

7. Acqua e territorio

Come si è formato il territorio?

Ore

30

Risultato

Leggere il territorio nei suoi aspetti geologici storici e naturalistici

Attività

1. Predisporre rappresentazioni topografiche applicando norme e regole relative al modello da costruire
2. Riportare elementi del territorio dalle cartine antiche a quella attuale
3. Utilizzando strumenti adeguati e adottando un metodo di lavoro corretto e sicuro, costruire un plastico
4. Analizzare un ambiente dal punto di vista ecologico (aspetti biotici, abiotici, storici)

Competenze

- Leggere una cartina storica
- Costruire un plastico a partire da una cartina
- Riportare elementi paesaggistici in una cartina attuale partendo da una mappa antica
- Costruire schemi, tabelle, mappe concettuali
- Progettare e implementare una mostra sull'evoluzione del territorio

Pre-requisiti

- E' in grado di leggere gli elementi fondamentali di una cartina

- Legge un disegno
- E' in grado di compiere piccoli rilievi con semplici strumenti
- Utilizza schede descrittive di un ambiente naturale

Contenuti

- L'evoluzione del territorio ferrarese dal pleistocene ai giorni nostri
- Il fiume
- Il Po

Modalità formative

- Lezione dialogica
- Analisi di laboratorio
- Lavoro di gruppo
- Attività operativa

Modalità di valutazione

- Relazione tecnica delle esercitazioni svolte
- Test
- Prove strutturate

Competenze certificate

E' in grado di progettare e collocare in un contesto storico naturalistico gli elementi del territorio e li descrive usando le fonti

Legge una cartina del territorio e ne individua gli elementi fondamentali

È in grado di orientarsi data la cartina



Attività nel centro di educazione ambientale di Serravalle

Mostra delle cartine del delta

Schede per l'analisi dei vari ambienti del delta del Po

CADF

La Fabbrica dell'Acqua

Capitolo 1

La formazione del territorio nella preistoria

Il delta padano, è la prominenza che si spinge nell'alto Adriatico, compresa fra la Sacca di Goro e Porto Levante

In realtà quella penisola e una conformazione territoriale che si è creata solo negli ultimi secoli. Il territorio deltizio padano, facendo riferimento alle trasformazioni avvenute negli ultimi millenni, è invece da considerare ben più vasto, perché comprende tutta la fascia che va da Ravenna alla laguna di Venezia.

Si tratta dunque di una regione estremamente "evolutiva"; questo, d'altronde, è facile da verificare: vi è infatti una forte probabilità che, confrontando due carte geografiche moderne oggi in vendita, si trovi disegnato diversamente persino il contorno del delta attuale.

E facile capire che questa mutevolezza è legata al lavoro di costruzione operato dai vari rami del delta. Ma per approfondire un po' questo argomento, per meglio comprendere i fenomeni che hanno portato alla formazione di questo territorio e che ancora ne controllano in qualche misura l'evoluzione, è necessario risalire a tempi ben più remoti degli ultimi secoli o millenni.



Figura 1 L'Italia durante il pliocene (6-2 milioni di anni fa) (da Leopardi 1968 modificato)

1- Il pliocene (6-2 milioni di anni fa)

Le Alpi, la cui costruzione è iniziata centinaia di milioni di anni fa, e l'Appennino, relativamente giovanissimo, essendosi formato negli ultimi cento milioni d'anni, hanno giocato un ruolo di primaria importanza nella "storia" del delta. Hanno definito il grande spazio triangolare corrispondente al bacino padano, e con il loro insorgere, hanno causato anche la nascita della pianura. La Padania rappresenta infatti la "risposta geologica" al sollevamento di tali catene, essendo formata da una notevole parte di quei materiali che l'erosione ha strappato ad esse,

A questo ordine di problemi geologici di più ampio orizzonte vanno ricondotti enormi movimenti verticali, fra cui la subsidenza dello stesso bacino padano, che ha avuto l'effetto di produrre anche qui lo sprofondamento di grandi quantità di materiali, man mano che avveniva la sedimentazione, fino a dar luogo a depositi di migliaia di metri di spessore.

Il golfo padano era ancora presente durante il Pliocene ultimo periodo dell'era Terziaria, e nella prima parte del Quaternario, l'attuale era geologica. Solo in seguito, soprattutto nell'ultimo milione d'anni, la sedimentazione dei materiali detritici provenienti dagli adiacenti rilievi lo ha infine colmato.

Nel sottosuolo della nostra pianura, e anche nel Ferrarese, le rocce di quell'età, come quelle successive, per altre decine di milioni di anni, sono le stesse che oggi si ritrovano, a quote ben più elevate, nelle Alpi



Figura 2 –L'Italia nord-orientale durante l'ultima glaciazione (Würm)
 1-ghiacciai würniani . 2-ghiacciai attuali-
 linea di costa 3-linea di costa di Wurn.
 4-linea di costa attuale. 5-Fiume Po (da
 Leonardi modificata)

e negli Appennini: qualche chilometro sotto i nostri piedi, vi sono dunque le stesse formazioni geologiche che si possono ritrovare, ad esempio, nelle vette delle Dolomiti.

Circa 6 milioni di anni fa, il Mediterraneo, a causa del sollevamento della soglia di Gibilterra e dell'avvento di condizioni caldo-aride, è rimasto isolato dall'Atlantico ed è stato soggetto ad un'evaporazione assai superiore alle precipitazioni; ciò ha determinato un notevole abbassamento del livello marino.

La regione italiana aveva la forma di una sottile penisola circondata da molte isole; nell'area dell'attuale pianura si era ricostituito il Golfo Padano; una buona parte del lato nord-orientale dell'Appennino settentrionale non era ancora emersa e l'intera "fossa padano-adriatica" restava interessata da forte subsidenza.

Alcune delle Pieghe Ferraresi costituivano delle isole nel mare pliocenico, e proprio in corrispondenza della maggiore di queste isole è oggi situata Ferrara. A quel tempo stavano appena comparso sulla Terra i primi ominidi.

I materiali erosi dalle parti emerse dell'Appennino, intanto, si andavano depositando lateralmente alla catena, nelle parti più depresse dei corrugamenti sommersi. Qui la subsidenza, dovuta alla subduzione, ai movimenti isostatici e al costipamento dei sedimenti, ha portato all'impilamento di enormi spessori di detriti, che sono arrivati, a nord di Bologna, anche superare i 6.000 m

2-Grande glaciazione di Würm 80.000-20.000 anni

Nell'evoluzione della nuova grande pianura hanno però avuto notevole influenza i grandi mutamenti climatici dell'ultimo milione di anni, costituiti dall'alternarsi di periodi glaciali, accompagnati da notevoli abbassamenti del livello marino, a fasi interglaciali, nelle quali il mare tornava a risalire: così l'area corrispondente all'attuale bassa Padania, che durante l'ultima glaciazione era venuta a trovarsi ad oltre 300 chilometri di distanza dalla costa dell'Adriatico, ossia in condizioni di media pianura, restava nuovamente sommersa dalle acque del mare, per la sua parte orientale, con il successivo scioglimento dei ghiacci. È appunto alle diverse situazioni ambientali che hanno interessato questa zona vanno attribuite le forti differenziazioni riscontrabili nei sedimenti che, nelle prime decine e centinaia di metri, ne costituiscono il sottosuolo.

Altre variazioni climatiche, sia pur più ridotte, sono d'altronde avvenute anche dopo la fine dell'ultima grande glaciazione, ossia nell'Olocene, corrispondente agli ultimi 10.000 anni; queste sono rappresentate dall'alternanza di intervalli di alcuni secoli di clima relativamente più freddo e piovoso, ad intervalli di clima più caldo. Ai primi hanno, in genere, fatto riscontro le tendenze dei fiumi ad intasare di sedimenti i tratti inferiori dei loro alvei, e a straripare, più intense deposizioni nell'entroterra, maggiori estensioni del dominio palustre e talora anche rapidi processi di accrescimento degli apparati deltizi; i secondi sono stati invece spesso caratterizzati da una relativa maggior stabilità e semplicità della rete fluviale, nonché da parziali invasioni di acque marine nelle aree più depresse, prossime alla costa.

Durante l'ultima glaciazione (Würm) il livello del mare si era abbassato di oltre 100 metri e la Pianura Padana comprendeva tutto l'attuale Adriatico settentrionale: la costa era situata a sud di Ancona e il Po era lungo quasi 1.000 km.

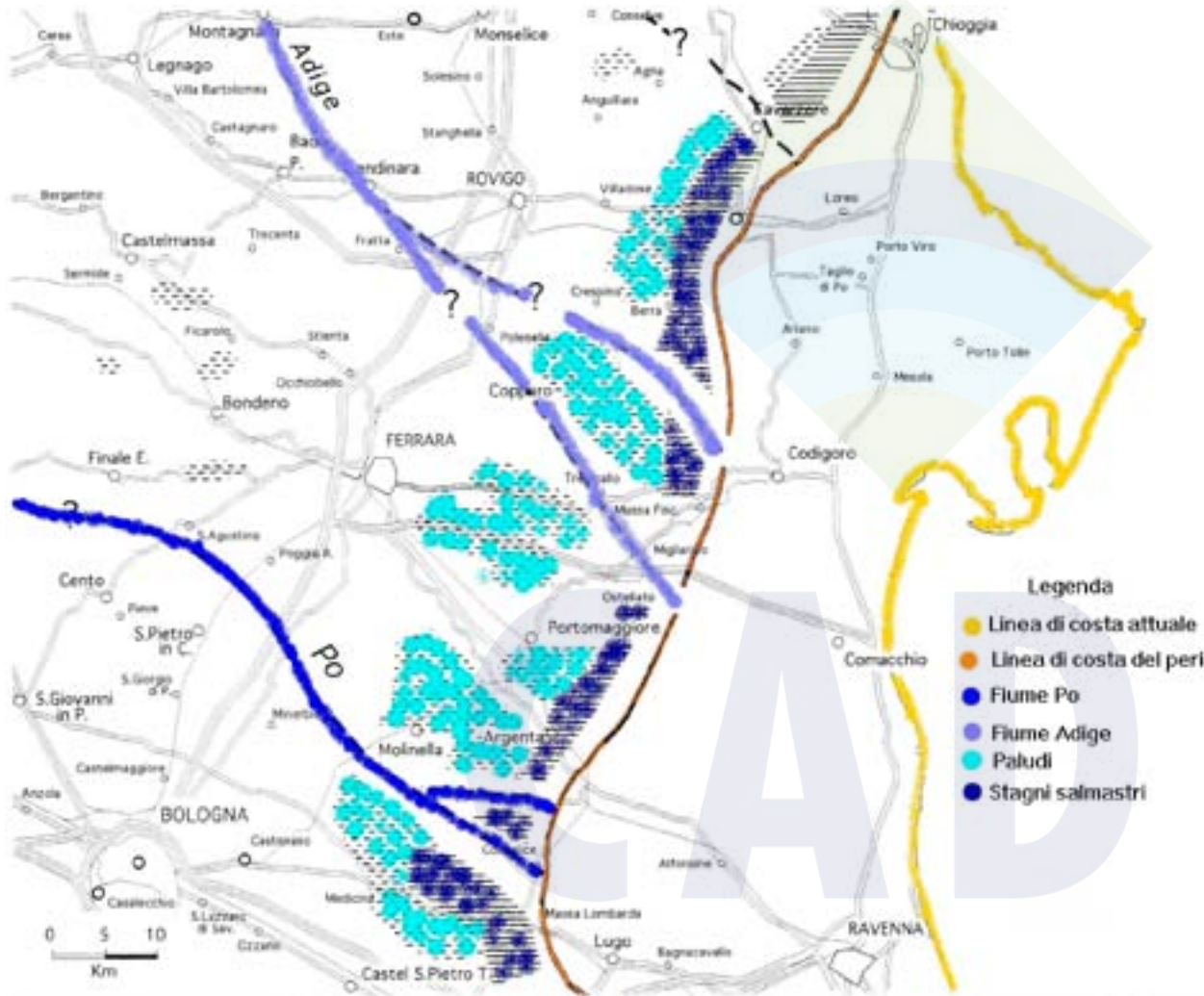


Figura 3 : Il territorio deltizio al momento della massima trasgressione post-glaciale (da Bondesan modificata)

Intorno a 2 milioni di anni fa era comparso in Africa il genere *Homo*, con la specie *Homo habilis*, poi sostituita, a partire da circa un milione e mezzo di anni fa, da *Homo erectus*, che cominciò a colonizzare l'Europa circa un milione di anni fa. Un suo diretto discendente, l'uomo di Neandertal, tipicamente europeo, si è affermato soprattutto durante l'interglaciale Riss- Würm. Durante l'ultima glaciazione l'uomo moderno, già presente in Africa circa 100.000 anni fa, fra i 35.000 e i 28.000 ha definitivamente soppiantato l'uomo di Neandertal, ed ha quindi portato avanti la sua espansione nel mondo, favorita anche dal ritiro del mare che aveva creato "ponti" prima inesistenti fra varie regioni o addirittura fra diversi continenti.

Il Po si collocava a valle di Piacenza e il suo delta si sviluppava più a sud di quello attuale era lungo 1000 Km

3- Neolitico (6000 – 3000 anni a.C.)

Negli ultimi 6.000 anni il livello marino si è attestato all'incirca alla quota attuale e nella Pianura Padana la linea di costa si è spinta fino a qualche decina di chilometri più all'interno di quella odierna.

Il corso del Po, man mano che il livello marino risaliva, tendeva a tornare verso l'asse centrale della pianura. Il Reno e i corsi d'acqua romagnoli sfociavano direttamente in mare, mentre l'Adige tendeva, al contrario, ad occupare una posizione più meridionale, divenendo spesso affluente del Po

Al culmine della trasgressione flandriana, in corrispondenza del cosiddetto *optimum climatico antico*,

la situazione della pianura era ormai assai simile a quella attuale, ma non del tutto uguale. Mancava ancora l'azione, per gli ultimi millenni, dei processi naturali finora esposti, e mancava inoltre l'impronta dell'attività dell'uomo, che alla fine ha condizionato l'evoluzione morfologica e sedimentaria ancor più dei processi naturali.

La linea di costa passava a ovest di Ravenna, proseguiva verso nord fra Codigoro e Massa Fiscaglia, passava per Adria e si inoltrava nella Laguna di Venezia. I corsi inferiori dell'Adige e il Po erano orientati verso sud-est e quasi tutti i corsi d'acqua appenninici occupavano una posizione più orientale rispetto al corso attuale.

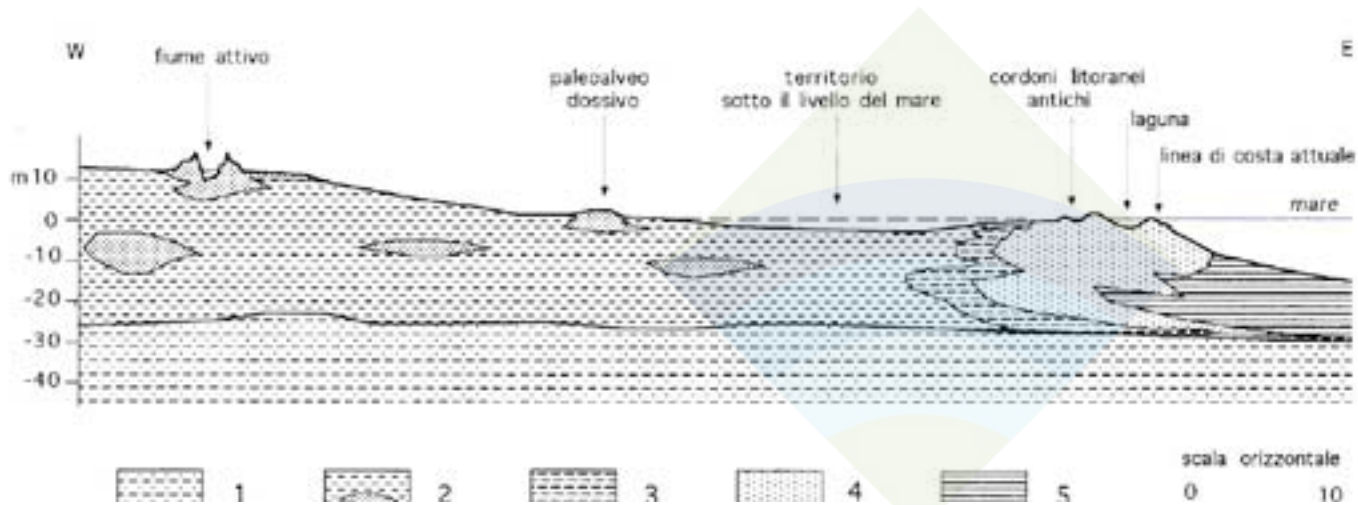


Figura 4 Sezione geologica del ferrarese
1-depositi di pianura alluvionale del Pleistocene e del primo Olocene (sabbie). 2-depositi olocenici di bassa pianura (argille e limi) 3-depositi lagunari olocenici 4-depositi litoranei Olocenici (sabbie) 4-depositi olocenici di mare aperto

altri sedimenti continentali olocenici.

Alte, fin oltre 10 m, le dune formatesi circa 3.000 anni fa, come quelle ancor oggi visibili nel Ferrarese presso Massenzatica. I cordoni litoranei più antichi, sui quali ha agito più a lungo la subsidenza, sono oggi sepolti da successivi sedimenti fluviali e palustri.

In tutta la Padania inferiore, per buona parte del Quaternario e soprattutto nell'Olocene, i fiumi si sono comunque mantenuti pressoché sempre in condizioni di prevalente sedimentazione. In questa situazione ciascun fiume, in corrispondenza delle massime piene e delle tracimazioni, tende a depositare i sedimenti più grossolani (sabbie e limi), non solo entro l'alveo ma anche ai lati dello stesso, formandosi così degli argini naturali. Le acque fuoriuscite dall'alveo distribuiscono inoltre i sedimenti sui territori circostanti in modo differenziale: quelli a grana più grossa (sabbie) si vanno a depositare poco lontano dall'alveo, mentre le frazioni limose ed argillose, che tendono a rimanere più a lungo in sospensione nelle acque, vanno a sedimentarsi a maggior distanza.

Il minore apporto volumetrico relativo dei sedimenti limosi ed argillosi e la loro maggiore compressibilità, causa nel tempo quella particolare condizione altimetrica che vede gli alvei a quota più elevata, mentre nelle maglie della rete fluviale, ossia nelle aree comprese tra un alveo fluviale e l'altro, si individuano aree di depressione relativa, a forma di catino. In occasione di grandi rotte vengono abbandonati i tracciati fluviali oramai troppo elevati, e si formano nuovi alvei in tali aree depresse, che a loro volta vengono colmate; è appunto con la sovrapposizione di sempre nuove reti che si produce la crescita verticale di una pianura alluvionale come la Padania. Al margine di questa intervengono infine le azioni delle acque del mare e del vento, a ridistribuire i materiali recati dai corsi d'acqua, determinando la formazione delle spiagge e dei relativi apparati dunari (cordoni litoranei). È proprio a questa attività che può essere ricondotto il graduale

Successivamente, nel processo di avanzamento della pianura dovuto all'apporto di sedimenti da parte dei fiumi, si sono individuate nuove linee di costa; la loro traccia è oggi rappresentata da cordoni litoranei, composti prevalentemente da sabbie di spiaggia e di duna.

Se osserviamo una sezione geologica del Ferrarese da ovest a est, si può osservare che, nella parte orientale del territorio, ai sedimenti continentali depositatisi prima dell'arrivo del mare postglaciale (Pleistocene e primo Olocene), sono sovrapposti materiali lagunari, costieri e marini, mentre nel resto del territorio, verso ovest, dove il mare postglaciale non è arrivato, ai primi sono direttamente sovrapposti

accrescimento della piana del Po; e in particolare tale accrescimento si è manifestato in modo relativamente più continuo che in precedenza dopo *l'optimum climatico antico*.

Questi effetti di crescita verticale (aggradazione) ed orizzontale (progradazione) nella nostra pianura sono risultati comunque particolarmente complessi a causa della subsidenza; a questa va attribuito, per esempio, anche negli ultimi millenni, il seppellimento degli alvei fluviali e dei cordoni litoranei più antichi con successive sedimentazioni alluvionali.

In questa evoluzione numerose paludi si sono via via formate, oltre che nella maglie della rete fluviale interna, anche nella fascia litoranea, specialmente a ridosso dei cordoni litoranei e in generale di tutte quelle strutture rilevate, che hanno impedito il deflusso a mare delle acque meteoriche o di esondazione fluviale. Altre paludi minori si sono talvolta formate nelle depressioni comprese tra successivi cordoni litorali (un tipico esempio è costituito dalle Vene di Bellocchio, di età rinascimentale).

La fascia costiera della Padania è inoltre sempre stata caratterizzata da numerosi specchi d'acqua salmastra, ossia le lagune e quegli stagni costieri che sono oggi comunemente indicati con il termine di "valli".

Questi ambienti sono in genere da attribuire a tre fondamentali meccanismi di formazione.

Molti di essi hanno avuto origine dall'interclusione di aree marine o fra le penisole costruite dai rami deltizi fluviali o fra diversi cordoni litorali, nei punti di più rapido accrescimento della pianura. Esempi attuali sono costituiti dalle cosiddette "sacche" che orlano il perimetro del delta odierno, come quelle di Goro, di Scardovari, del Canarin e del Basson; della stessa natura sono la sacca di Bellocchio, presso la foce del Reno, e le Piallasse ravennati. Altri stagni costieri e lagune si sono invece formate per allagamento, da parte del mare.

4-l'età del bronzo

Nell'età del bronzo (circa 1000 anni a.C.) il ramo principale del fiume erano quello che passava in territorio veneto per Sermide - Adria (Po di Adria) e quello che passava in territorio ferrarese per Ferrara - Ostellato (Po di Spina). Questa situazione perdurò sostanzialmente inalterata sino allo VIII secolo a.C., quando si verificò la così detta "rotta di Sermide".

Alla fine dell'Età del Bronzo e l'inizio dell'Età del Ferro c'erano due principali linee lungo le quali le acque del Po defluivano in mare: la più settentrionale era rappresentata soprattutto da quello che oggi è comunemente indicato come Po di Adria, il cui corso, passando per Castelmassa, Fratta Polesine, Ceregnano ed Adria, trovava foce presso Loreo una sua diramazione, rivolta a nord est portava le acque del Po a mescolarsi con quelle dell'Adige, che a sua volta seguiva tracciati assai diversi da quello attuale, per Este, Monselice e Chioggia. Alla linea di deflusso più meridionale corrispondeva una



Figura 5 Territorio ferrarese nell'età del bronzo

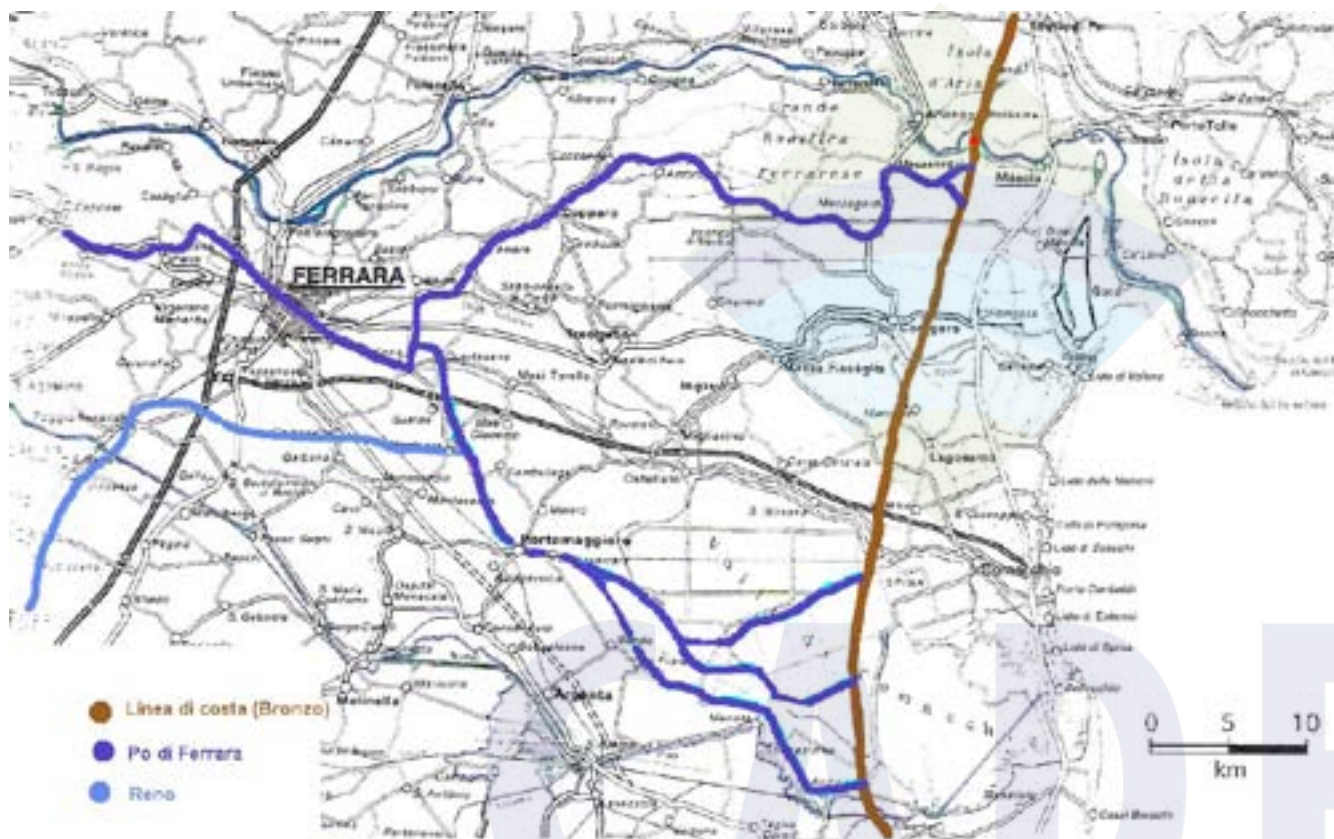


Figura 6-cartina attuale del ferrarese con indicazione della posizione della linea di costa e dei fiumi del periodo del bronzo

cambiamento nella configurazione idrofila del Delta. In seguito a questo evento i rami deltizi del territorio veneto iniziarono a decadere, mentre quelli del territorio ferrarese aumentarono progressivamente la loro efficienza. Il ramo principale divenne il Padoa (Eridano) che si divideva dall'altro ramo importante, l'Olana (Volano), ad est di Ferrara, in prossimità di Codrea, e il cui percorso corrispondeva, grosso modo, a quello dell'odierna via Comacchio. Presso la foce del Padoa si sviluppò nel VI secolo a.C. la vita etrusca di Spina.

serie di alvei che interessava il territorio tra Guastalla ed il bondenese. Oltre Bondeno, appartenevano a tale linea il primitivo Po di Ferrara, e le sue numerose diramazioni ancor oggi parzialmente visibili nel ferrarese orientale fra cui un alveo che passava per i luoghi di Gambulaga e Ostellato; altri alvei, forse alimentati anche da torrenti appenninici, interessavano l'argentano, dividendosi a loro volta in più rami.

E certa l'esistenza, anche nei momenti di clima più favorevole, di bacini lagunari e di aree paludose in tutta la pianura e specialmente nella fascia costiera.

Fu fra la fine dell'Età del Bronzo e l'inizio dell'Età del Ferro che si formarono i cordoni litoranei, rimasti almeno parzialmente insepolti dalla coltre alluvionale, che per primi si possono tuttora incontrare procedendo verso il mare. Di questi restano importanti tracce nel complesso delle dune di Massenzatica e, più a nord, in quelle di S. Basilio e di Rosolina.

Nel VIII secolo a.C. si verificò la rotta di Sermide, che determinò un profondo

Capitolo 2

Periodo etrusco

1-premessa

Alla fine del VI secolo a.C. gli Etruschi passarono gli Appennini e si fermarono su entrambe le rive del Po, ma soprattutto in Emilia, fondarono numerose città. Il centro più prospero sembra fosse Felsina (la futura Bologna), ma hanno origini etrusche anche Ravenna, Cesena, Modena, Parma, e Piacenza. I porti dell'Etruria padana erano Adria e Spina, entrambe destinate a raggiungere un notevole grado di prosperità economica.

Poi la seconda soppiantò la prima, diventando il principale emporio del medio e alto Adriatico e stabilendo una vera e propria " talassocrazia " su questo mare.

2-il territorio nel periodo etrusco

La rotta di Sermide segna l'inizio della decadenza del Po di Adria, determinando la formazione di un nuovo corso a sud est. Questo ramo scendeva da Sermide, verso Bondeno e si inseriva nel pre-esistente Po di Spina. Diveniva di primaria importanza il corso per Copparo e quello Spinetico. Entrambi si diramavano l'uno verso Massenzatica e verso Codigoro e l'altro verso Ostellato, Portomaggiore e Argenta.

In questo periodo si verificano rotte fluviali che portano ad una maggior diffusione delle paludi.

In età classica si formò il Gaurus (Goro), un ramo che si staccava dall'Olana e procedeva prima verso nord e poi verso est, delimitando con la stessa Olana e il mare un vasto cordone litoraneo, che in epoca medioevale prenderà il nome di "isola pomposiana". Forse la formazione del Gaurus fu in parte dovuta all'intervento umano: i Romani scavavano infatti numerose fosse (canali) ad andamento parallelo alla costa che permettevano la comunicazione trasversale tra i fiumi principali. Il percorso di questo ramo è riconducibile ancora oggi nella strada che collega Codigoro (laput gauri), Mezzogoro (Medium Gauri) e Massenzatica.

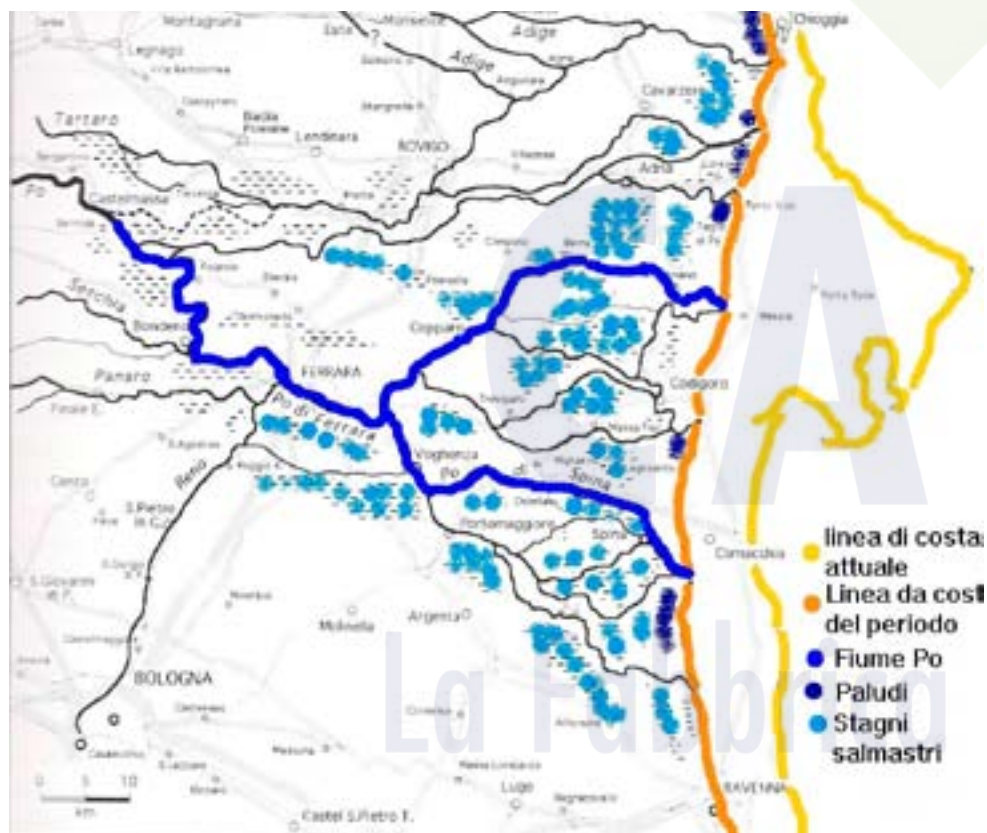


Figura 7-Rete idrografica della bassa Padana in età etrusca

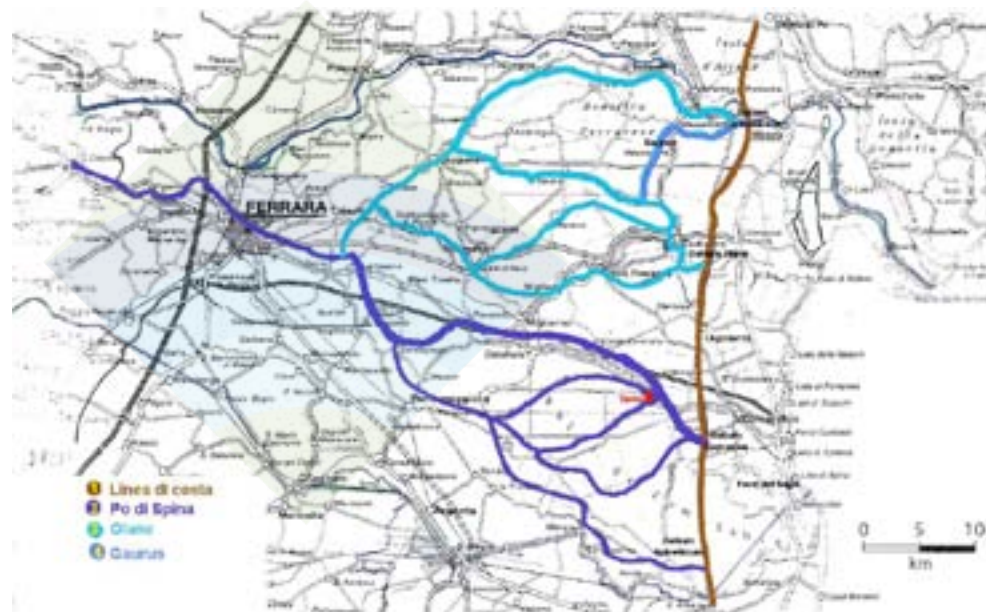


Figura 8 –Cartina del ferrarese con l'indicazione dell'idrografia del periodo etrusco



Figura 9 –Cartina del ferrarese del I secolo avanti Cristo



Figura 11 –Cartina del ferrarese attuale con l'indicazione degli elementi del II secolo avanti Cristo

Nel I-II secolo a.C. il Po ha un andamento rettilineo da Bodicomagis (Bondeno) fino a Trigasoli (Ferrara) I tre rami sono :

1. Spinete principale da Spino, che significa fiume. Doveva scorrere nell'ultimo tratto dove poi passò il Po di Primaro attuale corso finale del Reno
 2. L'Olane aveva l'andamento dell'attuale Po di Volano. Il termine deriva dal celtico che significa fiume dalla acqua placide
 3. Padus (Piccolo Po) ramo secondario tra due principali
- Il Panaro e il Reno si gettavano nel Po dando origine ad un ramo diretto alle paludi Adriane (dette i sette mari attuale Septem Maria) che si congiungeva con il Tartaro

Gli etruschi in questa zona crearono un serie di canali per controllare le acque (Badia Polesine) noto con il nome di Fosse Filistine
Gli etruschi per contenere la forza dello Spinete avevano creato una serie di canali per immettere le acqua nelle Paludi Adriane
L'Olane era navigabile mentre lo Spinete andava interrandosi
Due piene storiche nel 107 e 42 a.C. contribuirono a deviare il corso principale del Po. Anche l'Olane deviò il proprio corso più a nord partendo da Bondeno e passando dove attualmente si trova Polesella e a pochi chilometri a sud di Adria si gettava in mare.

La piena del 107 sposta la foce dello spinete più a sud e quella del 42 sposta l'Olana.

Gli etruschi costruirono dei canali, il Sagis per portare le acque del Olane a Spina ormai asciutta .Ma non raggiunsero lo scopo
Il percorso del Sagis seguiva la Via Popilia strada romana che collegava Ravenna con Adria.
Il Sagis passava per Ariano, Pomposa, Lagosanto, proseguendo con l'attuale canale Paviero seguiva l'argine Borgazzi e, dopo l'odierno sacone Fossa di Porta e al casone Praisolo andava a mare.

Il Padus ex Spinete percorre l'attuale corso su cui confluiscono parecchi fiumi appenninici. Un'al-



Figura 12- cartina attuale del ferrarese con indicazione degli elementi caratterizzante del II sec. A.C.



Figura 13-Particolare della foce del Po in periodo etrusco

tra foce del delta è il Caprasia lungo la linea che divide la provincia di Ravenna da quella di Ferrara e giungeva a mare nell'attuale foce del Reno

Nel 32 d.C. l'Olana torna nel suo corso che corrisponde all'attuale corso del Volano.

Il Sagis che passa esattamente nelle attuali valli di Comacchio

In prossimità di Mesola si nota una cuspidè deltizia che corrisponde all'attuale Vallona ora bonificata. Notiamo la Popilia strada romana che congiungeva Ravenna con Adria. La larghezza della Popilia era di 12 piedi romani pari a tre metri attuali. Dove sorgeva Trigaboli troviamo il castrum di Ferrara. Primi abbozzi del Bosco della Mesola detto Selva Elicium.

Capitolo 3

Periodo romano



Figura 15 Valli di Comacchio

Un netto miglioramento del clima e delle condizioni di abitabilità del territorio si produsse in età romana. Il ramo principale del Po era a quel tempo lo stesso Po di Ferrara, che, raddrizzato il corso fra Calto e Bondeno con l'abbandono del tortuoso alveo del Poazzo, scendeva ormai diretto fino a Cona. Presso Codrea esso dava origine a più rami, fra cui importanti erano quello per Copparo, quelli che hanno dato origine al Volano e soprattutto quello per Ostellato, probabilmente identificabile con il Padoa nominato da Polibio (Storie, 11, 16);

In età romana il Po è un fiume dai tre nomi:

1. Padus: poiché presso la sorgente ci sono dei pini selvaivi (pado in lingua gallica)
2. Bondicus: da un antico nome della città Bondicomago una località sita dove la profondità del fiume comincia a farsi notevole:
3. Eridano: usato in un contesto letterario e connesso al commercio dell'ambra

Nel 20 a. C. Augusto diede avvio a un'intensa opera di canalizzazione collegando il ramo spinetico ad una fossa che raggiungeva Ravenna. Tracce di questa fossa rimangono ora nel toponimo dell'argine Agosta. L'argine Agosta è una lunga striscia rialzata di terra che, staccandosi dall'argine dei Borgazzi, procede parallelamente alla linea di costa verso sud fino a raggiungere il Casone Umana. Il Padovetere in epoca romana si riversava nei pressi di Magnavacca (Portogaribaldi).

Il Reno passava per l'attuale Castelmaggiore e Poggio Renatico. E' possibile fosse attiva la diramazione per Voghiera. Incerta la posizione del Panaro. L'Olana (Volano) segue il tracciato attuale.

Plinio il vecchio descrive 7 rami foci del Po:

1. Messanicus le acque del Po sono portate verso Ravenna dalla Fossa Augusta che si staccava dal Baro Zavalea e percorreva l'attuale Argine Agosta
2. Eridanus-Spinete -Padoa-Po di Ferrara Corso principale che passava per Voghiera, Ostellato
3. Caprasia diramazione del precedente che proveniva da Valle Pega verso le saline di Comacchio Sbuca poco sopra Ravenna e su questo confluiva il Vatreno (Santerno) che proveniva da Forum Cornelii (Imola),
4. Sagis Proveniva dall'argine Gallare con foce a Lagosanto
5. Volane poco a sud di Pomposa che corrisponde al ramo più corto del Volano quello della Corba
6. Carbonaria corrisponde alla grande cuspide di Mesola

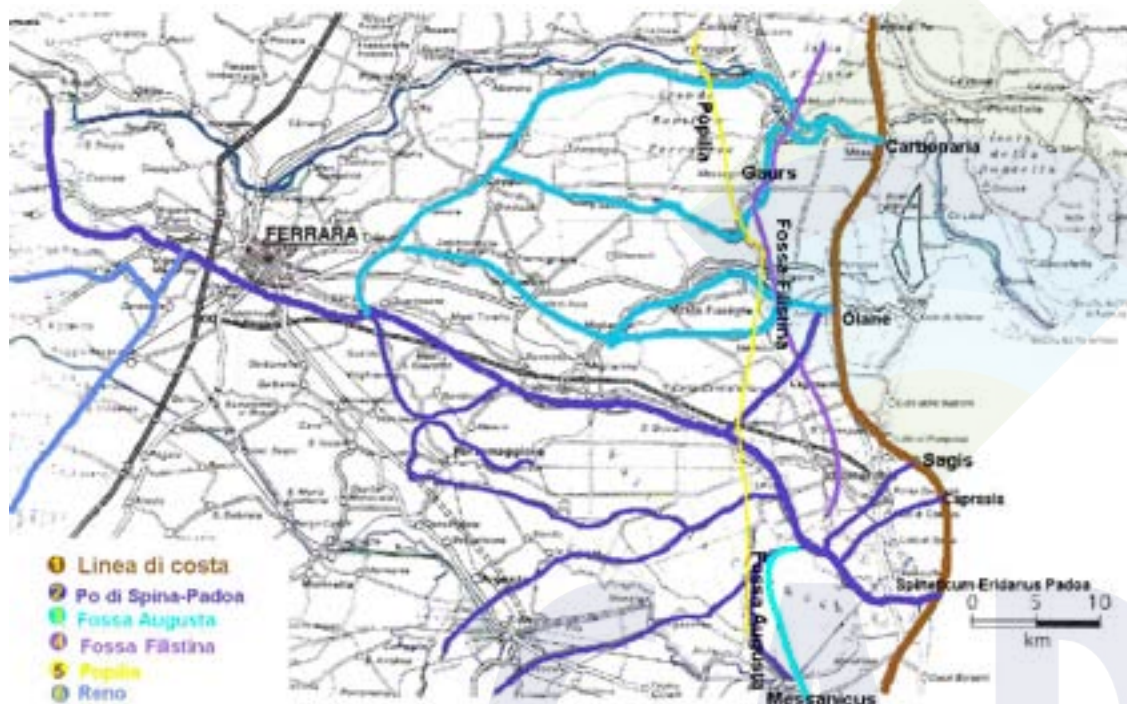


Figura 16 cartina attuale del ferrarese con indicazione degli elementi caratterizzanti il periodo considerato

7. Fossa Flistina o Tartarus Ramo protostorico del Po di Adria
In epoca Romana vi fu notevole sviluppo della rete stradale:
1. Popilia Da Rimini ad Adria che si prolungava nell'Amnia che collegava Padova con Aquileia
 2. Via Emilia da Rimini a Piacenza

La conformazione idrografica descritta si mantenne pressoché é immutata per tutto il periodo romano e portò alla formazione di un ampio delta cuspidato, che si estendeva da Ravenna a Comacchio e si protendeva in mare per oltre 2-3 km dall'attuale linea di costa.

Nel VI secolo inizia lo sviluppo urbanistico di Comacchio. È del periodo romano il Forum Alieni da cui si svilupperà Ferrara.

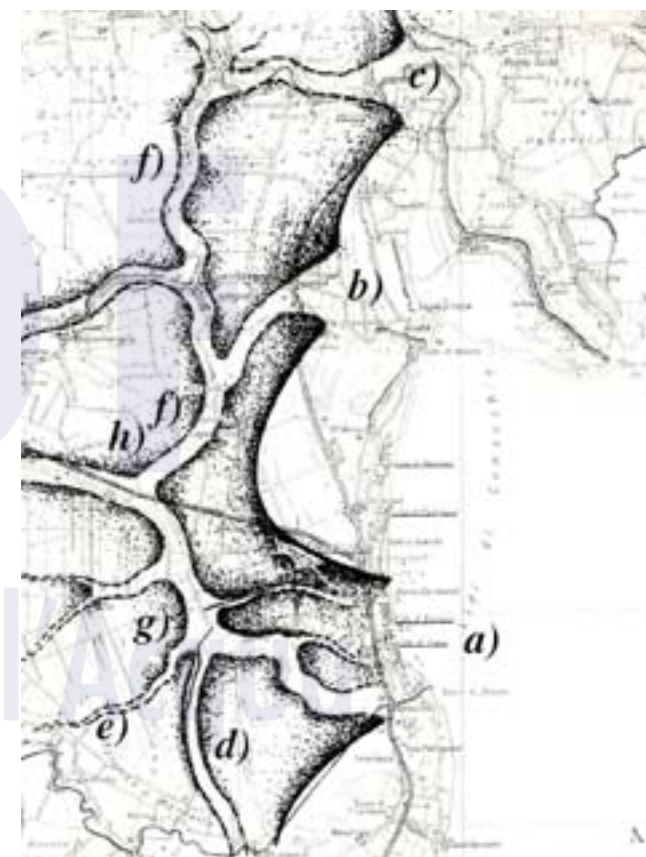


Figura 17-Ricostruzione del delta del Po periodo romano

Appendice 1

L'isola di Boscoforte

La penisola di Boscoforte, affioramento, nella laguna di Comacchio, di un allineamento dunoso che sta a indicare un antico orlo costiero. La penisola di Boscoforte ha una propria storia geologica. Essa, durante un lungo periodo di stabilità del litorale marino in quel luogo, è stata formata dalla foce di un ramo del Po, che si apriva in mare circa tre chilometri a nord dell'attuale argine del Reno. Questa foce, oltre che essere deducibile dalle superstiti striature di antichi dossi rivelate dalla fotografia aerea, si è rivelata come termine di un alveo fluviale, largo 400 m, che attraversava da ovest a est la valle Fossa di Porto. Tale alveo è stato individuato nel 1971 da Arnaldo Roncuzzi, e, allo stato delle odierne conoscenze, è fondata ipotesi che derivi da un ramo meridionale del Po. Questo altro non può essere che il *Messanicus*, del quale abbiamo notizia solo da Plinio, il quale ce lo presenta quasi come la reminiscenza toponomastica di un antico ramo fluviale.

"A giudizio del Roncuzzi, tale ramo fluviale si era formato nei primi periodi postglaciali, o almeno in tempo preistorico. Il suo esaurimento fu lento e si verificò durante 5-6 secoli. 'La potenza del nuovo dosso - scrive il Roncuzzi - dà una idea della testata padana più antica ed anche del periodo di tempo durante il quale essa aveva perdurato in tale zona. Il fatto poi che il dosso tamponi l'alveo antico mostra chiaramente come nella fase finale di distendimento delle sabbie quel ramo padano fosse definitivamente spento]

"La consistenza e il rilievo morfologico di questa penisola hanno costituito l'asse stradale segnato dalla più antica carta viaria della nostra regione: la *Tabula Peutingeriana*. Essa naturalmente è divenuta asse non solo stradale, ma particolarmente di insediamenti e di attività umane. Mario *Ortolari* e Nereo Alfieri a tale proposito riconoscono che 'i nuclei protostorici non vorremmo azzardare la parola preistorici) si allineano lungo "' cosiddetto lido etrusco: Ravenna. *Butrium* della Tavola Peutingeriana Spina ed altri insediamenti'.

"La fotografia aerea ha messo luce una vera 'centuriazione idraulica della zona posta a ponente del dosso Sabbioni, cioè qualche chilometro a settentrione di Boscoforte. Nereo Alfieri ha pure accertato che il luogo era abitato dal V secolo da popolazioni le quali usavano ceramica attica e non potevano essere che etrusche. La canalizzazione quadrettata indica che il luogo fu destinato alla pesca intensiva, alimentata da acque marine e fluviali. Gli Etruschi in tale arte eccellevano.

"È indubitabile che la penisola di Boscoforte abbia fornito la sede alla via Popilia, come appare dall'itinerario della Tavola Peutingeriana; Arnaldo Roncuzzi, dopo aver individuato la stazione di *Butrium*, ha rilevato quella di Augusta, ai piedi dell'attuale argine del Reno; a Nereo Alfieri si devono le fotografie dei 'basoli' della via Popilia, rinvenuti sul dosso dei Sabbioni.

“Come non ricordare che sull’asse del cordone etrusco sono venuti alla luce la necropoli di Spina, il centro abitato omonimo ed i resti medioevali di Santa Maria in Pado Vetere? Qualche chilometro a nord di Boscoforte era la rada del Vatreno che, tramanda Plinio, avendo l’ampiezza di un porto, poté accogliere la nave smisurata, grande come una casa, dell’imperatore Claudio; adiacente al porto Vatreno e più precisamente nella località Zavalea, prosciugata nel 1953, sono venuti alla luce, oltre la torre farea, fondamenta e tombe dell’antichità classica. [...]”

(da: AA.W., *Boscoforte*, Padusa, 1989)



CADF

La Fabbrica dell'Acqua

Capitolo 4

Periodo medioevale

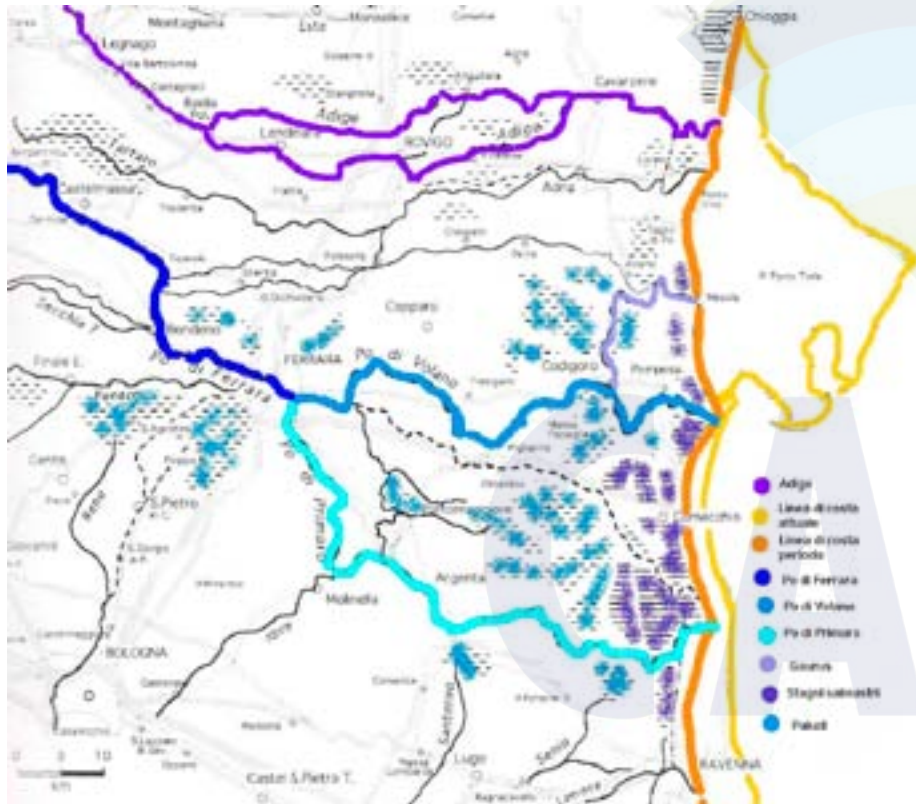


Figura 18-Rete idrografica fino alto medioevo

Alto medioevo

Nell'alto medioevo si sviluppa un periodo climatico caratterizzato da particolare piovosità che nella Pianura Padana provoca rotte fluviali, allagamenti e altri dissesti idraulici.

Aumenta notevolmente la portata del Volano e prende grande sviluppo il delta situato ad est di Massenzatica che supera Mesola cui metteva capo anche una diramazione del Volano, il Gaurus, forse già aperto in età classica, ancora oggi individuabile fra Codigoro, Mezzogoro e Massenzatica.

Nell'Alto Medioevo il delta di Massenzatica raggiungeva e superava la posizione poi occupata da Mesola; si andava così formando il grande cordone litoraneo che raccordava tale delta a quello del Volano, e diveniva in seguito sede della via Romea e dell'insediamento di Pomposa. Era intanto stato parzialmente eroso dal mare il grande delta a sud di Comacchio, a causa della progressiva crisi dell'Eridano, che perveniva infine a completa decadenza intorno al VII secolo (nel IX tale corso è infatti ricordato come "Padovetere"). I principali corsi del Po, alla fine dell'Alto Medioevo, erano costituiti dal Volano e dal Primaro, ramo individuatosi probabilmente negli stessi secoli che hanno assistito all'estinzione dell'Eridano. Alla loro biforcazione nasceva la città di Ferrara dal castrum romano.

Regredisce il Po si Spina e prende importanza il Primaro. Si sviluppa sempre alla foce del Po di Volano.

L'Adige aveva intanto spostato più a sud le sue principali linee di deflusso, raggiungendo Lendinara e Rovigo, e utilizzando, nel suo tratto inferiore, anche alvei abbandonati del Po; la principale foce era però ancora presso Brontolo.

Un relativo innalzamento del livello marino, accompagnato da fenomeni di ingressione di acque salmastre nei territori litoranei più ribassati dalla subsidenza, è attribuibile ad un intervallo climatico caldo fra il IX ed il XII secolo. Nel delta abbandonato dell'Eridano, non più raggiunto da sensibili contributi sedimentari, il dominio salmastro si andava sempre più estendendo e cominciavano ad assumere una forma simile a quella odierna gli specchi più orientali delle valli di Comacchio.

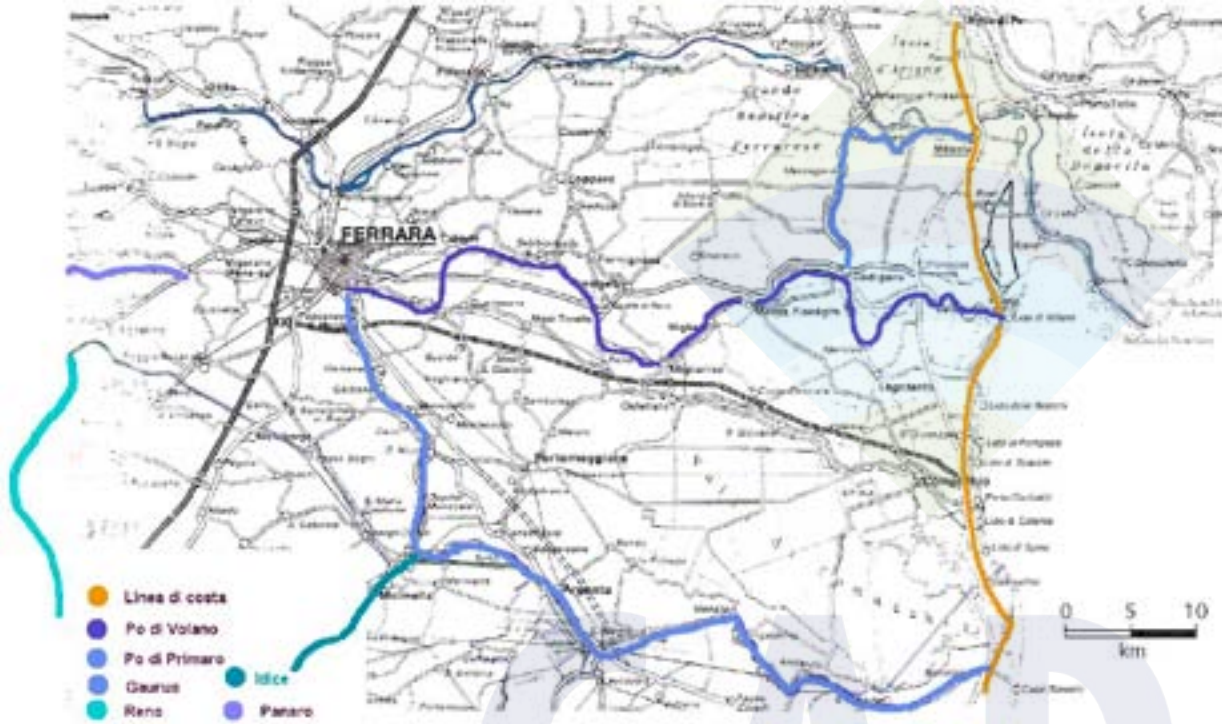


Figura 19 rete idrografica alto medioevo riportata sulla cartina attuale

il quale nei successivi secoli accresce il delta biforcandosi presso Mesola in due rami l'attuale Po di Goro e più a sud il Po dell'Abate.

La Via Romea

Nel corso del Medioevo l'antica via Papilia fu lentamente sostituita dalla via Romea. La prima attestazione esplicita dell'esistenza di questa strada risale appena al 1634, ma il suo tracciato era sicuramente delineato già da parecchi secoli, in quanto il primo insediamento di Pomposa, importante stazione dei pellegrini, risale presumibilmente al VII secolo. Il nome "Romea" deriva appunto dal fatto che nel Medioevo la strada era utilizzata principalmente dai "romei", ossia dai pellegrini che si recavano in visita ai luoghi santi di Roma o della Terra Santa.

La Romea era impostata su un cordone litoraneo più orientale rispetto a quello della Popilia e congiungeva Venezia con Ravenna e quindi con Roma.

Decadde con l'affermazione della Signoria Estense e con la fine di Pomposa. Per secoli rimase poco più di un sentiero, finché nel secondo dopoguerra non si decise di risistemarla, nell'ambito di un progetto per la valorizzazione delle comunicazioni nel Delta. La nuova Romea fu aperta al traffico nel 1956.

Basso medioevo

Dopo il mille il miglioramento del clima favorisce un generale rilancio dell'agricoltura nel ferrarese orientale; i monaci portano avanti un'opera di promozione della bonifica attraverso la concessione ai contadini dei terreni che riuscivano a prosciugare e mettere a coltura.

Nel XII secolo a causa di interrimenti locali del Po o di un nuovo cambiamento climatico in direzione di una forte piovosità e quindi nuove rotte, o forse a causa dei movimenti della dorsale ferrarese si produce il più importante sconvolgimento di età storica della rete idrografica della bassa padana. con una serie di rotte avvenute presso Ficarolo, il Po si costruisce un nuovo grande alveo a settentrione di Ferrara, che si prolunga a est, ripercorrendo tratti di alveo minore preesistente: si definisce un tracciato che ancora oggi il fiume segue.

Nell'ultimo tratto ripercorre un alveo che molti secoli prima aveva foce nell'estinto Po di Adria.

Questo corso fornisce nuovo alimento al Po di Ariano,

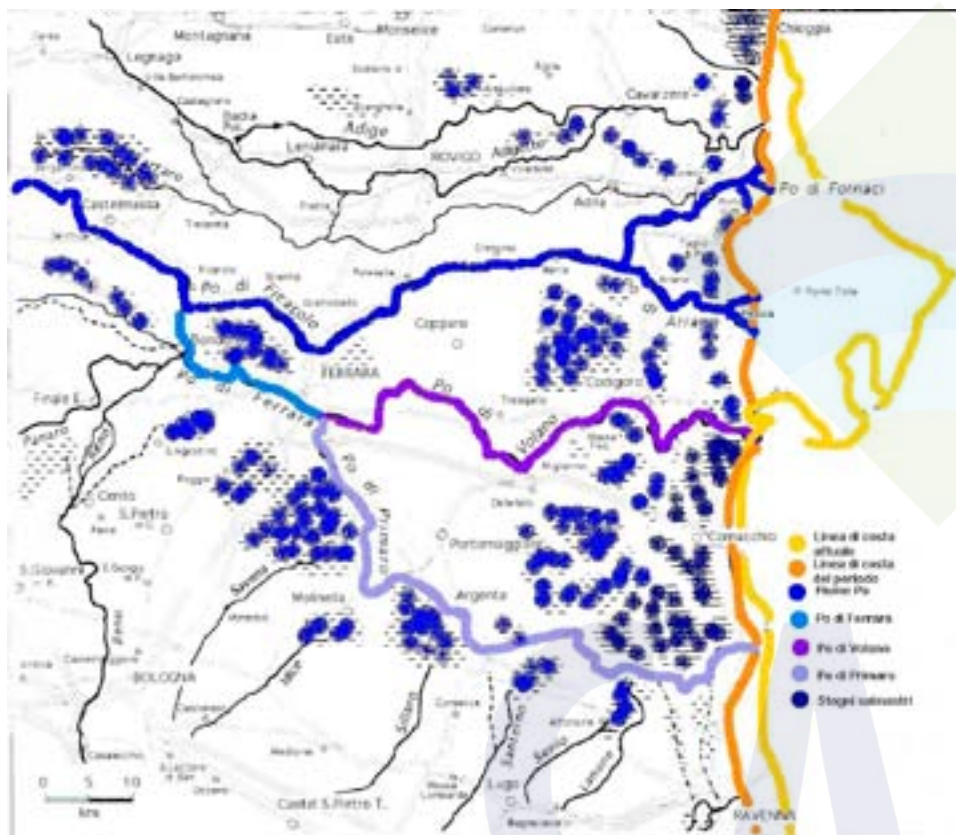


Figura 20 Idrografia del basso ferrarese basso medioevo

Le bonifiche Pomposiane

L'Abbazia di Pomposa sorse sul grande cordone litoraneo noto come "Isola pomposiana", compreso tra il Goro, il Volano e il mare. Si trattava di un'area rilevata e perciò abbastanza al sicuro dalle alluvioni. Il primo insediamento religioso in questa località è attestato nei secoli VII- VIII. Ricordata per la prima volta nell'874, in una lettera di papa Giovanni VIII all'imperatore Ludovico II, Pomposa scomparve dalla scena per tutto il lungo periodo delle lotte franco-bizantine, delle competizioni veneziane e delle invasioni ungheresi, per riapparire nel X secolo, a partire dal quale fu, di volta in volta, sotto la giurisdizione del vescovo di Comacchio, del monastero di S. Salvatore di Padoa, dell'arcivescovo di Ravenna. Durante la lotta per le investiture (secoli XI-XII) divenne una pedina importante nello scontro tra impero e papato, soprattutto, forse, per le sue saline, e mostrò un fondamentale orientamento filoimperiale. A partire dall'XI secolo cominciò ad allargare in modo massiccio, in seguito a donazioni di terreni da parte di principali e di privati, il proprio patrimonio fondiario.

Questo processo di crescita continuò nel corso dei due secoli seguenti, che costituiscono il periodo di maggior splendore per l'abbazia. Si trattava di un patrimonio senza continuità territoriale, dislocato in vari luoghi dell'Italia settentrionale e centrale. A quell'epoca l'economia del monastero si fondava sulla gestione e sullo sfruttamento di saline, peschiere (paludi da pesca), boschi e terreni agricoli. L'abate esercitava un'estesa giurisdizione ecclesiastica e civile e dettava sentenze secondo statuti particolari (gli statuti pomposiani).

Il territorio dell'Isola pomposiana era caratterizzato da un'estrema instabilità e mutevolezza dell'assetto idrogeologico, circondato com'era dall'acqua e

sottoposto a ricorrenti inondazioni e a fenomeni di impaludamento. Quando, all'inizio dell'XI secolo (forse dal 1008), Pomposa era sotto la guida dell'abate Guido l'Isola era ancora per la massima parte incolta o palustre. Guido e il successore Mainardo promossero la bonifica e la coltivazione del territorio e a questo scopo procedettero a numerose assegnazioni di terre incolte e palustre a coloni, affinché le disboscassero, le bonificassero e le ponessero a coltura. Sembra che il tipo più diffuso di coltivatore nell'Isola pomposiana fosse il livellario, cioè il detentore di un terreno a livello. Per "livello" si intende un tipo di contratto agricolo che comporta il godimento di un terreno di proprietà altrui (in questo caso dell'abbazia), con l'obbligo di pagare un canone e di effettuare a proprie spese cure e miglioramenti. È significativo che ai livellari dell'Isola pomposiana fosse concessa non una quantità definita di terra, ma tutta quella terra che fossero riusciti col loro lavoro a strappare alla valle: si tratta di cereali, vino, lino, polli e uova.

Più oneroso sembra essere stato per i coloni il legame istituzionale con il monastero, in quanto i livellari erano tenuti a sottostare alla giustizia dell'abate. I risultati degli interventi promossi dall'abbazia furono positivi, e vari terreni vennero effettivamente strappati all'acqua e alla foresta e adibiti all'agricoltura (vi-

gneti, cereali, forse persino oliveti). La bonifica, attuata mediante la canalizzazione delle acque, continuò incessantemente fino al XIII secolo.

A giudicare dalle poche tracce superstiti, questa attività sembra aver interessato più che altro le aree immediatamente circostanti il monastero e soprattutto i terreni più elevati, come i cordoni litoranei e le zone contigue all'alveo del Volano. Un dettagliato documento del 1156 dimostra tutta l'importanza delle opere di regolazione delle acque e della loro manutenzione: queste attività coinvolgevano a quell'epoca ben ottanta persone distribuite in due squadre di pronto intervento, l'una sul Goro, l'altra sul Po di Volano.

Tuttavia, nonostante queste trasformazioni, paludi, boschi e boscaglie rimasero sempre le note dominanti del paesaggio dell'Isola, e accanto alle attività agricole continuò ad avere un peso notevolissimo anche un'economia di tipo silvo - pastorale, fondata cioè su attività quali il pascolo del bestiame, il taglio del bosco per ricavarne legna, la caccia e la pesca. Questa situazione è documentata, ad esempio, da certi contratti della seconda metà dell'XI secolo, durante l'abbazia di Mainardo, che stabilivano concessioni di terre " al fine di coltivare, disboscare, pescare, cacciare, fare legna ".

Clausole di questo tipo testimoniano negli abitanti dell'Isola pomposiana la presenza simultanea di due atteggiamenti contrapposti verso l'ambiente naturale circostante: uno di antagonismo, che si manifesta nell'insistente volontà di strappare terra all'acqua e al bosco; l'altro di non conflittualità, che si esprime nel proposito di sfruttare le risorse dell'ambiente naturale senza modificarlo o convertirlo in qualcos'altro.

Il declino di Pomposa, e conseguentemente anche quello della sua opera bonificatrice, ebbe inizio fin dal XIII secolo, quando il clima cominciò a diventare malsano. Secondo vari autori, la rotta del Po a Ficarolo intorno al 1150 e il cambiamento del corso del ramo principale del fiume avrebbero determinato il formarsi di estese aree paludose, un ambiente estremamente favorevole alla malaria.

Le fonti storiche riferiscono che nel Trecento i monaci dell'abbazia dovettero limitare l'attività a causa della malaria e che verso la fine del Quattrocento dovettero abbandonare il monastero perché le condizioni di vita, a causa dell'enorme sviluppo dell'infezione, erano divenute insopportabili. La famiglia monastica si trasferì nel monastero di S. Benedetto a Ferrara.

La Fabbrica dell'Acqua

Capitolo 5

Periodo rinascimentale - le prime bonifiche

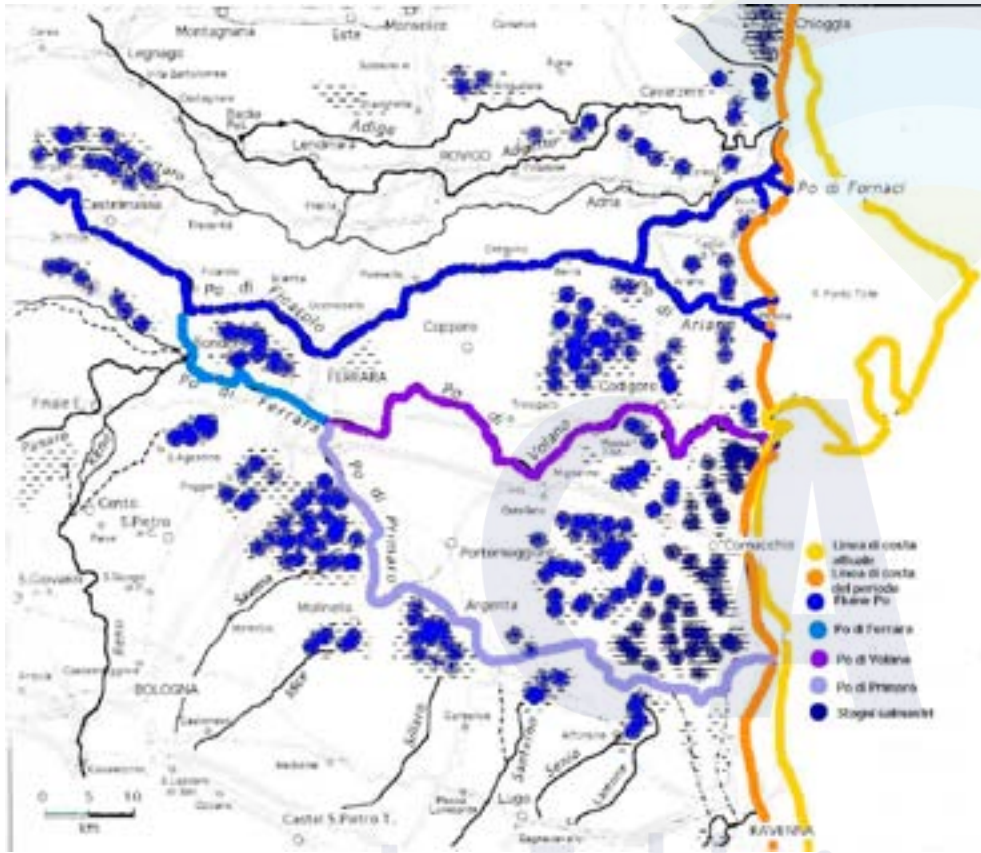


Figura 21-Rete idrografica alla fine del XVI secolo

Lo sbocco a mare del Fiume Po si individua presso Fornaci, a nord di Donada, e inizia in tale posizione la costruzione di una nuova cuspidè deltizia. Attraverso una diramazione per Serravalle-Ariano, venne fornito nuovo alimento al Po di Goro. A sua volta questo si divise, presso Mesola, in due rami di foce, quello propriamente detto di Goro, rivolto a nord est. e quello dell'Abate, verso sud est.

I successivi secoli furono caratterizzati dalla progressiva perdita di efficienza del Po di Ferrara e dei suoi rami di Volano e Primario.

In questi alvei si accelerarono perciò i processi di sedimentazione, con innalzamenti del fondo seguiti da innalzamenti artificiali degli argini, e divenne così sempre più difficile il convogliamento delle acque e dei sedimenti dei torrenti appenninici. Particolarmente negativi risultarono gli interventi volti a condurre forzatamente nel Po di Ferrara il Reno (1526), e nel Primario il Santerno (1460), il Lamone (1505), il Sillaro e l'Idice (1540). Le numerose rotte prodottesi con frequenza via via più intensa fra il XIV ed il XVI secolo in questi rami e negli stessi torrenti appenninici, portarono ad una sempre maggior diffusione delle paludi nel ferrarese sud orientale.

Proseguiva intanto nella bassa padana anche l'espansione del dominio salmastro, forse favorita da un lieve innalzamento marino che si registrò nei secoli XV e XVI.

Nel comacchiese, nonostante gli interventi ordinati dagli Estensi, le acque rimontanti dal mare riuscirono a superare, intorno al 1480, l'argine di S. Longino, e, circa un secolo dopo, anche l'argine del Mantello, estendendosi a tutta l'antica palude del Mezzano. Tale progressione sarebbe stata poi definitivamente arrestata, in seguito, con la costruzione di un argine circolariale intorno a tutto il bacino.

Anche nella fascia immediatamente più a nord si stava già da tempo verificando un analogo fenomeno, che comportò la realizzazione di un complesso sistema di arginature, fra Ostellato e Codigoro; di questo sistema di difese interne, più volte rinforzato nei secoli successivi, divenne principale struttura il cosiddetto "argine Zappelli".

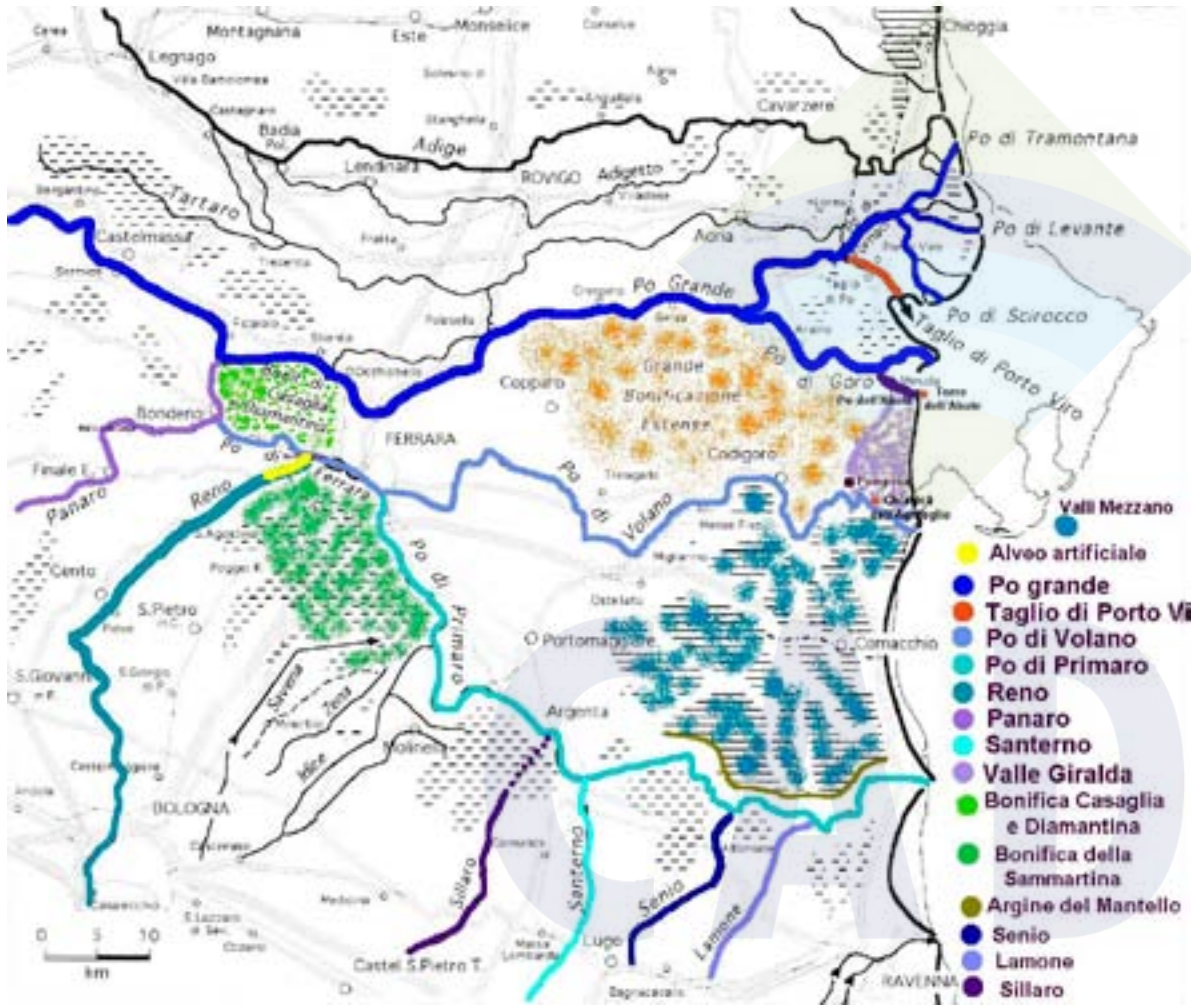
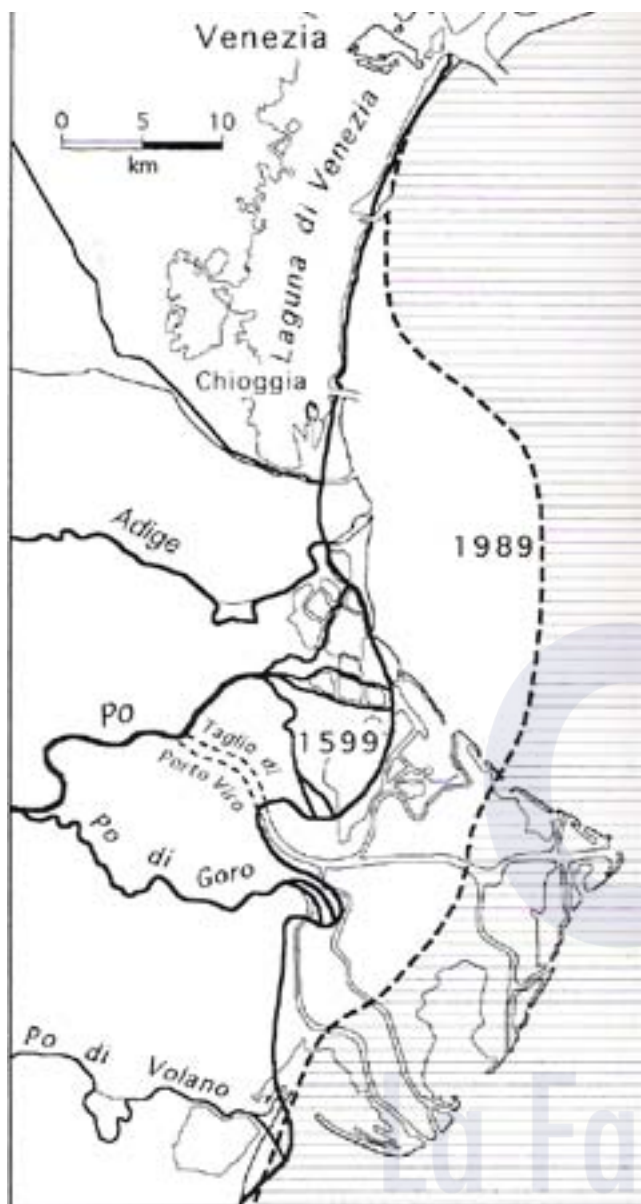


Figura 22 –cartina del Ferrarese con indicazione dei principali interventi attuati

Tuttavia, nel resto del territorio, l'agricoltura era ormai in netta ripresa: nei territori a sud del Po tale rilancio era stato favorito dalle prime grandi operazioni di bonifica estensiva disposti dai duchi di Ferrara. Gli Estensi intervennero a bonificare prima i territori di Casaglia (1447-1460), della Sammartina (1473-1500) e della Diamantina (1498-1523); infine, tra il 1564 e il 1580, attuarono il prosciugamento dell'ampia area compresa fra Copparo, Mesola e Pomposa, che già dal XIV secolo era stata colpita da numerose esondazioni del nuovo corso del Po, ormai divenuto nettamente prevalente sugli altri. Per la realizzazione di quest'ultima opera, ricordata come Grande Bonificazione Estense, fu scavata una complessa rete di canali in direzione ovest est. per consentire il deflusso per gravità delle acque di tale grande palude fino al mare. I canali più settentrionali della rete vennero innestati nel Po dell'Abate, appositamente distolto dal Po di Goro, e fu quindi costruita, su questo, la chiavica dell'Abate, per impedire la rimonta delle acque marine durante le alte maree. I canali meridionali furono invece condotti alla chiavica dell'Agrioglio, presso Pomposa. Tale sistemazione idraulica venne rispettivamente ostacolata e quindi messa alla prova dagli allagamenti verificatisi in seguito alle rotte avvenute nel 1569 a Bologna e nel 1577 a Serravalle. Purtroppo l'abbassamento dei terreni causato dalla stessa azione di prosciugamento rese però ben presto inefficiente tale rete scolante; contribuì a riportare il dominio palustre su questo territorio una serie di rotte del Po, tra cui prima quella di Berra del 1595.

La fine del XVI secolo segnò anche la definitiva crisi del Po di Ferrara: esso era ormai talmente ingombro di sedimenti che non riusciva più a convogliare neppure le acque del Panaro; specie nei periodi di piena, queste infatti ne risalivano l'alveo fra Bondeno e Ficarolo, per trovare recapito nel Po Grande. In questi secoli il Po di Fornaci con le sue numerose diramazioni, fra cui particolarmente importanti quelle di Levante e di Tramontana, aveva intanto dato origine ad una complessa piattaforma deltizia, che alla fine del periodo rinascimentale presentava ormai un notevole sviluppo. Fu proprio nel timore che i sedimenti recati alla costa dalle foci più settentrionali di questo delta potessero provocare l'occlusione delle bocche della laguna, che il governo della Repubblica di Venezia decise di realizzare la deviazione verso sud est del corso terminale del Po.



Questa imponente opera, detta "taglio di Porto Viro" o "taglio novo", attuata tra il 1599 e il 1604, segno l'inizio della costruzione del delta moderno; negli anni a seguire gli idraulici della Serenissima realizzarono l'occlusione del Po di Tramontana (1612) e condussero il Po ad adottare definitivamente il nuovo corso artificiale. Sbarrarono quindi il Po di Fornaci presso Cavanella (1625), escludendo definitivamente dalla rete attiva del Po tutto il "delta rinascimentale": delle sue diramazioni fu lasciato in efficienza solo il Po di Levante, come tratto terminale del Tartaro e convogliatore delle acque di scolo del territorio di Rovigo. La sistemazione così ottenuta non risparmiò comunque altre rotte ed allagamenti al Veneto sud orientale.

Nell'area emiliana lo Stato Pontificio, che aveva intanto riacquisito diretta potestà anche sul territorio ferrarese, si trovò ad affrontare una serie di complessi problemi idraulici; fra questi va anche menzionata l'aumentata aggressività del mare, testimoniata dall'ingressione di acque marine avvenuta nel 1672 nell'area del delta abbandonato del Volano.

La figura 23 mostra quale sarebbe stato il contorno del delta del Po se non fosse stato eseguito il taglio di Porto Viro.

CADF

La Fabbrica dell'Acqua

Figura 23-Schema di quale sarebbe oggi il contorno del delta senza il taglio di Porto Viro

Capitolo 6

Dal 1700 alla fine dell'800

Una serie di eventi naturali e un intervento umano determinarono nel giro di pochi decenni il declino e il crollo della Grande Bonificazione Estense. Verso la fine del Cinquecento si ebbe una breve fase di miglioramento del clima europeo, che comportò una diminuzione delle temperature e un aumento delle precipitazioni. In tutta la bassa pianura padana si verificarono nuove disastrose alluvioni. La rotta più grave si ebbe a Berra nel 1595: in quell'occasione le acque del Po invasero le terre bonificate rovinando tutte le strutture idrauliche della bonifica (canali, fossati, ponti ecc.). A questi disastri naturali si aggiunsero le gravi conseguenze del "Taglio Novo" o "Taglio di Porto Viro", effettuato dai Veneziani tra il 1599 e il 1604. Si trattò della più colossale opera di ingegneria idraulica mai attuata sul Po, nonché dell'ultima grande rivoluzione nella rete idrica del Delta. L'obiettivo dell'impresa era quello di mutare radicalmente il tratto terminale del fiume portandolo a sfociare, anziché a ridosso della Laguna Veneta, più a sud, vale a dire nella profonda insenatura nota come " Sacca di Goro " .

La decisione fu presa perché il continuo apporto di detriti fluviali da parte del Po minacciava ormai di ostruire le bocche della Laguna Veneta, trasformandola in una palude maleodorante e compromettendo le attività di Venezia sul mare. Nonostante le proteste dei Ferraresi, che temevano uno sconvolgimento idrico nel loro territorio, i Veneziani passarono all'azione, approfittando del clima di incertezza che regnava a Ferrara in seguito alla devoluzione del ducato allo Stato Pontificio.

Il papa Clemente VIII, che di recente si era sostituito agli Estensi nel dominio di Ferrara, non seppe o non volle reagire, pur avendo accolto le ragioni dei Ferraresi. Per prima cosa i Veneziani scavarono un canale lungo 7400 metri tra il Po di Fornaci (che allora era il principale ramo deltizio del Po Grande) e la Sacca di Goro, poi fecero defluire le acque di questo ramo nel nuovo letto artificiale, convogliandole verso sud. Durante i lavori i Ferraresi cercarono di organizzare sabotaggi e scioperi tra gli operai, ma tutto fu inutile e l'impresa venne completata. In questo modo la Laguna Veneta fu salva, ma il nuovo gioco degli apporti detritici e delle correnti determinò in breve tempo sia l'interramento del Porto dell'Abate, sia l'inondazione del Porto di Volano da parte delle acque marine, mettendo così fuori uso le chiaviche della bonifica.

Infine, si ebbe un nuovo generale fenomeno di abbassamento del suolo (subsidenza), che nell'arco di pochi decenni portò vaste superfici del Polesine di Ferrara sotto il livello del mare. In alcuni punti il terreno si abbassò persino di quattro metri. Paludi e acquitrini tornarono a coprire enormi estensioni di terra e per la Grande Bonificazione estense fu veramente la fine. Dei quasi 40.000 ettari bonificati nel 1580, soltanto 16.125 restavano disponibili alla coltivazione nel 1639, ridotti ulteriormente ad appena 5446,7 nel 1782.

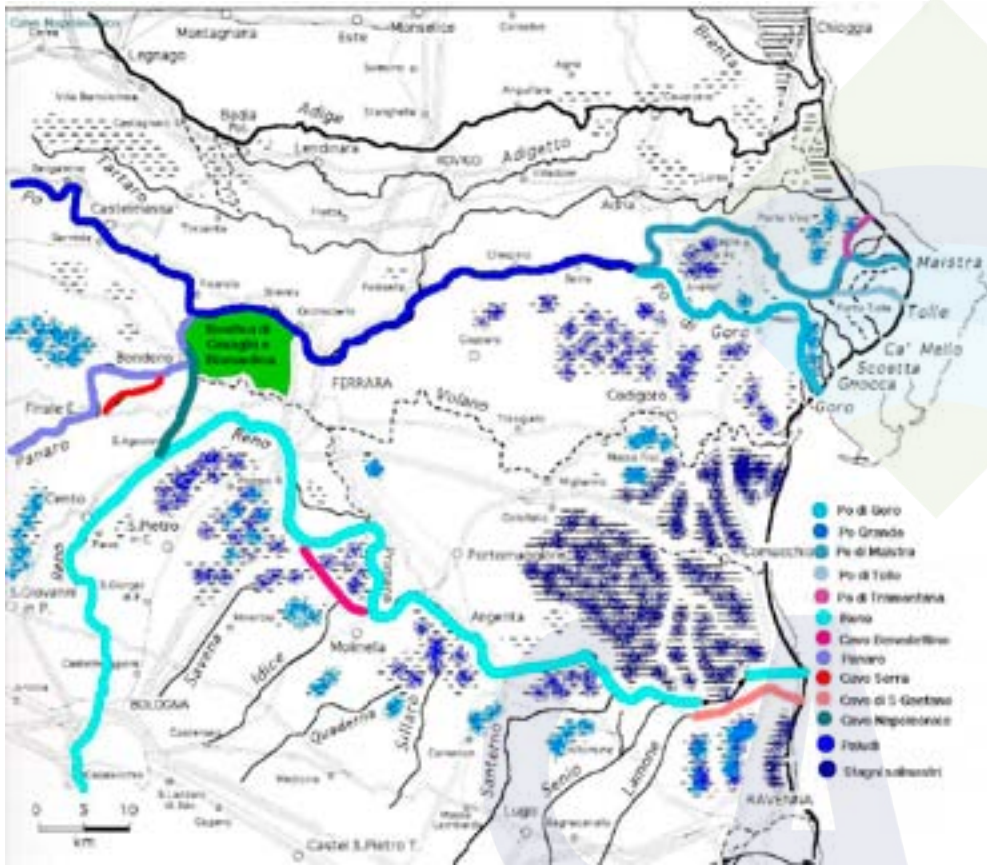


Figura 24-Rete idrografica del ferrarese 1730

Alla metà dell'Ottocento la maggior parte della provincia di Ferrara era di nuovo sommersa dalle acque, e fu soltanto l'avvento della bonifica meccanica nella seconda metà dello stesso secolo che consentì un nuovo rovesciamento, questa volta definitivo, della situazione.

Nel XVII secolo i principali interventi dal governo pontificio disposti nella fascia litoranea riguardarono l'area di Comacchio, per migliorare la navigazione interna, e il ravennate, per migliorare le condizioni di scolo del Po di Primaro e del Lamone. Per il primo fu costruito a valle di S. Alberto il Cavo Gaetano (1606), il secondo venne staccato dal Primaro e condotto a mare con un alveo proprio.

Più difficile era porre mano alla situazione del ferrarese nord orientale, i cui problemi idraulici erano stati complicati dall'accrescersi verso sud est del nuovo delta del Po. Tale fatto rendeva ancor più stentato il deflusso delle acque sia dal territorio della Grande Bonificazione Estense, sia da quelli più a monte. In questa situazione, venne attuata una politica di quasi totale rinuncia alla difesa delle aree più depresse e fu posta maggior cura alla situazione del territorio interno, disponendo nuove sopraelevazioni degli argini dei fiumi e di vari canali di scolo, per compensare gli effetti della subsidenza della fascia litoranea e l'allontanamento progressivo della costa.

Particolare attenzione venne dedicata, inoltre, alle relazioni fra il Po ed i suoi affluenti appenninici, e in special modo alla controversa questione dell'inalveamento del Reno. Già all'inizio del seicento esso era stato infatti staccato dall'ormai inefficiente Po di Ferrara e ricondotto nelle paludi a sud della città. Le alluvioni di tale fiume e di altri torrenti appenninici vennero sfruttate per ottenere la bonifica per colmata delle ampie paludi individuate fra i territori di Ferrara, Bologna e Ravenna.

Restava però da risolvere il problema di assegnare a molti di tali fiumi un deflusso stabile a mare. Per il Reno questa sistemazione venne affrontata tra il 1740 e il 1775, e portò alla realizzazione prima del Cavo Benedettino, poi di tutto l'attuale alveo fra S. Agostino e Traghetto. Tale alveo artificiale fu staccato da quello preesistente a monte di un tratto in cui si stavano producendo rotte a ripetizione, e immesso nel tratto inferiore, ormai quasi del tutto inoffensivo, del Po di Primaro. Mediante successivi interventi di rettifica dell'alveo del Primaro a valle di Traghetto, venne infine conferito al Reno il percorso attuale, e definitivamente risolto il problema dell'allacciamento a tale fiume del Santerno e del Senio.

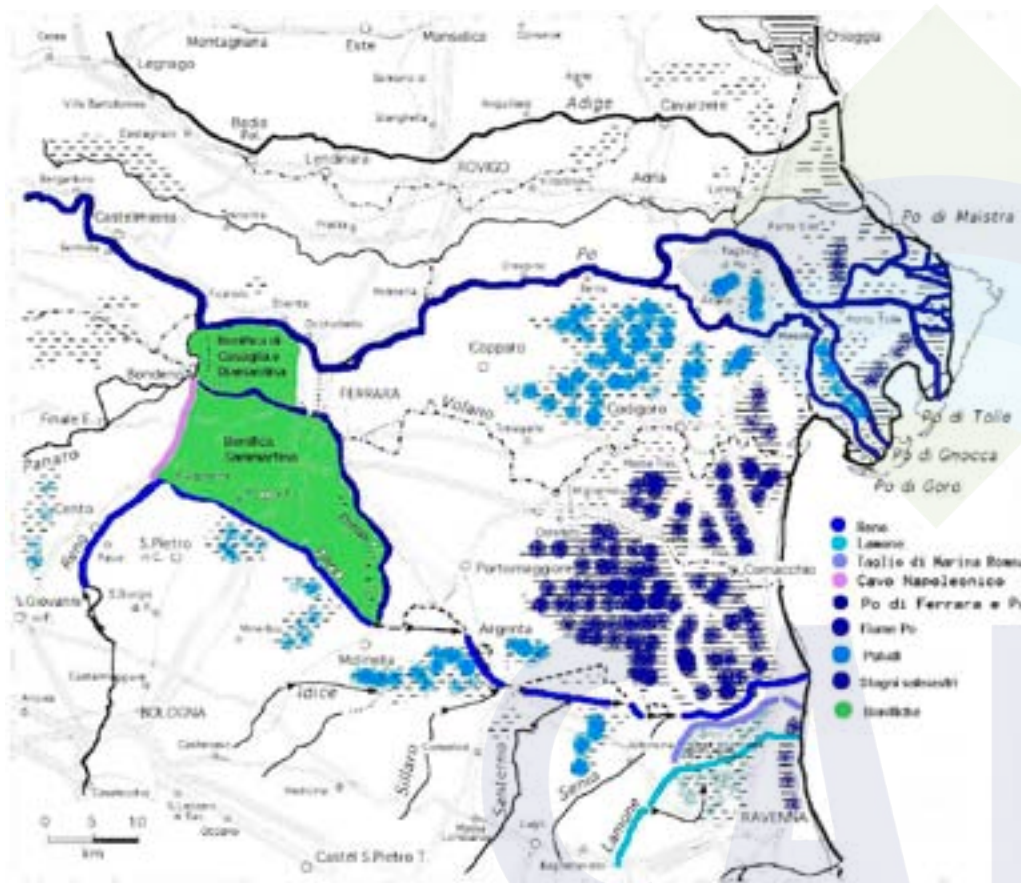


Figura 25 idrografia del ferrarese nel 1800

Il XVIII secolo

Nel moderno delta del Po, i veneziani si erano preoccupati di interdire tutte le principali diramazioni rivolte verso nord, e di favorire invece, nel lato meridionale, la stabilizzazione di pochi alvei di notevole portata diretti ad est e a sud est (rami di Gnocca e di Tolle) con sacrificio di altri minori (ad es. Scoetta, Buora, Donzellina e Ca Mello). Nel XVIII secolo il principale ramo deltizio era così divenuto il Po di Maistra, sfociante ad est; anch'esso però presentava diramazioni dirette a nord, quale la Bagliona, che fu ben presto occlusa. Il Magistrato Veneto delle Acque attuò infine la quasi totale chiusura dello stesso Po di Maistra, presso Ca Venier, dopo la rotta di Boccasette (1827) che ne aveva rivolto il tratto di foce verso nord. Nei secoli XVIII e XIX i rami di Goro e Gnocca, e successivamente il Po di Tolle, divenuto ormai il principale asse di deflusso del delta, svilupparono perciò assai rapidamente due imponenti penisole davanti alla costa ferrarese, definendo le due grandi insenature della Sacca di Goro e della Sacca di Scardovari.

Verso la fine del XIX secolo il tratto terminale del Po di Tolle entrò a sua volta in una fase di minor efficienza, e il suo ruolo fu assunto dal ramo di Pila, che ancor oggi è quello nettamente prevalente.

Questa serie di trasformazioni conferirono al delta moderno la sua tipica forma asimmetrica, a contorno lobato nella parte meridionale e quasi rettilineo nel settore settentrionale ormai quasi completamente privato da apporti sedimentari locali. Tuttavia il notevole avanzamento della penisola del delta moderno fece sì che in questa parte settentrionale risultasse interamente incluso il "delta rinascimentale". D'altronde, proprio a causa della mancanza di apporti sedimentari capaci di compensare gli abbassamenti dovuti alla subsidenza, si produsse il progressivo allagamento di questo settore, ancora oggi caratterizzato da vari bacini salmastri, quali la laguna di Caleri e le numerose valli da pesca retrostanti.

Nella prima metà del secolo XIX la rete fluviale della bassa padana aveva ormai praticamente assunto la geometria attuale, essendo fallito il tentativo di riportare il Reno in Po con la costruzione del Cavo Napoleonico; ma il panorama idraulico del territorio era ancora caratterizzato da molti problemi non risolti. Con il convogliamento dei fiumi in alvei unici, il loro ulteriore innalzamento e la sopraelevazione delle arginature, le rotte erano divenute meno frequenti, ma più catastrofiche; per lo scorso secolo furono particolarmente memorabili le rotte del Po del 1801 a Ravalle e del 1872 a Revere, nonché la rotta dell'Adige del 1882 a Legnago, che sommersero centinaia di migliaia di ettari. Ma anche nella fascia più prossima al mare i fiumi produssero ancora rotte ed allagamenti notevolissimi. Restava inoltre assai ingente l'estensione delle paludi e delle valli salmastre.



Figura 27-Carta della bonifica del polesine

Capitolo 7

Le bonifiche

Le bonifiche estensi

La lunga depressione demografica che fece seguito alle ripetute pestilenze del XIV secolo non rimase senza gravi conseguenze per le condizioni idrauliche generali del territorio ferrarese. La mancanza di periodiche manutenzioni delle arginature del Po e delle opere di scolo, create ex novo o sistemate durante la fase di ripopolamento agricolo dell'età comunale, ebbe conseguenze particolarmente negative per quella parte della pianura ferrarese soggetta alle esondazioni del nuovo alveo del Po creato dalla rotta di Ficarolo. In questo vasto comprensorio, che aveva preso il nome di " Polesine di Casaglia " nella parte ad ovest di Ferrara e di " Polesine di Ferrara " nella parte ad est della città, tra il Po Grande e il Po di Volano, si verificano infatti, a partire dalla XIV secolo, innumerevoli alluvioni, con effetti devastanti sulla vita della gente e sulla produzione agricola.

Il primo intervento organico di bonifica condotto dagli Estensi iniziò intorno alla metà del XV secolo e fu opera dei duchi Borso ed Ercole I. L'obiettivo era quello di prosciugare e di recuperare all'agricoltura le aree acquitrinose situate alle porte di Ferrara. Borso realizzò e portò a compimento la bonifica del Polesine di Casaglia (1447 - 1460) e il suo successore Ercole I. iniziò quella della cosiddetta "Diamantina", conclusa da Alfonso I (1498 - 1523). Il deflusso delle acque di bonifica da questi territori venne assicurato mediante un prolungamento verso ovest di quel " Canale Blancum " (Canal Bianco) situato nel Polesine di Ferrara e già esistente in età comunale: è infatti menzionato negli statuti di Ferrara del 1287. Il Canal Bianco diventava così il fondamentale asse d'intervento idraulico nella pianura ferrarese, unendo le sorti idrauliche del Polesine di Casaglia e del Polesine di Ferrara.

I mutamenti di carattere sociale ed economico che si verificavano intorno alla metà del Cinquecento, in particolare l'incremento demografico e lo spostamento degli investimenti economici dalle attività commerciali a quelle agricole, furono alla base delle numerose iniziative di bonifica condotte in Italia, e in particolare nella pianura padana, durante la seconda metà del XVI secolo. Le conquiste tecniche e scientifiche del Rinascimento sembravano trovare proprio nell'idraulica un vasto campo pratico ed operativo di applicazione, e i numerosi progetti di bonifica suscitavano l'attenzione di principi e governanti, interessati a promuovere lo sviluppo agricolo dei loro Stati, specie per quanto concerneva la coltivazione del frumento.

A Ferrara, intorno alla metà del secolo, gli Estensi cominciarono ad accarezzare l'idea di prosciugare integralmente le valli e le enormi distese di terre soggette ad alluvioni comprese tra il Po Grande e il Po di Volano, ossia l'intera area conosciuta come Polesine di Ferrara. Qui la situazione era andata addirittura peggiorando in seguito alle bonifiche di Casaglia e della Diamantina, le cui acque, che scolavano grazie al Canal Bianco, si riversavano nei terreni depressi situati tra Copparo, Codigoro e Mesola. L'insufficienza



Figura 28-Torre Abate

di scolo del canale metteva spesso in pericolo le campagne circostanti e in più occasioni si intervenne con operazioni di tutela del territorio. In particolare, nel 1540, durante il ducato di Ercole II, si procedette allo scavo di un tratto del Canal Bianco di 6700 metri presso Coccanile. La spesa fu ripartita, com'era in uso all'epoca con il sistema del "terratico": la manutenzione delle opere di scolo spettava al governo, ma i costi venivano addossati ai proprietari che ne traevano beneficio, in misura proporzionale alle superfici scolanti servite.

Fu perciò soltanto nel 1559 che l'intenzione di procedere alla bonifica del Polesine di Ferrara si concretizzò per la prima volta. L'otto aprile di quell'anno il notaio Cesare Sacrato, su disposizione di Ercole II registrò una deliberazione del Comune di Ferrara con la quale quest'ultimo si impegnava ad anticipare, a nome e per conto dei proprietari interessati, le somme necessarie alla bonifica del Polesine di Ferrara; i proprietari, a loro volta, s'impegnavano a restituire il prestito entro tre anni. Allo stato attuale della nostra documentazione non è possibile stabilire il progetto di bonifica avanzato dai proprietari abbia avuto qualche seguito concreto; probabilmente la morte del duca (1559) ne determinò la sospensione o la caduta.

Per incontrare una nuova proposta di bonifica bisogna attendere il 1564, quando il padovano Isidoro del Portello si presentò al nuovo duca Alfonso II offrendosi di bonificare a proprie spese le terre acquitrinose del Polesine di Ferrara. Di questo personaggio sappiamo poco; è certo comunque che l'anno prima aveva venduto alcune sue proprietà, presumibilmente per procurarsi i capitali necessari all'impresa. La proposta di Isidoro ricalcava un modello già sperimentato da Venezia nei suoi domini. Isidoro offriva di eseguire a sue spese, con uomini e vettovaglie foresteria, le opere di prosciugamento entro quattro anni, chiedendo in cambio metà dei terreni bonificati, che i proprietari gli avrebbero consegnato non appena fossero stati liberati dalle acque e passibili di coltivazione. Isidoro concedeva ai proprietari la facoltà di riscattare la metà dei terreni consegnatigli (in sostanza, la metà della metà del terreno originario) al prezzo di 10 scudi d'oro il moggio. Sui terreni acquisiti il bonificatore chiedeva l'esenzione dalle imposte per quindici anni e il diritto di esportare i raccolti ottenuti dai "retratti "; durante questo periodo egli si impegnava alla perfetta manutenzione dello sbocco a mare del canale collettore della bonifica. Evidentemente nel progetto d'Isidoro erano previsti un unico collettore delle acque e il loro deflusso in mare. Isidoro si mise a lavoro con l'impegno, ma il peso finanziario dell'impresa si rivelò ben presto eccessivo per una persona sola, tanto che nel 1565 Alfonso gli ritirò la concessione. In seguito furono coinvolti nell'impresa due nobili veneziani, Giorgio e Tommaso Contarini, e un gruppo di finanzieri lucchesi.

I protagonisti della bonificazione furono dunque tre: la Casa Estense, i veneziani e i lucchesi. I lavori ripresero. Il 25 aprile 1566 si procedette ad una più accurata misurazione e delimitazione del comprensorio da sottoporre a prosciugamento; poi iniziarono i primi interventi, che riguardavano i tratti terminali del sistema di scolo: fra questi, la costruzione di due chiaviche, quella dell'Abate, alla foce del ramo deltizio detto appunto " Po dell'Abate ", e quella di Volano, alla foce del Po di Volano. Si cominciò anche a sistemare i terreni meno depressi e quindi meno soggetti a ristagno idrico in modo da cominciare a spartire i primi lotti bonificati con i loro vecchi proprietari.

La Grande Bonificazione estense si concentrò negli anni tra il 1566 e il 1572, ma poté dirsi pienamente conclusa solo nel 1580. Venne effettuata con il "metodo dello scolo ", tecnica con la quale le acque delle



Figura 29-canale Seminiato oggi

aree paludose vengono fatte defluire in fossi e canali collettori e portate verso il mare. L'energia sfruttata per questa tecnica è semplicemente quella della forza di gravità, per la quale le aree più elevate hanno una maggiore facilità di deflusso idrico rispetto a quelle meno rilevate, e le zone poste anche pochi centimetri sotto il livello del mare non possono essere prosciugate. Il deflusso delle acque in mare veniva regolato da chiaviche dotate di "porte vinciane": si tratta di chiuse che si azionavano automaticamente permettendo il deflusso idrico durante la bassa marea e impedendo il riflusso marino durante l'alta marea. L'opera idraulica si basò sulla costruzione di quattro grandi canali collettori che correvano in direzione ovest ed est e portavano in mare le acque raccolte dai terreni paludosi. I due canali più settentrionali (Bentivoglio e Seminiato) raccoglievano le acque provenienti dalle terre alte occidentali della bonifica (Casaglia e Diamantina) e defluivano in mare attraverso la chiavica dell'Abate; i due canali più meridionali (Ippolito e Galvano) raccoglievano invece le acque delle terre basse orientali e defluivano in mare attraverso la chiavica del Volano. La tecnica di separare le acque alte da quelle basse, che permetteva una maggiore efficienza al deflusso idrico, costituiva un metodo all'avanguardia nel panorama delle bonifiche europee del cinquecento.

Contemporaneamente il vecchio Canal Bianco venne fatto defluire in un nuovo canale artificiale, il Canale Alfonso, che sfociava direttamente in mare. Durante la Grande Bonificazione si lavorava anche nei mesi autunnali e invernali, sia per la maggiore disponibilità di manodopera sia per i problemi igienico-sanitario che si presentano d'estate nei luoghi paludosi. I lavori procedevano sotto il controllo quotidiano dei "soprastanti", che avevano la direzione dei singoli cantieri, e del gruppo di tecnici che nei documenti compaiono come i veri e propri ingegneri della Bonificazione. Questi ultimi furono anche i protagonisti del lavoro di misurazione e di estimazione delle terre prosciugate, la divisione di ogni terreno bonificato avveniva alla presenza di due di questi periti agrimensori: uno dei quali rappresentava gli interessi dei proprietari, l'altro quelli dei bonificatori. Era inoltre presente una terza persona, a cui il duca aveva affidato il compito di fungere da giudice in caso di discordia fra i periti in parte. Il legname da costruzione veniva acquistato soprattutto presso i proprietari dei luoghi da bonificare. Oltre a muratori, falegnami e marangoni (uomini che eseguivano lavori subacquei), impegnati per la costruzione di chiaviche, ponti ed ecc., la maggior parte dei fondi fu adoperata nella costruzione di oltre 244 miglia di canali e nelle rettifiche dei principali collettori. Il lavoro di escavazione era affidato a squadre di cinque o sei persone dirette da un caposquadra; gli operai lavoravano in condizioni critiche, immersi nel fango o a bordo di zatteroni. L'estrazione del fango dal fondo dei canali veniva effettuata con sacchi di canapa che permettevano di separare il fango dall'acqua; il trasporto del materiale a terra veniva effettuato con carriole a mano, grande invenzione del Medioevo.

E' stato calcolato che la Grande Bonificazione estense recuperò alle valli e alle paludi ben 39.600 ettari di terreno, il che rappresenta un risultato straordinario se si considerano i mezzi tecnici dell'epoca.

Dopo la fine dei lavori, l'esigenza di mantenere efficiente il complesso imponente delle opere che costituivano la Bonificazione portò nel 1580 alla creazione della Conservatoria della Bonificazione, organismo da cui possiamo considerare derivato l'attuale Consorzio.

Ai conservatori Alfonso II conferì l'autorità di imporre terratici e di farli riscuotere per provvedere a tutte le necessità di tutela delle opere di bonifica.



Figura 30 bis Impianto idrovoro Codigoro

La collocazione sul mercato dell'enorme superficie prosciugata venuta nelle mani dei bonificatori si dimostrò più difficile del previsto. Le terre appena bonificate avevano bisogno di ripetute lavorazioni prima di poter essere trasformate in terreni agricoli e, come tali, vendibili. C'era quindi bisogno di molta manodopera, ma questa adesso costava di più: in epoca rinascimentale, infatti, si erano avute modifiche nei contratti agrari a vantaggio dei lavoratori agricoli, che pretendevano remunerazioni più elevate e che tenessero conto della gravosità del lavoro. Far diventare redditizio un terreno appena bonificato avrebbe quindi richiesto una spesa elevata. La borghesia urbana ferrarese, che pure traeva gran parte dei propri redditi dall'agricoltura, non era interessata all'acquisto di nuovi poderi, mentre le piccole comunità agricole insediate ai margini della Bonificazione non disponevano dei mezzi necessari per avviare la produzione in terreni che mancavano di ogni struttura.

Una serie di eventi naturali e un intervento umano determinarono nel giro di pochi decenni il declino e il crollo della Grande Bonificazione estense. Verso la fine del Cinquecento si ebbe una breve fase di peg-

giornamento del clima europeo, che comportò una diminuzione delle temperature e un aumento delle precipitazioni. In tutta la bassa pianura padana si verificarono nuove disastrose alluvioni. La rotta più grave si ebbe a Berra nel 1595: in quell'occasione le acque del Po invasero le terre bonificate rovinando tutte le strutture idrauliche della bonifica (canali, fossati, ponti ecc.). A questi disastri naturali si aggiunsero le gravi conseguenze del " Taglio Novo" o " Taglio di Porto Viro", effettuato dai Veneziani tra il 1599 e il 1604. Si trattò della più colossale opera di ingegneria idraulica mai attuata sul Po, nonché dell'ultima grande rivoluzione nella rete idrica del Delta. L'obiettivo dell'impresa era quello di mutare radicalmente il tratto terminale del fiume portandolo a sfociare, anziché a ridosso della Laguna Veneta, più a sud, vale a dire nella profonda insenatura nota come " Sacca di Goro ".

La decisione fu presa perché il continuo apporto di detriti fluviali da parte del Po minacciava ormai di ostruire le bocche della Laguna Veneta, trasformandola in una palude maleodorante e compromettendo le attività di Venezia sul mare. Nonostante le proteste dei Ferraresi, che temevano uno sconvolgimento idrico nel loro territorio, i Veneziani passarono all'azione, approfittando del clima di incertezza che regnava a Ferrara in seguito alla devoluzione del ducato allo Stato Pontificio.

Il papa Clemente VIII, che di recente si era sostituito agli Estensi nel dominio di Ferrara, non seppe o non volle reagire, pur avendo accolto le ragioni dei Ferraresi. Per prima cosa i Veneziani scavarono un canale lungo 7400 metri tra il Po di Fornaci (che allora era il principale ramo deltizio del Po Grande) e la Sacca di Goro, poi fecero defluire le acque di questo ramo nel nuovo letto artificiale, convogliandole verso sud. Durante i lavori i Ferraresi cercarono di organizzare sabotaggi e scioperi tra gli operai, ma tutto fu inutile e l'impresa venne completata. In questo modo la Laguna Veneta fu salva, ma il nuovo gioco degli apporti detritici e delle correnti determinò in breve tempo sia l'interramento del Porto dell'Abate, sia l'inondazio-



Figura 30 idrovoero Codigoro

ne del Porto di Volano da parte delle acque marine, mettendo così fuori uso le chiaviche della bonifica.

Infine, si ebbe un nuovo generale fenomeno di abbassamento del suolo (subsidenza), che nell'arco di pochi decenni portò vaste superfici del Polesine di Ferrara sotto il livello del mare. In alcuni punti il terreno si abbassò persino di quattro metri. Paludi e acquitrini tornarono a coprire enormi estensioni di terra e per la Grande Bonificazione estense fu veramente la fine. Dei quasi 40.000 ettari bonificati nel 1580, soltanto 16.125 restavano disponibili alla coltivazione nel 1639, ridotti ulteriormente ad appena 5446,7 nel 1782.

Alla metà dell'Ottocento la maggior parte della provincia di Ferrara era di nuovo sommersa dalle acque, e fu soltanto l'avvento della bonifica meccanica nella seconda metà dello stesso secolo che consentì un nuovo rovesciamento, questa volta definitivo, della situazione.

La bonifica meccanica

Al momento dell'unificazione nazionale (1861) l'Italia era ancora un paese arretrato, con un'economia che si fondava quasi esclusivamente sull'agricoltura.

L'industria era rappresentata da poche manifatture, strutturate precariamente e concentrate essenzialmente nel Nord, che nel complesso davano lavoro a non più di 380.000 operai. Era quindi soprattutto dall'agricoltura

che doveva trarre sostentamento e lavoro una popolazione di forte espansione demografica, ormai prossima a raggiungere i trenta milioni di unità. Tuttavia, anche l'agricoltura era povera e arretrata, specialmente nel Mezzogiorno del paese, dove dominava ancora il latifondo.

La produzione globale di derrate, e in particolare di frumento, non riusciva a coprire il fabbisogno alimentare della popolazione, tanto è vero che ogni anno si dovevano importare dall'estero, mediamente, dai tre ai cinque milioni di quintali di grano. Le deboli finanze italiane risentivano pesantemente del salasso di denaro determinato da queste importazioni, per cui l'obiettivo di incrementare la produzione agricola nazionale divenne assolutamente prioritario. Fu appunto in questo clima socio - economico che si formò e si radicò il convincimento che si sarebbe potuto perseguire tale obiettivo non solo attraverso il miglioramento delle tecniche agrarie, ma anche conquistando nuove terre mediante il prosciugamento dei territori paludosi e vallivi, che in Italia coprivano ancora vaste superfici di terreno dislocate in molti luoghi del paese (oltre che nella Bassa Padana, anche in Toscana, Lazio, Sardegna ecc.).

Nella medesima direzione premeva anche un'altra importantissima esigenza: quella di sconfiggere la malaria. Il morbo costituiva in quel periodo una vera calamità nazionale: tutte le aree di pianura soggette ad impaludamento erano interessate dalla malattia, che provocava mediamente oltre 15.000 decessi all'anno, una vera e propria strage.

A quell'epoca ancora non si conoscevano le cause della malaria: gli agenti (alcuni protozoi del genere *Plasmodium*) furono scoperti infatti solo a partire dal 1880, mentre solo nel 1898 vennero individuati gli insetti trasmettitori, ossia le zanzare del genere *Anopheles*, allora abbondantissime anche in Italia. Tuttavia, anche se allora non si sapeva nulla di protozoi e zanzare, il rapporto diretto fra la malaria e la presenza di terre acquitrinose e vallive era noto da parecchi secoli, come testimoniano vari autori di età romana. Il prosciugamento e il risanamento dei terreni paludosi del paese apparivano quindi come gli strumenti più validi per raggiungere ad un tempo due obiettivi fondamentali: accrescere la produzione di derrate alimentari e combattere la malaria.

La macchina idrovora a vapore

L'avvento, nella seconda metà dell'Ottocento, della macchina idrovora a vapore rappresentò per il settore delle bonifiche una vera rivoluzione tecnologica.

Questo congegno, formato da una grande pompa rotativa a motore dotata di un tubo di aspirazione e di un tubo di uscita, aspirava l'acqua da un terreno paludoso e poi la scaricava, a quota più elevata, in un "collettore" (un fiume o un canale) capace di convogliarla fino al mare. La possibilità di sollevare l'acqua consentiva di prosciugare non solo i terreni relativamente elevati, ma anche quelli che in precedenza venivano considerati non bonificabili perché situati a quota minima sul livello del mare o addirittura allo stesso livello o giacenti sotto di esso.

La grande bonificazione ferrarese

L'idea di prosciugare le immerse paludi del Polesine di Ferrara utilizzando la nuova tecnologia delle idrovore a vapore cominciò a farsi rapidamente strada, dopo la metà dell'Ottocento, presso alcuni degli esponenti più aperti del mondo agricolo ferrarese.

In particolare essa attecchì nell'ambito della Congregazione Consorziale del I Grande Circondario Scoli, un organismo istituito nel 1820 dallo Stato Pontificio per il governo e il controllo idraulici di tutto il territorio compreso tra il Panaro a ovest, il Po di Volano a sud, le valli salse di Mesola a est e il Po di Goro - Po di Venezia a nord. Esso aveva preso il posto dell'antica Conservatoria creata da Alfonso II ed era stato mantenuto dopo l'unità d'Italia. L'obiettivo fondamentale della nuova bonifica era quello di incrementare la produzione del grano e della canapa, i prodotti trainanti dell'economia agricola ferrarese.

Il primo passo concreto si ebbe nel 1871, quando fu costituita a Londra la Ferrarese *Land Reclamation Company*, una società a capitale quasi interamente inglese avente appunto come scopo la bonifica del Polesine di Ferrara per mezzo di idrovore a vapore. L'anno dopo questa compagnia si fuse con alcuni gruppi finanziari italiani, dando vita ad una nuova società a capitale misto inglese e italiano, la Società per le Bonifiche dei Territori Ferraresi (*S. B. T. F.*). I lavori cominciarono subito. Fra il 1872 e il 1873 fu costruito un gigantesco impianto idrovoro a Codigoro, dove dovevano affluire tutte le acque di scolo del vasto territorio da bonificare; l'immensa massa d'acqua sarebbe stata aspirata e riversata nel Po di Volano.

Le idrovore, costruite a Londra, erano otto grandi pompe rotative del diametro di 2,5 metri; il diametro del tubo di uscita di 1,60 metri. Le pompe erano divise in quattro coppie, ciascuna delle quali era mossa da

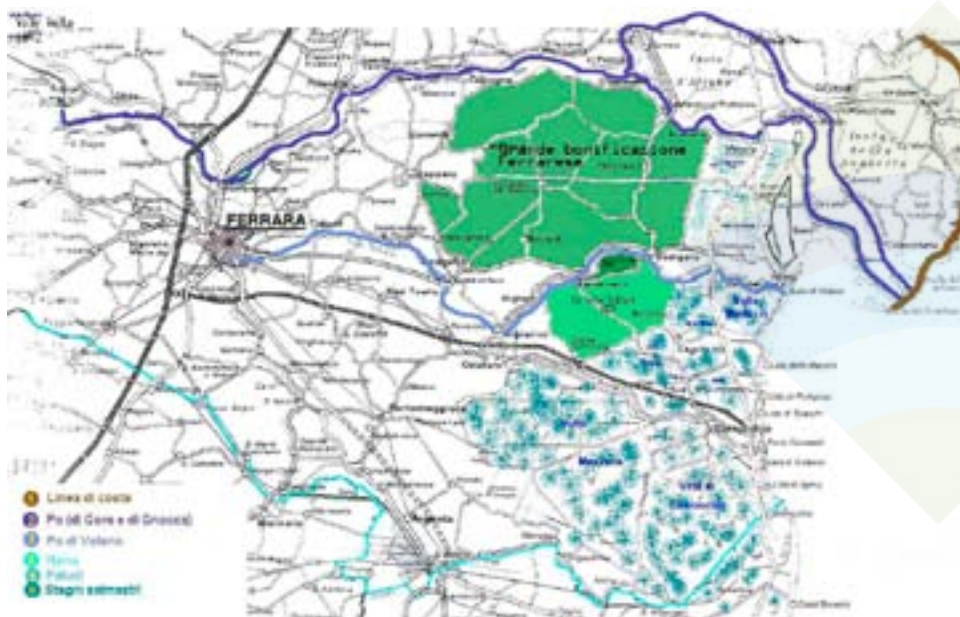


Figura 31-Cartina delle bonifiche realizzate tra il 1860 e il 1915

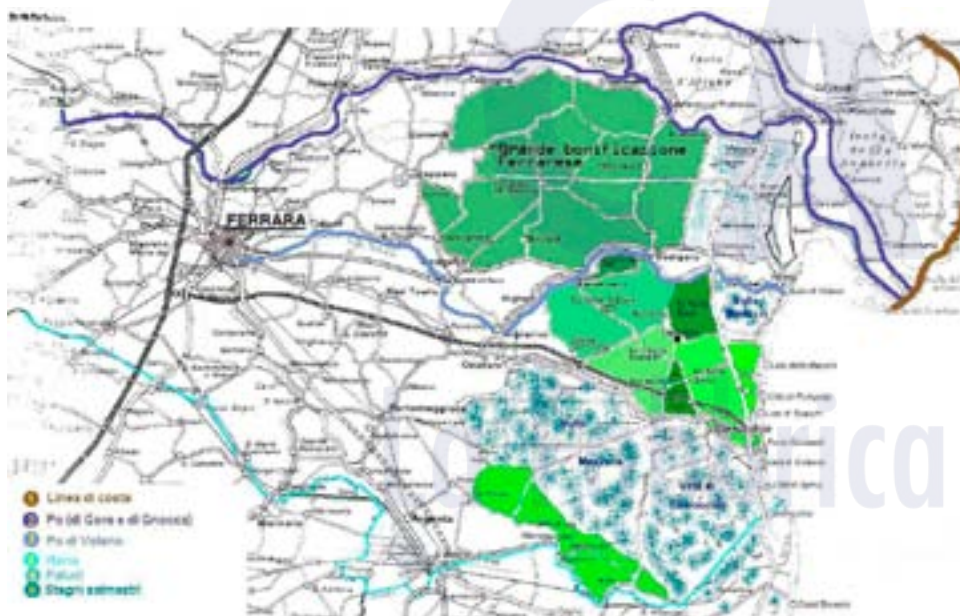


Figura 32-Cartina delle bonifiche realizzate tra il 1951 e il 1956

un proprio motore. Data l'enorme massa d'acqua da riversare nel Volano, fu progettata una portata di sollevamento di almeno 30 metri cubici al secondo. L'arrivo delle acque di scolo all'impianto fu ottenuto mediante lo scavo di circa 170 chilometri di canali, lavoro che richiese l'impiego di una numerosa manodopera, parti della quale proveniente anche dalle province vicine. Le idrovore entrarono in funzione nel 1874.

La Società Bonifiche tentò di ottenere subito i primi risultati agricoli sui terreni appena prosciugati, ma ancora una volta, come già era accaduto all'epoca della Bonificazione estense, il recupero produttivo dei terreni di recente bonifica si rivelò molto più gravoso del previsto: la trasformazione a fini agricoli dei fondi recuperati all'acqua richiedeva infatti investimenti assai ingenti e una mole di lavoro umane enorme.

A ciò si aggiunsero, negli anni "80, gli effetti negativi della crisi agraria europea, che provocò una caduta generale sia dei prezzi agricoli, sia del valore dei terreni. La Società Bonifiche entrò in dissesto finanziario e la bonifica fu sospesa per mancanza di investimenti. A questo punto gli agrari, anche ferraresi, si mossero, richiedendo allo Stato vari tipi di interventi e di sovvenzioni a favore dell'agricoltura.

Fu in seguito a tali richieste che nel giugno del 1882 fu promulgata la cosiddetta "legge Beccarini", dal nome dell'ingegnere idraulico ravennate che l'aveva propugnata. Il nuovo testo legislativo, che modificava la precedente normativa sulle opere pubbliche risalente al 1865, riconosceva tra i compiti dello Stato l'attuazione delle bonifiche atte a determinare grandi miglioramenti agricoli e rilevanti vantaggi igienici. Fu una svolta veramente decisiva, perché per la prima volta nella storia dell'Italia unita, lo Stato, per esigenze di tipo igienico - sanitario, sociale e produttivo, riconosceva l'interesse pubblico delle opere di bonifica, interveniva nella loro programmazione e partecipava in misura rilevante al loro finanziamento. Grazie alle sovvenzioni statali l'opera di bonificazione poté riprendere alacramente anche nel Basso Ferrarese. Nel 1885 la Società Bonifiche ottenne dal Ministero dell'Agricoltura, Industria Commercio il decreto di costituzione di un nuovo consorzio, che prese il nome di "Consorzio della Grande Bonificazione Ferrarese": ad esso spettava il compito non lieve della manutenzione delle opere di prosciugamento meccanico.

Le bonifiche furono completate fra il 1895 e il 1898: a quest'ultima data risultavano prosciugati ben 87.928 ettari di terreno, pari a quasi un terzo dell'intera superficie della provincia di Ferrara. I problemi più gravi relativi alla manutenzione di questo enorme territorio erano due: l'insufficiente

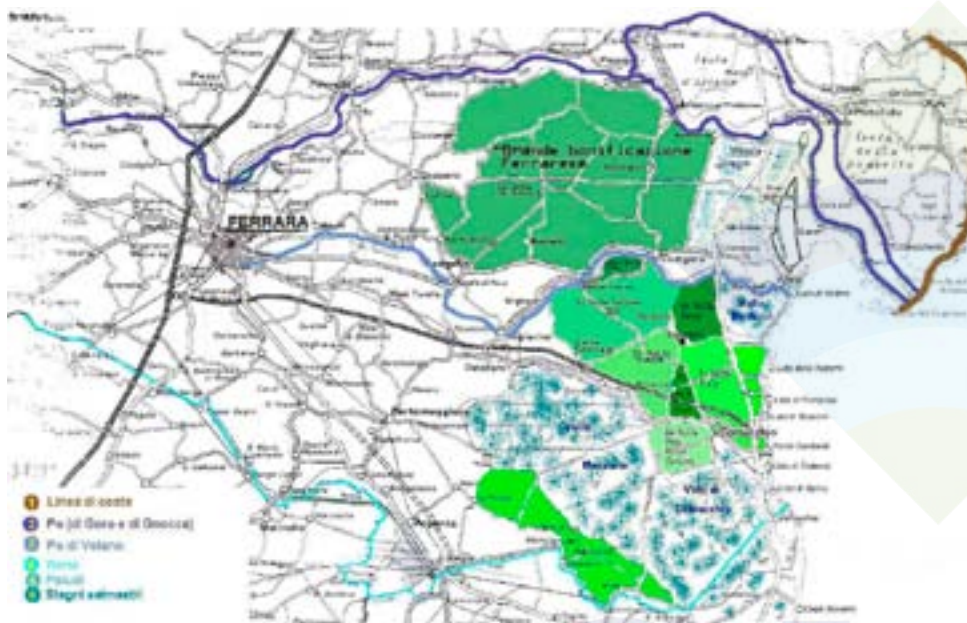


Figura 33-Cartina delle bonifiche realizzate tra il 1915 e il 1945



Figura 34-Cartina delle bonifiche realizzate tra il 1956 e il 1963

potenza delle idrovore, che comportava tempi lunghi di svuotamento, e l'abbassamento dei terreni bonificati (venti anni dopo l'inizio della bonifica si constatò che ben due terzi dell'area prosciugata si erano abbassati, fino a raggiungere i 2,5 - 3 metri sotto il livello del mare).

All'inizio del Novecento la Grande Bonificazione ferrarese venne completamente ristrutturata su progetto dell'ingegnere Pietro Pasini (presentato nel 1904), che eliminò i precedenti inconvenienti dovuti all'insufficienza delle idrovore. Il comprensorio della bonifica venne diviso in due distinti bacini, come era avvenuto all'epoca della Bonificazione estense, e mentre quelle delle terre più alte (zone di Guarda, Formignana, Copparo e Tresigallo) continuò a convogliare le sue acque nella vecchia idrovora di Codigoro, quello dei terreni più depressi (zone di Jolanda di Savoia, Berra, Ariano Ferrarese e Codigoro) fu servito da un secondo impianto idrovoro costruito ex novo in adiacenza al primo. Il macchinario della nuova idrovora era costituita da turbo pompe azionate da motori a vapore e capaci di sollevare 40 metri cubi d'acqua al secondo. I lavori progettati furono ultimati nel 1911. e furono bonificate le valli di Ambrogio e di Mezzogoro, nonché alcuni valli dolci periferiche alle Valli di Comacchio (valli di Argenta, Filo, Volta e Gallare).

E' opportuno chiarire che le valli di Ambrogio, di Mezzogoro e di Bel Bosco, erano dolci; mentre a sud gran parte del complesso del sistema vallivo di Comacchio (Mezzano, valli Volta, Gallare, Trebba, Ponti e Isole) era costituito da acque salse.

Più tardi, tra il 1919 e il 1935, furono prosciugate le valli Trebba, Ponti e Isola, e dopo il 1930 si iniziò il prosciugamento della valle Vallona e di parte delle valli Giralda e Bertuzzi, cioè delle cosiddette valli "esterne" al Mezzano.

Nel secondo dopoguerra, tra il 1951 e il 1956, vennero bonificate tre valli "basse" della laguna di Comacchio (valli Pega, Rillo e Zavalea) e nel 1956 fu iniziata la costruzione dell'argine circondariale Agosta, con il quale si diede avvio alla bonifica del Mezzano.

Nel 1964 venne prosciugata completamente la valle Giralda e nel luglio 1967 fu ultimata la bonifica della parte della valle del Mezzano ad occidente dell'argine di Agosta.

Infine, nel 1969 si bonificò valle Falce (Mesola), e questo fu l'ultimo prosciugamento realizzato nel nostro territorio.

Di tutto il sistema della laguna ferrarese ora resta poco e il paesaggio delle aree bonificate varia a seconda che la bonifica sia stata più o meno

recente e che il suo sviluppo sia stato più o meno rapido; tuttavia sono riconoscibili alcuni tratti tipici comuni: la monotona uniformità dei grandi spazi, veri e propri “mari di terra” che si estendono a perdita d’occhio per chilometri e chilometri; la pressochè totale mancanza di alberi; l’assenza di centri abitati, posti invece sui dossi fluviali; ed un orizzonte piatto sul quale spiccano le arginature dei fiumi e dei canali e gli impianti delle idrovore. Da allora fino ai nostri giorni non sono state apportate modifiche sostanziali alla Grande Bonificazione, ma solo ammodernamenti e potenziamenti alla struttura delle reti di scolo.



CADF
La Fabbrica dell'Acqua

Capitolo 8

Il fiume - caratteristiche generali

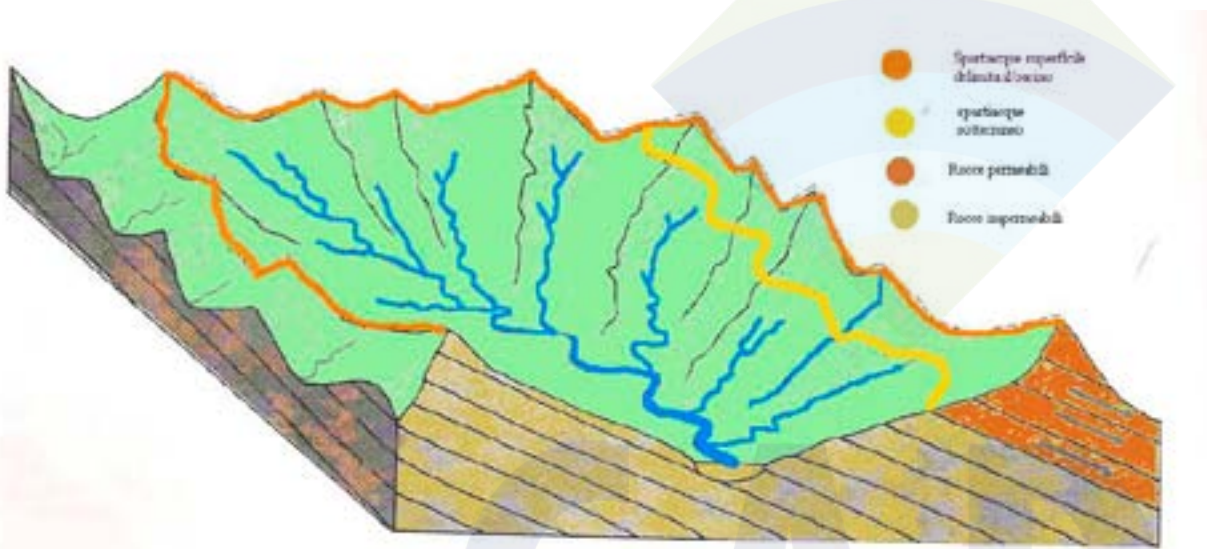


Figura 35 Bacini idrografico e bacino idrogeologico di un fiume

Le acque che cadono sotto forma solida o liquida sulla superficie terrestre vengono in parte evaporate, tornando nella circolazione atmosferica, in parte penetrano nella crosta terrestre e in parte scorrono in superficie.

Non si può dire quale sia l'entità delle singole parti in quanto i loro valori variano in conseguenza di vari fattori: tipo di precipitazione (breve o lunga, lieve o forte, solida o liquida), clima estivo o invernale, natura del suolo (impermeabile: marnoso, argilloso, roccioso; permeabile: calcareo, sabbioso, ghiaioso, poroso), presenza della flora, che restituisce per evaporazione parte dell'acqua assorbita.

Le acque superficiali scorrono sul terreno tanto più velocemente quanto maggiore è la pendenza del terreno stesso, ristagnando invece là dove la superficie è piana ed impermeabile. Inizialmente esse sono dette

selvagge, ma si riuniscono ben presto in rigagnoli (con letto a solco) per diventare poi ruscelli, torrenti e fiumi (con letto più o meno ampio).

Il **bacino di raccolta o impluvio**, è la zona generalmente a conca nella quale le acque, provenienti da sorgenti superficiali (ghiacciai) o sotterranee e da acque piovane, confluiscono verso un unico letto. Di solito si tratta di diverse sorgenti, che formano un fitto reticolato idrografico quando abbondano in un terreno impermeabile.

La linea immaginaria che segue le cime delle montagne e separa i bacini idrografici dei due versanti opposti è detta linea di spartiacque.

Il **bacino idrografico** è la regione che comprende un fiume con tutti i suoi affluenti. Il più esteso bacino idrografico è quello del Rio delle Amazzoni (7.000.000 Km²). In Italia la pianura padana è il bacino del Po coi suoi affluenti di destra e di sinistra (75.000 Km²).

La portata di un fiume è il volume di acqua, espresso in m³, che scorre nell'unità di tempo attraverso una determinata sezione del fiume. Essa si determina calcolando l'area della sezione in relazione alla velocità media del fiume in quel punto.

La portata massima del Po è di circa 3.000 m³, quella minima di circa 1.000 m³. Ovviamente la portata di

un fiume dipende da vari fattori quali la natura del terreno; (a parità di piogge è maggiore la portata in un bacino impermeabile), l'evaporazione, la vegetazione che utilizza molta acqua ecc. Perciò, è importante determinare il coefficiente di deflusso che è il rapporto tra la portata in una data sezione e la quantità di precipitazioni atmosferiche verificatesi a monte della sezione considerata in un determinato periodo di tempo.

Dalla variazione di portata di un fiume si desume il suo regime, cioè la differenza tra la massima e la minima portata.

Nelle regioni ove le precipitazioni superano la quantità di acqua evaporata dal suolo, si ha un fitto reticolato di corsi d'acqua senza grandi variazioni di portata, alimentato anche da falde acquifere sotterranee a livelli pressoché costanti e non molto profonde. Tale è il regime delle zone umide equatoriali e temperate. Ove i periodi di piovosità sono alternati a periodi asciutti, la rete idrografica è meno densa e presenta accentuate piene e magre, anche perché le falde acquifere sotterranee sono a livello incostante. Tale è il regime delle zone tropicali e subtropicali.

Nelle regioni aride o desertiche mancano i corsi d'acqua in quanto l'evaporazione supera le precipitazioni; nelle regioni semiaride le acque correnti sono molto ridotte. In entrambe le regioni possono esistere acque sotterranee, ma in genere si trovano a notevole profondità.

Il regime dei fiumi alpini è misto, perché alimentati nella parte alta dai ghiacciai e dalle nevi e nella parte bassa dalle piogge, con massima portata nella tarda primavera e magra invernale.

Il Po è pure un fiume a regime misto essendo alimentato da affluenti alpini, prealpini ed appenninici.

I fiumi dell'Italia meridionale e insulare presentano accentuate magre estive.

La velocità di un fiume, espressa in m/sec., dipende anch'essa da vari fattori: in modo particolare dalla pendenza, poi dall'attrito contro le rive, contro il letto, contro l'acqua superficiale e anche dall'attrito delle molecole di acqua (coefficiente di viscosità). La velocità è massima al centro del corso e poco sotto la superficie dell'acqua, è minore sul fondo e lungo le rive per l'attrito con le rocce e in superficie per l'attrito con l'aria. La velocità diventa maggiore sulla riva concava nelle curve del fiume. Si attenua al diminuire della pendenza e spesso in vicinanza del mare i fiumi diventano lenti e deviano il loro corso e la loro foce.

I corsi d'acqua sono classificati a seconda della velocità.

Tabella 1-Classificazione dei corsi d'acqua in funzione della velocità

giudizio	velocità	Natura dell'alveo	Habitat corrispondente
Molto lenta	Meno di 10 cm/sec	Fango	Tipo stagno
Lenta	Da 10 a 25 cm/sec	Melma, sabbia	Tipo melmoso
Media	Da 25 a 50 cm/sec	Sabbia, ghiaia	Tipo parzialmente melmoso
Rapida	Da 50 a 100 cm/sec	Ghiaia, ciotoli	Tipo torrenziale
Molto rapida	Oltre 100 cm/sec	Grossi ciotoli, blocchi di roccia	Tipo torrenziale

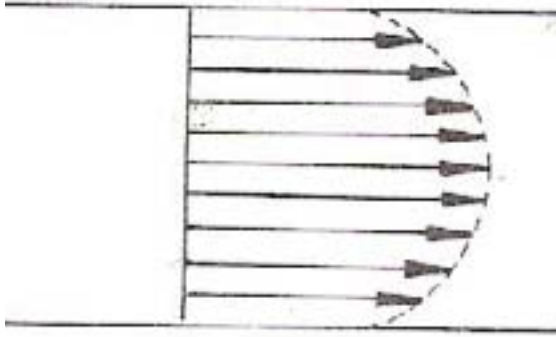


Figura 36 ripartizione schematica delle velocità di un corso d'acqua

Le parti di un fiume sono essenzialmente:

1. la sorgente
2. il corso
3. la foce.

La sorgente o meglio le sorgenti si trovano nel bacino di impluvio sopra ricordato.

Il corso di un fiume si distingue solitamente in superiore e inferiore aventi caratteri morfologici assai diversi: infatti lungo il corso superiore prevale l'azione erosiva, mentre in quello inferiore prevale la deposizione.

Nel corso di un fiume si distinguono il letto o alveo, le due sponde o rive.

il corso inferiore di un fiume non ha un andamento costante, ma prosegue serpeggiando, formando meandri, anse continue verso destra e verso sinistra, aumentando così la lunghezza del suo percorso. Questi meandri nei periodi di piena possono essere isolati dal fiume, che in tali periodi aumenta la sua potenza e sceglie la via più breve. Il percorso di un fiume sarà poi tanto più lungo quanto più la catena montuosa sarà lontana dal mare.

La foce di un fiume può essere in un altro fiume, in un lago o nel mare.

Nel mare il fiume può sboccare con foce diversa. Si getta con vari bracci formando un delta quando il mare che lo riceve è un mare chiuso (mediterraneo). Sono a delta ad esempio il Mississippi, il Nilo, il Gange, il Danubio, il Po. Ha invece una foce ad estuario il fiume che si getta in un mare aperto (oceano) con forti maree o forti correnti, dando luogo ad importanti porti fluviali. Ne sono esempi il Tamigi, l'Elba.

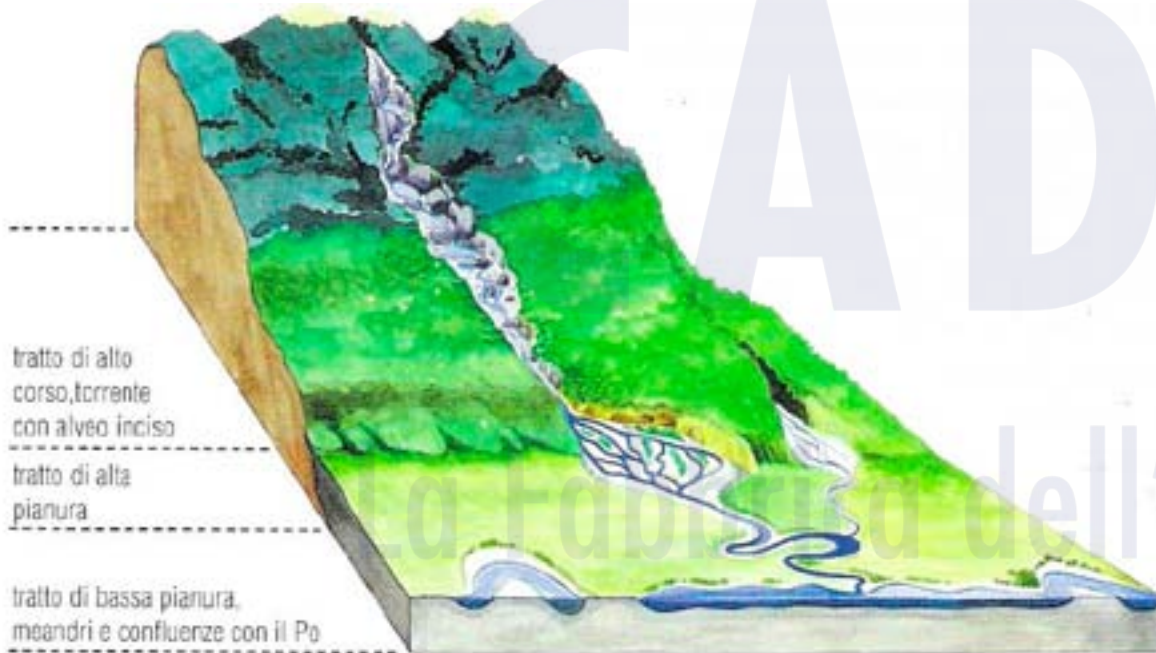


Figura 37-il corso del Po

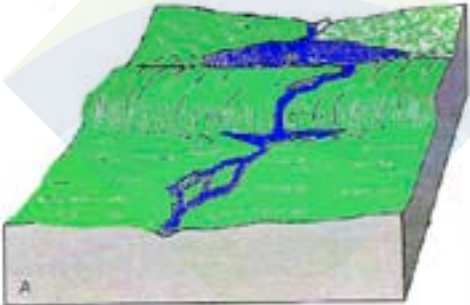
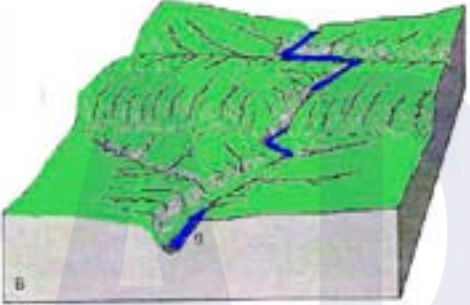

Profilo di equilibrio

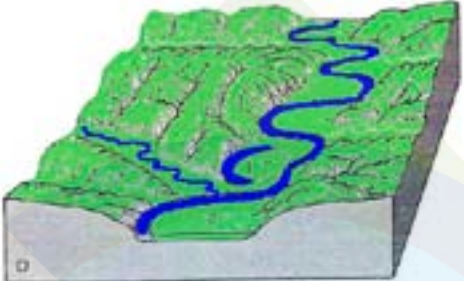
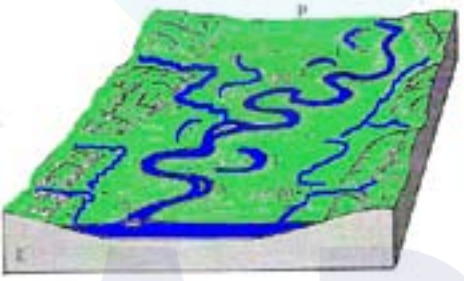
Nel suo percorso dalla sorgente alla foce, il fiume tende ad assumere una certa pendenza, curva di equilibrio (fig. 38), che è una linea curva concava verso l'alto alla quale si avvicina quando l'azione erosiva e quella di sedimentazione sono in equilibrio.

Si possono considerare i seguenti stadi di un fiume:

1. Lo stadio giovanile: può definirsi come una fase tormentosa dominata dall'intensa attività erosiva.
2. Lo stadio di maturità in cui il fiume coi suoi affluenti raggiunge un profilo di equilibrio: diminuita la forza erosiva, esso tende a deporre materiale roccioso, colmando acquitrini, bassure, laghi. È nello stadio di maturità che l'andamento del fiume è a meandri.
3. Nello stadio senile i fiumi diventano pigri, trasportano solo materiale finissimo e spesso formano paludi e acquitrini, trovando a fatica la via del mare.

La descrizione dei vari stadi evolutivi della vita di un fiume sono riportati in tabella

Rappresentazione	Descrizione stadio
 <p>A</p>	<p>giovane iniziale :lungo il fiume si trovano laghi, cascate,rapide. E' caratterizzato da un'intensa erosione e un'elevata velocità della corrente che provoca l'approfondimento dell'alveo con formazione di gole e di canyon</p>
 <p>B</p>	<p>giovane avanzato:i laghi sono scomparsi ma le cascate e le rapide sono ancora presenti , il fiume scorre in una gola stretta e profonda</p>
 <p>C</p>	<p>maturità iniziale:il letto del fiume è in dolce pendenza , senza cascate , né rapide: comincia ad abbozzarsi la piana di inondazione L'erosione e il modellamento del territorio sono meno intensi .Il fiume si trova in una condizione di equilibrio tra erosione e sedimentazione e il suo profilo longitudinale è detto profilo di equilibrio</p>

	<p>Maturità avanzata: il fiume è meandrizato e divaga su una piana d'inondazione assai larga .</p>
	<p>Vecchiaia : la piana di inondazione può raggiungere una dimensione pari a 15 volte quella della fascia occupata dai meandri :sono presenti argini naturali, lanche, paludi</p>

Fattori abiotici

La velocità della corrente e il regime fluviale sono i principali fattori abiotici che caratterizzano questo habitat, in quanto si ripercuotono anche sugli altri fattori, quali la quantità di O₂ disciolto, la temperatura dell'acqua, la torpidità, la natura del substrato, la circolazione dei nutrienti ecc.

La velocità della corrente dipende dalla pendenza, dalla larghezza, dalla profondità e dalla conformazione dell'alveo; essa può variare da pochi dm a pochi m al secondo, si riduce in prossimità delle rive e del letto, ed è massima al centro dell'alveo. La presenza di sassi sul fondo origina gorgi, ma anche zone di calma (acque morte), dove la corrente diventa quasi nulla.

Anche la portata ha grande importanza, specialmente sul trasporto dei materiali e l'evoluzione del substrato. Le sue variazioni, gli aumenti (piene) e le diminuzioni (magre) modificano le condizioni di vita dell'ambiente lotico. Nella Tabella 2 è possibile notare l'influenza della velocità della corrente sulla natura dell'alveo e sull'habitat.

Per quanto riguarda, infine, il regime, possiamo notare che nel caso dei torrenti si osservano regimi stagionali in funzione del tipo di alimentazione (piogge, nevi, ghiacciai, ecc.) con magre e piene alternate. I grandi fiumi invece mostrano sostanzialmente quattro tipi principali di regime: pluvio oceanico o atlantico, nivale di pianura o continentale, nivale di montagna e alpino, che vengono illustrati nella Figura 45. Nei corsi

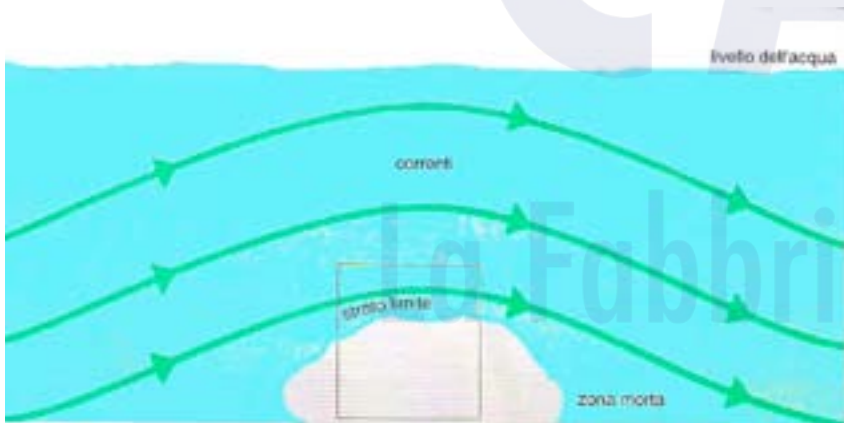


Figura 44 Zone di calma sul fondo del fiume

d'acqua rapidi e poco profondi non si osservano grandi variazioni di temperatura fra la superficie e il fondo (gradiente termico verticale). Tali oscillazioni sono tipiche, invece, dei grandi corsi d'acqua, al fondo dei quali la temperatura ha circa lo stesso valore della media mensile dell'aria mentre le acque superficiali risentono delle condizioni meteorologiche esterne. Per quanto riguarda il profilo longitudinale le oscillazioni annuali aumentano allontanandosi dalla sorgente.

La temperatura dell'acqua condiziona lo sviluppo della vegetazione sommersa, il metabolismo degli organismi presenti e il loro sviluppo.

Le acque correnti sono normalmente ricche di ossigeno, perché la turbolenza assicura il contatto diretto fra aria ed acqua. Come già detto la temperatura influisce sulla solubilità dell'O₂ e quindi sulla sua concentrazione. L'ossigeno disciolto, DO (Dissolved Oxygen) può essere opportunamente misurato. (vedi percorso 1).

Nel " caso di inquinamento organico dell'acqua, l'O₂ viene utilizzato dai batteri aerobi per la decomposizione di queste sostanze , ma se l'autodepurazione non è sufficiente a ristabilire le condizioni naturali si creerà nel corso d'acqua un inquinamento, il cui grado può essere misurato dall'ossigeno richiesto per i processi di decomposizione (BOD = Biochemical Oxygen Demand

Sedimenti presenti	Dimensione in mm	Velocità in cm/sec	Habitat corrispondente
rocce	>200	>100	1° tratto
ciottoli	20-200	50-100	1° tratto
ghiaie	2-20	25-50	2°tratto
sabbie	0,2-2	10-25	3°tratto
Limo/argilla	<0,2	<10	Foci stagni

Anche la composizione delle biocenosi dipende dall'O₂ disponibile e permette di misurare il grado di inquinamento di un corpo idrico (vedi percorso 1).

La luce influenza la produttività primaria e quindi le catene alimentari e le reti trofiche. In genere a causa della scarsa profondità dei fiumi essa non è un fattore limitante, e può variare principalmente per l'effetto di schermo esercitato dalla torpidità oppure dalla vegetazione delle rive, per esempio durante l'attraversamento di una foresta.

Altri fattori fisico-chimici come la diversità degli elementi chimici disciolti (che determinano la durezza delle acque) possono influire sulla vita del fiume, pur risultando di minore importanza

La distribuzione degli organismi

I fattori abiotici, che, fra l'altro, condizionano fortemente la distribuzione degli organismi nei corsi d'acqua, fino ad assumere un vero e proprio ruolo di fattori limitanti e di controllo, sono la corrente e la quantità di O₂ disciolto.

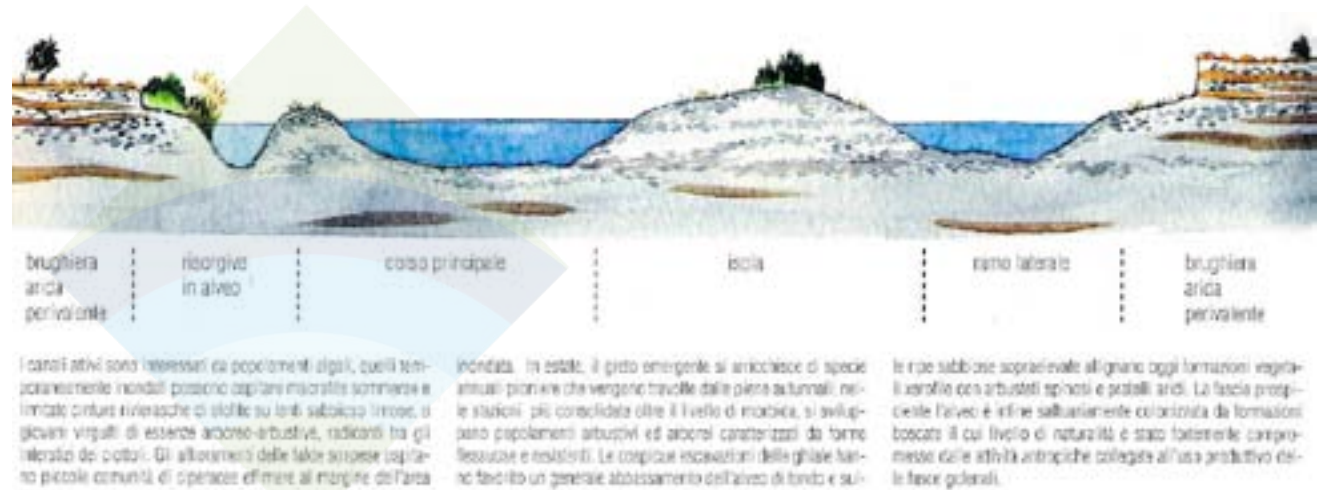


Figura 46-Alta pianura

Possiamo suddividere il fiume in corso superiore, medio e inferiore.

Il corso superiore: detto anche zona delle rapide, è caratterizzato da forti correnti, substrati compatti e privi di fango, temperature basse ed elevata quantità di O_2 disciolto. In questa zona la grande velocità dell'acqua permette uno sviluppo assai limitato della vegetazione. Sono presenti soltanto Muschi ed Alghe capaci di fissarsi sui ciottoli formando densi tappeti, mentre sono praticamente assenti le piante superiori. Il rivestimento vegetale nutre invertebrati e vertebrati erbivori, anche se esso non costituisce l'unica fonte di approvvigionamento. È possibile, infatti, individuare una catena del detrito che parte dagli apporti organici esterni provenienti dalla vegetazione circostante. Qui sono fortemente presenti anche predatori invertebrati (Insetti carnivori) e vertebrati come i Pesci, il Merlo acquaiolo e il Toporagno d'acqua. Il fondale offre numerosi rifugi agli organismi animali, che in genere non si espongono quasi mai alla corrente, preferendo le zone più calme, le zone morte o lo strato limite, cioè quello immediatamente superiore al substrato, dove ancora non si risente della corrente. Gli adattamenti nei confronti di questo fattore consistono, nei Vertebrati, nell'assunzione di una forma idrodinamica, nella presenza sulla superficie del corpo di secrezioni idrorepellenti (Pesci, Uccelli) che minimizzano l'attrito con l'acqua e nell'eventuale palmatura degli arti (Anfibi, Uccelli, Mammiferi).. La Figura 46 illustra i principali animali presenti nel corso superiore.

Nel tratto medio il fiume ha perso parte della sua forza, il letto è costituito prevalentemente da ghiaia e sabbie grossolane e la temperatura, nei mesi più caldi, raggiunge valori più elevati ($20^{\circ}C$). Compaiono le piante superiori, soprattutto sulle rive, dove, oltre ai Muschi e alle Alghe filamentose, ritroviamo i già citati Ranuncoli, il Crescione (*Nasturtium officinalis*), la Lingua d'acqua (*Potamogeton fluitans*), il Millefoglie (*Miriophyllum*) e l'Elodea (*Elodea canadensis*).

Alla fauna della prima zona si somma quella tipica delle sabbie e dei limi, con organismi fossatori, filtrato-



Figura 47-Tratto superiore del fiume:
1-Acylus ,2. Gammaride. 3. Larva di Tricottero. 4. Larva di Effimera. 5. Larva di Simulide. 6. Trota fario. 7. Scazzone. 8. Sanguinerola. 9. Cobite. 10- Temolo. 11- Gobione. 12. Merlo acquaiolo. 13. Piro-piro piccolo. 14. Toporagno acquatico.

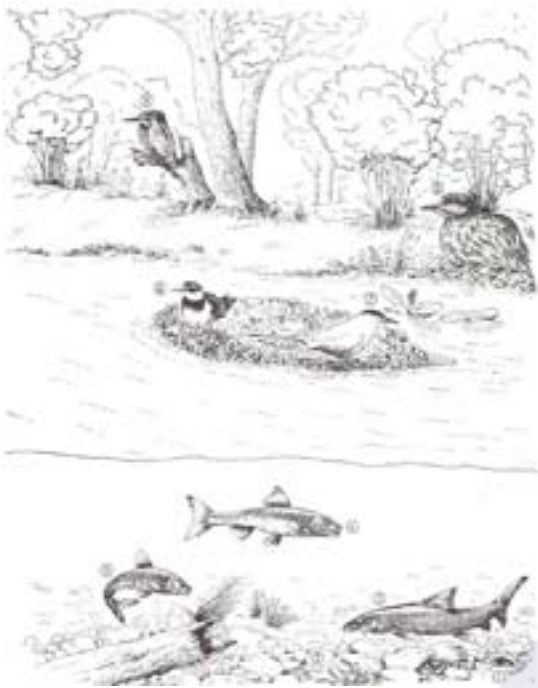


Figura 48 i principali animali del tratto medio 1. Margaritifera. 2. Gambero. 3. Barbo. 4. Savetta. 5. Cavedano. 6. Corriere piccolo. 7. Sterna comune. 8. Nitticora. 9. Martin pescatore



Figura 49-I principali animali del tratto inferiore 1. Margaritifera. 2. Gambero. 3. Barbo. 4. Savetta. 5. Cavedano. 6. Corriere piccolo. 7. Sterna comune. 8. Nitticora. 9. Martin pescatore

ri (Unio e Anodonta) e carnivori come il Gamberetto (che però si nutre anche di vegetali e di detriti).

A terra si fanno più numerose le presenze di Uccelli (Martin pescatore, Nitticora).

Nel corso inferiore le acque sono calme, piuttosto calde e con una concentrazione di O₂ assai minore. Quest'ultimo tratto continua nelle zone umide. Gli invertebrati nuotatori sono sempre più frequenti: si tratta di Insetti Coleotteri come il Ditisco ed Eterotteri come la Notonetta e di Anellidi come la Sanguisuga; inoltre sono numerosi gli Insetti della superficie come l'Idrometra e la Libellula. Qui l'ambiente lotico si trasforma in ambiente lentic; in sospensione si ritrovano sedimenti ed anche plancton, e sulle rive si insedia una fitta vegetazione di macrofite. Sui fini limi poi si ritrovano innumerevoli invertebrati, tra cui Anellidi Oligocheti (Tubificidi) e larve di Chironomidi (Ditteri), entrambi di colore rosso vivo per la presenza di un pigmento destinato a fissare l'ossigeno.

Gli erbivori diventano più rari, mentre si fanno più abbondanti i detritivori e i filtra tori, come alcuni Molluschi Gasteropodi (Limnea e Planorbis) (Figura 7.6C

La zonazione

Alla diversa distribuzione nei vari tratti del fiume degli organismi microscopici e macroscopici, costituenti i primi anelli della catena alimentare, si accompagna anche una distribuzione per zone (o zonazione) dei pesci. Questi rappresentano i livelli più elevati nella piramide trofica, e perciò risentono delle variazioni nella composizione delle comunità dei livelli più bassi, oltre che dei fattori abiotici.

Gran parte degli invertebrati bentonici è legata ad un determinato tratto del fiume, anche se una piccola quota di essi può essere trasportata a valle dalla corrente (fenomeno indicato col termine di drift o deriva). Questo avviene per esempio in caso di piena (deriva catastrofica), ma esiste anche una deriva naturale che si registra in maniera continua e che serve per la regolazione numerica della popolazioni, oltre a garantire la ricolonizzazione dei tratti a valle. Anche il drift può incidere sulla diversa distribuzione dei Pesci

Nella Figura 51 è possibile osservare l'interdipendenza tra i due sistemi di indicatori biologici delle acque correnti e la quantità di O₂ disciolto, la torbidità dell'acqua e la distribuzione dei Pesci.

Sulla zonazione piscicola non c'è ancora perfetta concordanza tra tutti gli autori: in genere si distinguono: la zona a Trote, la zona a Temoli, la zona a Barbi, a Carpe, a Passere e a Pesci d'accompagnamento. La

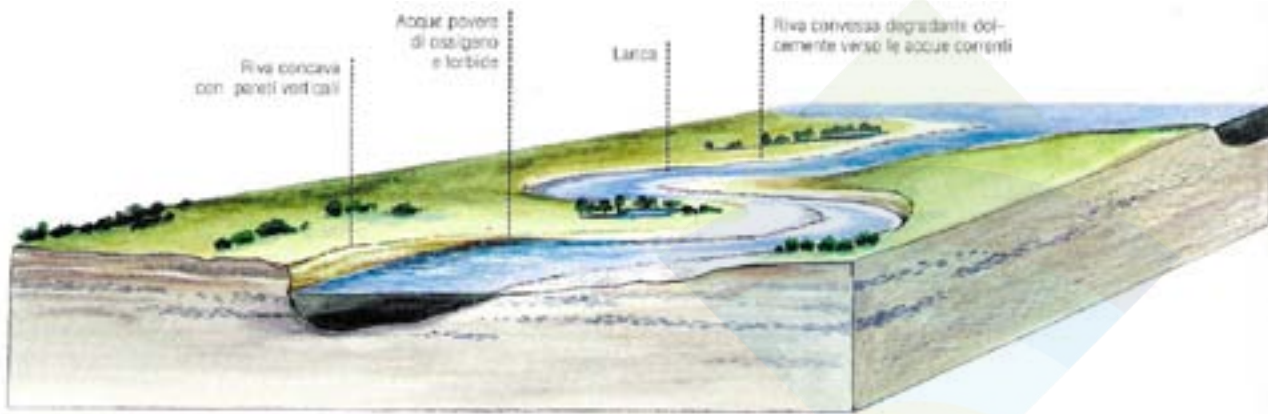


Figura 50-La bassa pianura

prima è ben delimitata ed è abitata da specie molto esigenti come Trote e Salmoni. Nella zona a Temoli si ritrovano specie meno esigenti, sia per quanto riguarda l'O₂ disciolto che per l'alimentazione. Possono cominciare a comparire, in questa zona, i carnivori d'accompagnamento (Luccio, Pesce persico ecc.) che si muovono lungo il fiume alla ricerca di cibo, pur preferendo le acque calme dell'ultimo tratto. La terza e la quarta zona ospitano Barbi, Carpe e Tinche, pesci assai adattabili, che amano acque più calde con scarso tenore di O₂. Alla foce, infine, ritroviamo pesci eurialini come la Passera e il Cefalo, oltre ad altri che frequen-

tano queste zone per riprodursi. L'estrema mobilità dei pesci e le grandi differenze di temperatura e di pendenza collegate alle diversità geografiche condizionano la zonazione. Questa infatti non è rigorosa, ed è possibile rinvenire alcuni esemplari al di fuori del loro habitat ottimale.

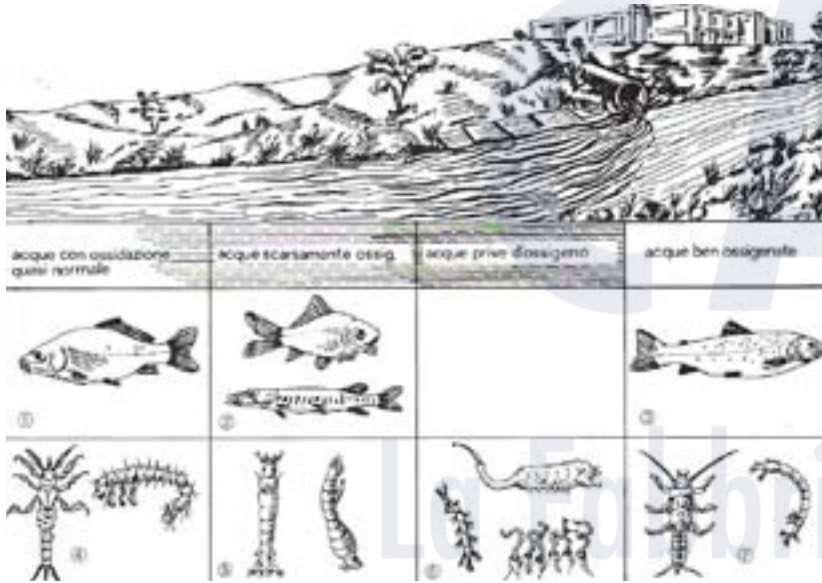


Figura 51-concentrazione di ossigeno e mutamenti nella comunità biotica. 1-Carpa, 2-Luccio, 3-Trota, 4-Tricotteri. 5 -larve di Chironomidi, 6-Tubix ed Eristalis 7-Tricotteri



Figura 52-zonizzazione dei pesci