliano.

### ■ Bertuzzi (Valle)

Articolata nei tre bacini di Valle Cantone, Valle Bertuzzi e Valle Nuova, rappresenta un grande stagno salmastro dell'estensione di circa 2.000 ha, con profondità media intorno ai 60 cm, formatosi già da molti secoli per la sommersione dell'ala sud del delta medievale del Po di Volano (figg. 1, 3 e 8). Dei numerosi cordoni litoranei, che avevano marcato il progressivo sviluppo di questo delta, rimane traccia negli allineamenti di barene. Coincide con uno di tali cordoni (quello del X sec. d.C.) anche il complesso cordone che limita a est la Valle Bertuzzi, e che è qui percorso dalla cosiddetta "strada sopraelevata" (o,

impropriamente, via Acciaioli). Il terrapieno della strada è in realtà un grande argine, costruito negli anni '60 fra Porto Garibaldi e Volano per difendere alle ingressioni marine il territorio retrostante.

Il carattere salmastro della "valle" è dovuto soprattutto al fatto che fino ai primi decenni del presente secolo il bacino era in comunicazione coi mare.

I fondali sono costituiti da argille, limi e materiali bioclastici. In corrispondenza delle barene si incontrano sabbie, per lo più sormontate da materiali argillosi e bioclastici trattenuti dalle piante palustri (specialmente dai salicornieti), che hanno permesso la crescita verticale dei dossi man mano che il territorio si andava abbassando per subsidenza. Tale meccanismo di aggradazione conferisce talora a queste barene forme ad anello (come dei piccoli atolli).

Oltre che dai salicornieti (*Salicornia fruticosa*), la vegetazione è caratterizzata da giuncheti e prati salmastri, con *Limonium comune*. Fra l'avifauna si segnalano il Cavaliere d'Italia e una recentissima presenza stagionale di fenicotteri rosa.

La Valle è sistematicamente sfruttata per l'itticoltura di tipo estensivo (anguille e cefali). La cattura è effettuata nei "lavorieri", grandi trappole formate da labirinti di canali e graticci.

Per il ricambio delle acque oggi viene utilizzato un sistema di prese dal Volano.

Sottoposta nel 1984 alla legge n. 1497 del 1939 (tutela delle bellezze naturali), riconosciuta nel 1981 zona umida di importanza internazionale per la Convenzione di Ramsar, la Valle Bertuzzi è oggi tutelata dal Parco Regionale emiliano-romagnolo dei Delta dei Po, ricadendo parte in zona B e parte in zona di Preparco.

## ■ Cannevié (Oasi)

L'oasi di Cannevié (detta anche di Porticino) è un piccolo specchio d'acqua di 67 ettari un tempo sede di due stazioni da pesca) al quale affluivano, prima di scaricarsi in mare, le acque di un grande complesso di valli adiacenti (oltre 4.000 ettari), ossia delle paludi e dei laghi salmastri che si erano formati per la sommersione dell'ala nord del delta medievale del Po di Volano. Con la bonifica di tali "valli", completata nel 1970, solo questo bacino era stato risparmiato.

Sottoposto nel 1977 alla legge n. 1497 del 1939, riconosciuto poi zona umida di importanza internazionale per la Convenzione di Ramsar e oasi di protezione della fauna, era divenuto rifugio di migliaia di anatidi e altri uccelli, ma ora in condizioni di progressivo degrado.

Il biotopo è stato quindi acquistato dall'Amministrazione Provinciale di Ferrara ed è stato oggetto di un radicale intervento di restauro ambientale. Sono stati dragati i canali che lo attraversavano, secondo un nuovo progetto di circolazione delle acque; sono stati inoltre realizzati un nuovo manufatto di immissione delle acque (sifone) e un manufatto di scarico (chiavica). Le operazioni di dragaggio sono state poi ripetute più volte. Oggi le condizioni di anossia sono risolte e sia la flora che la fauna sono tornate a prosperare. Le acque presentano salinità variabile, ma generalmente bassa.

Contemporaneamente alla sistemazione idraulica, sono stati restaurati gli edifici esistenti. In quello di maggior pregio è stato realizzato un albergo, mentre nei magazzini che un tempo servivano per la lavorazione del pesce e per la riparazione delle imbarcazioni sono stati ricavati il *Ristorante Cannevié* e una piccola sala per convegni. Nel casone da pesca di Porticino, distante circa 600 m, è stato realizzato un altro punto di ristoro. Il sentiero che li congiunge è stato attrezzato con osservatori per il birdwatching.

Ricchissima l'avifauna, caratterizzata da grandi stormi di folaghe; frequenti l'airone rosso, l'airone bianco, il germano reale e lo svasso maggiore (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1986; WWF, 1986).

L'Oasi di Cannevié è oggi parte integrante del Parco Regionale emiliano-romagnolo dei Delta dei Po, e ricade in zona di protezione generale (zona B).

Il recupero di Cannevié rappresenta un esempio di come si sta cercando di realizzare il restauro ambientale nel Delta dei Po. L'intervento pubblico qui è consistito nel ripristino delle strutture e nella manutenzione



idraulica straordinaria, e la gestione dei centro è invece affidata ad una impresa privata che a proprie spese ha provveduto alla realizzazione degli arredi interni ed esterni, e ad altre opere strutturali; la stessa impresa provvede alla manutenzione ordinaria del biotopo: taglio dei vegetali in eccesso, pulizie dei percorsi di visita ecc.

Il restauro delle zone umide, anche se difficile e costoso, sta in questi ultimi anni procedendo, con gli stessi criteri, a cura del Parco Regionale emiliano-romagnolo dei Delta dei Po.

## ▶ **Codigoro (idrovoce)**

### **La Bonificazione Estense**

Le grandi paludi che si estendevano fra il Po Grande e il Po di Volano (circa 400 Km<sup>2</sup>) sono state oggetto di un primo tentativo di bonifica organica da parte dei duca di Ferrara Alfonso II (Bonificazione Estense). Iniziata nel 1564, l'opera fu ultimata nel 1572, con la realizzazione di 330 km di nuovi canali che consentivano lo scolo delle acque in mare per gravità. I quattro canali principali, diretti da W a E (Galvano, Ippolito, Seminato e Bentivoglio), si riunivano, due a due, andando a sfociare i primi nel Po di Volano e i secondi nel Po dell'Abate, una diramazione del Po di Goro appositamente chiusa per tale bonifica.

Agli sbocchi di questi collettori in mare vennero realizzate la Chiavica dell'Agrifoglio e la Chiavica dell'Abate, munite di porte vinciane, che consentivano l'uscita delle acque della bonifica il tempo di bassa marea, impedendo l'ingresso di quelle marine in alta marea.

Determinante per la riuscita di questa impresa fu la divisione, fino al loro recapito in mare, fra le acque dell'area bonificata (acque basse) e quelle dell'entroterra che precedentemente si scaricavano in tale area (acque alte).

Ma in breve tempo su gran parte dei territori bonificati tornò la palude: dei 400 Km<sup>2</sup> prosciugati, nel 1639 solo 160 restavano coltivabili e nel 1782 solo una cinquantina (CONSORZIO DI BONIFICA 10 CIRCONDARIO, 1995). Al fallimento della Bonificazione Estense hanno concorso vari fattori, fra cui, numerose rotte del Po (fra cui soprattutto quella del 1595) e le modificazioni avvenute nel delta del Po a seguito del Taglio di Porto Viro; ma il fattore principale è stato l'abbassamento del suolo causato dallo stesso prosciugamento.

Alle grandi chiaviche a mare le acque non riuscivano più a scolare nemmeno durante la bassa marea.

Diveniva necessario sollevarle, come si faceva in Olanda con i mulini a vento; ma qui l'incostanza del vento rendeva impossibile tale tecnica.

### **La Bonifica Moderna**

La bonifica fu quindi ripetuta solo nel XIX secolo, con l'avvento delle macchine a vapore. Sia pur su un progetto diverso, vennero messe a frutto le esperienze acquisite nel tentativo attuato dagli Estensi. Venne ripreso il criterio di tener separate le acque alte dalle acque basse, ma le pompe furono concentrate a Codigoro, per avviare le acque a mare attraverso il Po di Volano. L'impresa comportò la realizzazione di 170 km di nuovi canali e il riescavo di quelli della bonificazione estense. L'esperienza fatta in questo comprensorio, detto della Grande Bonificazione Ferrarese, fece scuola (\* Va ricordato che furono proprio dei tecnici delle bonifiche ferraresi a riprogettare la bonifica dell'Agro Pontino completata nel 1935).

Il complesso delle "Idrovore di Codigoro", che ha preso l'avvio dalle prime 8 pompe centrifughe a vapore sorte fra il 1873 e il 1875, attualmente comprende due grandi impianti, a più pompe, azionate elettricamente. L'energia utilizzata è quella di rete, ma in caso di necessità possono anche essere attivati fino a 3 grandi gruppi elettrogeni.

L'impianto di Acque Basse solleva le acque dei canali del territorio corrispondente alla parte più ampia e depressa della palude riformata dopo il fallimento della bonificazione estense. Un secondo impianto, detto di Acque Alte, solleva le acque dei canali che si versavano in tale palude. Recentemente l'impianto di Acque Alte è stato sostituito con uno più moderno, ma il vecchio impianto è stato tenuto ancora parzialmente efficiente, per poter supplire ad eventuali necessità eccezionali.

L'impianto di Acque Basse (8 elettropompe) lavora per assicurare un livello idraulico, prima dell'idrovora, di circa 4,90 m sotto il l.m.m. (\*\* Si tenga presente, nella visita, che le quote idrauliche segnate all'interno degli impianti di bonifica generalmente non sono riferite al livello medio del mare: il livello di riferimento è invece il *comune marino*, pari a 26 cm sopra il l.m.m., e lo zero è preso 10 m sotto tale livello, per cui tutte le quote in uso risultano positive; ciò semplifica i calcoli), e per sollevare le acque di circa 6,5 m (prevalenza geodetica), dato che il collettore di recapito, il Po di Volano, in concomitanza con le alte maree raggiunge spesso livelli di 1,25 m sul l.m.m. (con punte di oltre 11,50): ha una potenza di 70 mc/sec, per servire un bacino di 370 Km<sup>2</sup>. Tale bacino, che già si era abbassato di oltre 4,50 m da prima della bonifica estense, ossia in 450 anni, solo negli ultimi 80 anni si è abbassato mediamente di 1,20 m, con punte di 1,70 m (negli stessi 80 anni anche l'impianto idrovoro si è abbassato di 1,05 m).

Il nuovo impianto Acque Alte (6 elettropompe) lavora per assicurare un livello idraulico, prima dell'idrovora, di circa 3,40 m sotto il l.m.m., e può sollevare le acque di circa 5 m (prevalenza geodetica); ha una potenza di 50 mc/sec, per servire un bacino di 166 Km<sup>2</sup>. Il vecchio impianto di Acque Alte aveva una potenza (di targa) di 70 mc/sec. Anche il bacino delle Acque Alte negli ultimi 80 anni si è abbassato, fino a 0,40 m nelle zone più subsidenti, e nello stesso periodo anche il vecchio impianto idrovoro si è abbassato di quasi 1 m (CONSORZIO DI BONIFICA 1° CIRCONDARIO, 1995).

Sia nel bacino di Acque Basse che in quello di Acque Alte le zone più depresse sono inoltre servite da piccole idrovore di presollevaramento.

Per potenziare ulteriormente la manovrabilità e l'efficienza del sistema, a Codigoro sono stati installati anche due piccoli impianti di emergenza (Idrovore Intermedie), che possono sollevare le acque dal canale che convoglia le Acque Basse a quello che convoglia le Acque Alte, per una portata complessiva di 24 mc/ sec.

## ► Goro (penisola dei Po di Goro e dei Po di Gnocca)

La formazione del "Delta Moderno" del Po (figg. 1, 3 e 8), iniziata con il Taglio di Porto Viro (1604), è proceduta verso SE ad opera del ramo del Po di Gnocca (nuovo) e di quello del Po di Goro (preesistente al taglio).

Intorno al 1730 la costa si era ormai portata nella posizione del paese di Goro (figg. 5 e 6). Il Po di Goro la raggiungeva con due rami, quello attuale ed uno più occidentale, di cui rimane traccia di un tratto d'alveo ancora aperto (Po Morto di Goro) e nel bacino portuale di Goro; il paese è nato appunto in quegli anni come centro peschereccio.

In seguito ha cominciato a svilupparsi l'attuale penisola (lobo deltizio), che dopo 100 anni aveva raggiunto la posizione di Gorino Ferrarese, alla metà del XIX secolo la posizione della "Lanterna Vecchia" (il vecchio faro), e intorno al 1935 la posizione attuale, ossia Punta Faro (il nuovo faro).

La bocca di foce più occidentale del Po di Gnocca si è chiusa nel 1986. Sulla sinistra dell'altra bocca sono particolarmente evidenti gli effetti della subsidenza, che ha provocato l'allagamento di territori che fino agli anni cinquanta erano messi a coltura. Dopo gli anni '40, la crescita della penisola si era infatti quasi arrestata, a causa della subsidenza artificiale e dei fenomeni di erosione marina collegati con la diminuzione di apporto solido del Po.

In destra della foce del Po di Goro sono state anche realizzate opere di difesa, costituite da tubolari plastici riempiti di sabbia (Tubi Longard).

## ► Goro (Sacca)

La Sacca di Goro si estende per circa 2.000 ha (la profondità media supera di poco il metro) e corrisponde al golfo marino individuatosi a ovest della penisola del Po di Goro e di Gnocca (figg. 1, 5 e 8), nello sviluppo del Delta Moderno.

Fin dal XIX secolo, barre e frecce litoranee prodotte soprattutto dagli apporti solidi del Po di Goro, hanno cercato di isolarlo dal mare. Con la crescita della freccia più recente, lo Scannone di Goro (caratterizzato da numerose dune vive), la Sacca è divenuta una laguna. Essa presenta una notevole escursione di marea (fino a 120 cm), ma risente eccessivamente dell'influenza delle acque dolci. Vi pervengono infatti le acque di

scolo condotte dal Po di Volano (provenienti da gran parte del territorio ferrarese, della Bassa modenese e dell'Oltrepò mantovano), quelle del Canal Bianco e quelle del territorio di Goro.

La subsidenza ha fortemente ribassato le campagne circostanti, tutte ricavate dalla bonifica di precedenti paludi.

Sempre a causa della subsidenza le frecce litoranee formatesi prima dello "Scannone di Goro", si sono trasformate nelle tipiche barene e velme che caratterizzano la parte sud-orientale della Sacca (Valle di Gorino).

La vegetazione è rappresentata da salicornieti, giuncheti e prati salmastri, nonché da canneti, tifeti e lamineti, specie nella Valle di Gorino. Fra gli uccelli abbondano il Gabbiano reale, il Gabbiano comune, la Sterna comune e il Cormorano. Nella Sacca è presente anche la tartaruga marina comune.

Gran parte dell'area lagunare è sfruttata per l'itticoltura, e in particolare per l'allevamento delle vongole, attività che viene però sempre più spesso danneggiata da fenomeni di distrofizzazione delle acque.

Sottoposta nel 1984 alla legge n. 1497 del 1939, riconosciuta nel 1981 zona umida di importanza internazionale per la Convenzione di Ramsar e oasi di protezione faunistica (REGIONE EMILIA-ROMANA, 1986; WW E, 1986), la Sacca di Goro è oggi tutelata dal Parco Regionale emiliano-romagnolo del Delta del Po, ricadendo in zona C, di protezione ambientale (settore verso il Bosco della Mesola e Scannone di Goro) e in zona di Preparco.

## ► Goro (Scannone)

La formazione dello Scannone di Goro si può far risalire agli anni '40. Nel 1964 si estendeva per circa 6,7 km di lunghezza; successivamente (1964-1971) si è accorciato di circa 500 metri, poi ha ripreso a crescere fino a raggiungere una lunghezza di 7,8 km nel 1977.

È interessante notare che nel periodo 1954-1977, in cui si è prodotto un allungamento complessivo di circa 3 km, la foce del Po di Goro è entrata in netta erosione a causa del diminuito apporto di materiale solido sabbioso.

Nel periodo 1977-1980 la crisi erosiva del delta del Po è ricaduta anche sullo Scannone, che è nuovamente arretrato di circa 1 km ed è stato protetto con opere di difesa (prevalentemente tubi Longard). Tra il 1986-1991 si è registrato un nuovo allungamento di circa 450 m.

Agli inizi degli anni novanta nello Scannone (Riserva Naturale dello Stato) sono stati aperti abusivamente due varchi, per migliorare la circolazione idrica entro la laguna e contrastare i sempre più frequenti fenomeni di distrofizzazione e di anossia delle acque. Il varco più meridionale si è poi trasformato in una vera e propria bocca lagunare, larga oggi più di 800 m, mentre la parte occidentale dello Scannone viene progressivamente distrutta (fig. 8).

## ► Lago delle Nazioni

È un lago che si estende per circa 90 ettari a est della Valle Bertuzzi. La profondità è assai varia, quasi sempre superiore a 1 m.

È stato ricavato dalla Valle Volano, che costituiva uno specchio d'acqua salmastra formatosi nella parte del delta del Po di Volano che si è sviluppata nel Tardo Medioevo e nel Rinascimento (figg. 1 e 8). La Valle Volano, generatasi soprattutto per ingressione di acque marine, ha cambiato più volte forma a causa della subsidenza e dell'erosione della fascia litorale determinata dalla crisi del Po di Volano, ed è stata spesso in diretto contatto con il mare mediante bocche lagunari effimere, l'ultima delle quali si è chiusa negli anni cinquanta (la costa orientale dell'attuale lago "ricopia" ancora le forme associate a tali bocche).

Fra il 1961 e il 1963 la valle è stata trasformata in un bacino per gli sport nautici, mediante lavori di dragaggio della parte centrale e di imbonimento di quelle marginali.

Il ricambio delle acque avviene oggi per mezzo di un canale che mette capo alla foce dei Volano.

Nei terreni umidi adiacenti sono presenti, oltre al tamerice, il carice, la salicornia, la sueda marittima e la canna di Ravenna. Caratteristiche, nella ricca avifauna, alcune specie stanziali quali la moretta, il moriglione e lo svasso.

Sottoposto nel 1985 alla legge n. 1497 del 1939, riconosciuto nel 1981 zona umida di importanza internazionale per la Convenzione di Ramsar e oasi di protezione della fauna (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1986; WWF, 1986), il Lago rientra oggi in zona di protezione ambientale (zona C) del Parco Regionale emiliano-romagnolo dei Delta del Po.

### ► **Massenzatica (paleodune)**

Le paleodune di Massenzatica rappresentano i resti meglio conservati degli antichi cordoni dunari associati all'ultima fase regressiva del territorio deltizio del Po.

Questi cordoni si presentano, ad occidente della costa attuale, con una distribuzione quasi continua. I più occidentali sono stati più abbassati dalla subsidenza e sono ora completamente coperti da materiali fluvio-palustri; il cordone di Massenzatica (figg. 1, 2 e 8) formatosi circa 3.000 anni fa, è uno dei più antichi ancora affioranti. Termina a Nord in un ampio varco, corrispondente ad un'antica bocca lagunare.

Il cordone era probabilmente sede di una strada romana; vi sono stati trovati vari oggetti di tale età.

Le dune più alte raggiungono i 7 m sul l.m.m., mentre i territori circostanti, bonificati prima dagli Estensi (1564-76) poi alla fine del secolo scorso, oggi giacciono al di sotto del livello del mare di circa 2 m.

Tutti gli antichi cordoni dunosi padani sono stati manomessi, in un primo tempo per scopi agricoli, più recentemente per estrarre sabbia. Perciò tale componente del paesaggio è ormai quasi scomparsa; spesso ne resta il ricordo solo per la sopravvivenza di certi toponimi, quali *motte*, *dossi*, *monti*, *montaceli*. Da vari anni, in Emilia, l'eliminazione di questi rilievi dunosi è stata vietata.

Salvato, per primo, dallo smantellamento grazie alla legge n. 1497 del 1939, il complesso delle dune di Massenzatica ha poi subito il degrado causato da discariche abusive e dal motocross. È stato quindi acquistato dall'Amministrazione Provinciale di Ferrara, che lo ha fatto sottoporre a vincolo integrale (è oggi incluso fra le riserve naturali della Regione Emilia-Romagna) e che ha anche progettato la realizzazione, con il contributo della Regione, del loro restauro ambientale e l'allestimento di un Centro Visite.

La vegetazione è quella tipica dei "prati aridi", caratterizzati dal romice. Fra gli uccelli si segnalano l'upupa e il barbagianni, fra i mammiferi il riccio e la volpe.

### ► **Mesola**

Il paese di Mesola sorse nel XVI secolo, nella tenuta appena acquistata dalla Signoria Estense, nel luogo ove il Po di Goro, già dal tardo medioevo, si divideva in due rami, uno coincidente con l'alveo attuale ed uno più meridionale, il Po dell'Abate, parallelo al tracciato dell'odierno Canal Bianco (figg. 1, 4 e 8).

Il castello, fatto costruire dal Duca Alfonso II d'Este fra il 1578 e il 1583, al confine con il territorio di Venezia, aveva la funzione "ufficiale" di residenza estiva della Corte ducale, ma in realtà era stato concepito come centro di una nuova città portuale, commerciale e militare, che non venne mai realizzata. Gli Estensi dovettero infatti lasciare Ferrara nel 1598. Di questa "città ideale" rimase traccia nella trama viaria che ancora suddivide le campagne, a est del Castello, e nella cinta muraria, lunga quasi 13 km, abbattuta nel XIX secolo.

### ► **Mesola (Bosco)**

Il più caratteristico bosco del Delta del Po; si estende per circa 1060 ha, sui cordoni dunari del Tardo Medioevo e del Rinascimento; è limitato a est dalla linea di costa della fine del 1500 (figg. 1, 5 e 8).

È un tipico esempio di bosco termofilo, con elementi di bosco mesofilo e di bosco igrofilo. Le piante prevalenti sono il leccio e (nelle depressioni interdunali) il frassino ossifilo; frequente anche la farnia. Fra gli animali, oltre ad un gran numero di uccelli, sono caratteristici il cervo e la testuggine terrestre (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1986; W.W.F., 1986). Il daino, di più recente importazione, viene limitato perché particolarmente prolifico e dannoso al sottobosco.

Il Bosco della Mesola, tutelato come Riserva Naturale dello Stato, è uno dei punti focali del Parco del Delta dei Po.

### ► **Mesola (Centro di Educazione Ambientale)**

Ha sede nel Castello di Mesola il Centro di Educazione Ambiente (C.E.A.) del Parco Regionale del Delta del Po. Realizzato nel 1990 dall'Amministrazione Provinciale di Ferrara con il contributo del Ministero dell'Ambiente, il Centro illustra gli aspetti naturalistici più significativi del territorio deltizio padano.

Una Sezione Geologica (curata dai Proff. M. Bondesan e R. Dal Cin dell'Università di Ferrara), illustra l'origine e l'evoluzione del bacino padano, e comprende un grande plastico del territorio deltizio. Vengono quindi illustrati, con modelli, acquari, terrari, pannelli interattivi, diorami, collezioni e vetrine di reperti, l'origine, la flora, vegetazione e la fauna dei seguenti ambienti: la spiaggia e la duna, la valle salmastra (con l'organizzazione del "lavoriero" per la pesca valliva), la palude, il bosco termofilo, il bosco igrofilo. Di particolare pregio le collezioni di uccelli e pesci del Delta, i modelli e le raccolte di funghi, di conchiglie dell'Alto Adriatico, di insetti e piante officinali tipiche del territorio, suddivise per ambiente.

Il centro comprende inoltre una sala audiovisiva, una biblioteca, un laboratorio Naturalistico per l'effettuazione di semplici esperienze di Scienze Naturali da parte delle scolaresche, e una sezione dedicata all'esposizione di lavori scolastici sui temi ambientali.

Il centro è meta ogni anno di migliaia di visitatori (studenti, ma anche turisti). Tra le numerose attività che il Centro organizza annualmente, sono da segnalare i corsi di aggiornamento sui temi ambientali per insegnanti della scuola dell'obbligo, realizzati con la collaborazione del Provveditorato agli Studi di Ferrara, del Museo di Storia Naturale di Ferrara, dei Distretti Scolastici e delle Associazioni Ambientaliste locali, nonché i "Progetti Didattici" rivolti alle Scuole locali per l'approfondimento di argomenti scelti dagli studenti e dagli insegnanti, con uscite sul campo e ricerche specifiche (CENTRO DI EDUCAZIONE AMBIENTALE DI MESOLA, 1997).

### ► **Po di Tolle (penisola e foce)**

Nel secolo XVI e nei primi decenni del XIX, il ramo principale del Po, nel "Delta Moderno", era il Po di Maistra, rivolto verso NE (figg. 1, 5 e 8). Con la rotta di Boccasette (1827) questo si era formato un nuovo sbocco direttamente rivolto a nord (il corso attuale). I veneziani, sempre per il timore che i suoi sedimenti raggiungessero le bocche della Laguna, intervennero sulla sua biforcazione con il Po di Tolle, deviando in quest'ultimo la corrente principale del fiume. A seguito di questa operazione, e di altri interventi successivi, il Po di Maistra divenne un ramo di secondaria importanza, quale è attualmente, e il Po di Tolle, divenuto il più grande in assoluto, ben presto piegò il suo corso verso sud formando un nuovo lobo di foce (figg. 1, 5 e 8).

Fra questa nuova penisola e quella formata dai rami di Goro e di Gnocca si venne così ad individuare un'insenatura, detta Sacca di Scardovari. Il Po di Tolle entrò a sua volta in crisi verso la fine del XIX secolo, e il ramo principale divenne da allora il Po di Pila, rivolto verso est (BONDESAN & SIMEONI, 1983).

La penisola di foce del Po di Tolle ha raggiunto il suo massimo sviluppo intorno agli anni quaranta. In seguito, a causa della subsidenza, si è notevolmente abbassata ed è stata parzialmente riconquistata dal mare. I territori già coltivati a est del Po di Tolle sono stati abbandonati nel 1954 e si sono trasformati nell'attuale Laguna dei Bastimenti (BONDESAN *et al.*, 1995). I territori a ovest vengono invece difesi da grandi arginature ("barricate").

La foce del Po di Tolle, l'unica raggiungibile in auto, è anche la più difesa da grandi scogliere contro l'erosione, essendo caratterizzata da un ampio settore di traversia.



## ► Scardovari (Sacca)

La Sacca di Scardovari rappresenta una laguna che è rimasta interclusa fra la penisola dei rami di Goro e di Gnocca e la penisola dei Po di Tolle, durante lo sviluppo del Delta Moderno del Po relativo agli ultimi due secoli (figg. 1 e 8).

Il suo lato più settentrionale corrisponde infatti alla linea di costa del primo decennio del XIX secolo, mentre gli altri due lati rappresentano le coste delle suddette penisole (lobi deltizi).

Fino alla metà del presente secolo la Sacca di Scardovari era più articolata, per la presenza di delta interni formati da rami secondari del Po di Gnocca e del Po di Tolle, oggi in gran parte sommersi a causa della subsidenza artificiale.

Lo sfondamento dell'argine perimetrale della Sacca, provocato dalla mareggiata del novembre 1966, ha portato all'allagamento di tutto il "polder" circostante (isola della Donzella). Dopo tale evento l'argine della Sacca è stato sopraelevato fino alla quota attuale (BONDESAN *et al.*, 1995).

Negli anni '60 anche l'isola che la chiudeva parzialmente verso mare era scomparsa, mentre arretravano gran parte dei lidi e delle frecce litoranee di altre lacune del Delta.

L'attuale freccia litorale, radicata presso la foce del Po di Tolle, si è formata soprattutto a partire dagli anni '70, e ha già raggiunto la lunghezza di oltre 1 km. Il suo sviluppo è stato favorito da interventi appositi (posizionamento di tubi Longard e strutture per favorire la formazione di dune).

La Sacca di Scardovari è utilizzata da tempo per l'itticoltura: alla pesca di anguille mediante piccoli labirinti di reti (i cosiddetti "cogolli"), si è aggiunta la coltivazione di mitili e vongole.

Quest'ultima trova qui condizioni ambientali particolarmente fortunate: in questa laguna vengono infatti scaricate solo le colatizie di un territorio assai ristretto, e i fenomeni di distrofizzazione delle acque sono rari.

Sono state destinate all'itticoltura (vivai) anche piccole zone umide che si trovano sul perimetro della Sacca, al di là dell'argine: particolarmente ampio quello che si trova in corrispondenza della foce dell'ex Po di Ca'Mello.

Sottoposta nel 1974 alla legge n. 1497 del 1939 (BALBONI, 1992), la Sacca è ben osservabile dall'ampia strada arginale che la contorna e da un'alta torre-osservatorio per il birdwatching.

## ► Volano (foce dei Po di Volano)

L'apparato di foce del Po di Volano si articola in due rami, entrambi rivolti verso nord-est, ossia verso l'interno della Sacca di Goro (fig. 8). Intorno agli anni '50 il ramo più orientale è stato separato dal Volano e suddiviso in tronchi, con precarie intercomunicazioni; il ramo occidentale è la foce oggi attiva e lambisce, con la sua riva sinistra, una palude salmastra in diretto contatto col mare, presso il Taglio della Falce: quest'ultima palude (assieme ad altri due piccoli stagni adiacenti la Valle Cannevié) costituisce l'Oasi di Foce Volano.

Creata dal Fondo per l'Ambiente Italiano (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1986; W.W.F., 1986), l'oasi è stata riconosciuta nel 1981 zona umida di importanza internazionale per la Convenzione di Ramsar e ricade oggi in zona di protezione generale (zona B) nel Parco Regionale emiliano-romagnolo del Delta del Po.

## ► Volano (insenatura "Taglio della Falce")

Il Taglio della Falce è costituito da una insenatura situata immediatamente a nord della foce del Volano e che limita a mezzogiorno il Bosco della Mesola.

Rappresenta il relitto della bocca lagunare attraverso la quale comunicavano con la Sacca di Goro (e quindi con il mare) gli specchi d'acqua che occupavano l'ala nord del delta medievale del Volano, ossia la Valle Giralda, bonificata nel 1960, e la Valle Falce, prosciugata nel 1969.

La bonifica di quest'ultima, attuata quando ormai non vi era più ragione di acquisire nuovi terreni all'agricoltura, ha modificato il regime della freatica del limitrofo Bosco della Mesola, provocandone l'abbassamento e danneggiandone la vegetazione.

Sottoposta nel 1977 alla legge n. 1497 del 1939, riconosciuta nel 1981 zona umida di importanza internazionale per la Convenzione di Ramsar e oasi di protezione della fauna (W.W.F., 1986), l'insenatura del Taglio della Falce ricade oggi in zona di protezione generale (zona B) del Parco Regionale emiliano-romagnolo del Delta del Po.

### ▶ **Volano (pineta)**

La Pineta di Volano si estende per oltre 6 km fra la foce del Po di Volano e il Lago delle Nazioni (fig. 8), ed è quasi totalmente frutto di un ripopolamento eseguito dalla Forestale negli anni trenta. È particolarmente bella nella parte nord, presso la vecchia Foce del Volano e sullo Scannone di Volano, area sottoposta a varie forme di protezione (legge n. 1497 del 1939, Convenzione di Ramsar, oasi di protezione della fauna e oggi Riserva Naturale dello Stato). È caratterizzata da *Pino domestico*, e il sottobosco è dominato dalla *Fillirea*.

Nel campo di dune compreso fra la Pineta e la spiaggia (Lido di Volano), si possono osservare le tipiche associazioni vegetali delle sabbie, dominate dall'*Ammofila*.

### ▶ **Volano (spiaggia fra Volano e il Lido delle Nazioni)**

Il litorale a sud di Volano è soggetto, già a partire dal XVI secolo, ad un generale arretramento, a causa della totale perdita di trasporto solido del Po di Volano e dello scarso apporto di sedimenti da parte dei rami meridionali dell'attuale delta del Po. Questi sedimenti, nelle prime fasi di sviluppo del Delta Moderno, non riuscivano infatti a pervenire a questo tratto di spiaggia perché ostacolati dalla foce del Volano nonché dalla longshore current, orientata da sud a nord (fig. 8); successivamente, con lo sviluppo del lato deltizio del Po di Goro e di Gnocca, essi sono stati spesi per la costruzione di frecce litoranee nel braccio di mare intercluso fra tale penisola e la costa in esame (v. Sacca di Goro). Gli unici sedimenti del Po che attualmente vi pervengono sono quelli in sospensione.

L'erosione è stata però fortemente aggravata con la costruzione e i successivi allungamenti dei moli di Porto Garibaldi, che hanno contrastato anche la principale fonte di alimentazione della spiaggia (longshore current).

In questo plurisecolare processo di arretramento della costa, il mare ha riconquistato parte del territorio del Delta del Volano, e in particolare quello dell'ex Valle Volano, i cui sedimenti argillosi riaffiorano oggi nella spiaggia sommersa.

I fenomeni erosivi sono stati contrastati prima davanti a Porto Garibaldi e al Lido di Pomposa, con la costruzione di scogliere parallele al largo, poi di fronte al Lido delle Nazioni, con pennelli (gabbionate di massi e ciottoli). Negli anni settanta il filare delle scogliere parallele è stato completato in tutto il tratto fra Porto Garibaldi e il Lido delle Nazioni.

Il tratto a nord del Lido delle Nazioni, sottofuoto rispetto a tali difese, ha subito manifestato un'accelerazione dei processi erosivi, cui si sta cercando di far fronte mediante difese aderenti.

## ▶ **BIBLIOGRAFIA**

BALBONI G. (1992) – *Il Parco del Delta del Po; cronaca di una lunga attesa*. W.W.F., Sezione di Ferrara, 41 pp.

BONDESAN M. (1989) - *Geomorphological hazards in the Po delta and adjacent areas*, Geogr. Fis. Din. Quat., Suppl. 2, pp. 25-33.

BONDESAN M. (1990) - *L'area deltizia padana: caratteri geografici e geomorfologici*. In "Il Parco del delta del Po: studi ed immagini, vol. II" (a cura di M. Bondesan), Spazio Libri ed., pp. 10-48.

BONDESAN M., CASTIGLIONI G.B., ELMI C., GABBIANELLI G., MAROCCO R., PIRAZZOLI FA. & TOMASIN A. (1995) - *Coastal areas at risk from storm surges and sea-level rise in Northeastern Italy*. Journal of Coastal Research, 11 (4), pp. 1354-1379.

BONDESAN M., FAVERO V & VIGNALS M.J. (1 995) - *New evidence on the evolution of the Po-delta coastal plain during the Holocene*. Quaternary International, 29/30, pp. 105-110.

BONDESAN M. & SIMEONI U. (1983) - *Dinamica e analisi morfologica statistica dei litorali del delta del Po e alle foci dell'Adige e del Brenta*. Mem. Sc. Geol., 36, pp. 1-48.

CAPUTO M., PIERI L. & UNGHENDOLI M. (1970) - *Geometric investigation of the subsidence in the Po Delta*. Boll. Geofis. Teor. Appl., 14 (47), pp. 187-207.

CASTIGLIONI G.B. (1 978) - *Il ramo più settentrionale del Po nell'antichità*. Atti Mem. Acc. Patav. Sc. Lett. Arti, 90, pp. 157-164, Padova.

CENTRO DI EDUCAZIONE AMBIENTALE DI MESOLA (1997) *Schede didattiche*.

CONSORZIO DI BONIFICA I° CIRCONDARIO POLESINE DI FERRARA (1995) - *E la terra emerse dalle acque*, 103 pp.

DAL CIN R. (1983) - *I litorali del delta del Po e alle foci dell'Adige e del Brenta: caratteri tessiturali e dispersione dei sedimenti, cause dell'arretramento e previsioni sull'evoluzione futura*. Boli. Soc. Geol. It., 102, pp. 9-56.

M.U.R.S.T (1997)-*Carta Geomorfologica della Pianura Padana alla scala 1-250.000*, coord. Castiglioni G.B., S.EL.CA., Firenze. PIERI M. & GROPPI G. (1981)-*Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*. C.N.R., pubbl. 414 Prog. Fin. geodinamica, sottoprog. Modello Strutturale, 13, 7, Roma, pp. 1-11.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA, E.P.T. FERRARA, COMUNE DI FERRARA e CIV. MUSEO DI ST. NAT. FERRARA (1986)-*Itinerari naturalistici nel Ferrarese; cinque percorsi nella natura lungo il Po e nel Delta*. Ferrara.

SIMEONI U. - BONDESAN M. (1 997) - *The role and responsibility of man in the evolution of the Italian Adriatic coast* In: F. Briand & A. Maldonado (eds.), *Evolution des côtes méditerranéennes*, 3, Sc. Ser., Commission Internazionale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranées, Buil. de l'Institut Océanographique, Monaco, pp. 20-43.

W.W.F. (1986) - *Zone Umide del Delta del Po,- territori ferraresi*. Schede, Univ. Popol. di Romagna, Lugo.