





Preceding page/Pagina precedente:

PIETRO MARCON, *Carta storica delle principali vicende ed opere idrauliche dei fiumi, lagune, porti e litorali della Venezia dal principio del secolo XIV fino ai giorni nostri*, 1878, con annotazioni di/with notes by LUIGI D'ALPAOS, *Fatti e misfatti di idraulica lagunare. La laguna di Venezia dalla diversione dei fiumi alle nuove opere alle bocche di porto*, Venezia: Istituto Veneto di Scienze, lettere e arti, 2010. Grazie al Prof. D'Alpaos che ha gentilmente condiviso l'immagine in alta qualità./Many thanks to Prof. D'Alpaos, who has kindly shared the image in high definition.

## **The management of the lagoon of Venice / La gestione della laguna di Venezia**

### **The hydraulic dynamics**

The faster the course of a river, the higher the quantity of sediment it transports. Whenever the flow slows down, whether because the incline of the land evens out or because the mass of water drains into a wider basin (e.g. at the mouth of the river), the sediment falls to the bottom. During and after floods, the phenomenon intensifies as a larger mass of water rushes along the riverbed for unit of time (equation of Daniel Bernoulli, 1700-1782), gathering and then depositing more sediment.

### **Troublesome rivers in the Middle ages**

The old mouth of the Piave released silt in the northern lagoon of Venice, around Torcello and Burano. Not so much the river Sile, which in its short course did and does not gather high quantities of sediment.

The main branch of the river Brenta, which during the last glaciation ran along the Grand Canal and reached the sea where now is the Lido mouth, tended to advance the coastline around Fusina, interfering with waterborne traffic to and from the mainland. The situation became worse as the Paduans and Vicentines built embankments along the course of the Brenta to prevent the recurrent flooding on their territories: the excess of waterflow could not disperse on the mainland anymore and rushed into the lagoon, with a higher amount of sediment.

Along the lidi, sand from the sea bottom tended to gather and clog the access to and from the lagoon, until of the many gaps between the lidi only those of Chioggia, Malamocco, San Nicolò di Lido, Sant'Erasmo and Treporti remained in the Modern age. Neither the tides, nor the wind, nor the slow water displacement of the boats and ships then in use could raise waves brisk enough to keep the waterways naturally free of silt.

It was imperative to find ways to contrast the slow filling up of the submerged areas of the lagoon, so as to make way for the tides to reach as near as possible to the mainland and wash out as much silt as possible.

"Gran laguna fa gran porto", the Venetians said: a large lagoon makes for a great harbour. In order to avoid the fate of Ravenna, whose harbour had silted, and maintain wide and deep enough canals for large ships to reach the city at Rialto, large extensions of water were a key element. Also, "Palo fa paluo": a pole makes a marsh, as any pole planted in the lagoon gathers silt around its base and slows down the movement of the tides. The salt content of the waters is diluted, the area cannot be traversed anymore by vessels, and it becomes unhealthy for human habitation.

### **A chronology of the works**

The scarce technical means available in the early times made progress in any enterprise very slow: digging machines and sledge-hammers would come later, a result of invention applied to the special conditions of the building sites. Shovels and wheelbarrows were used first, and workers engaged day by day. This allowed a careful ongoing analysis of the effects (not always expected or desired) that the realisation of the plans had on hydrography, and the consequent adjustments. The Venetian wisdom in matters of practical hydraulics and innovation in the techniques employed gathered slowly along the centuries.

The first attempts were made as early as the XIV century, when a canal was dug to intercept the flow of the Brenta at Fusina and re-route it southward to the lagoon behind Malamocco. It should make a clean separation between fresh water and salt water. It was later extended slightly northward, to avert from the lagoon also the water of the Muson (Bottenigo) and the Maerne. The plan was largely unsuccessful: the canal and its embankment (*intestadura*) were unfit to sharply re-route huge flows of water, and instead interfered with the drainage of rainwater from the mainland as well as with the traffic along the waterways to and from the mainland.

A better plan on a larger scale was devised in the second half of the XV century by Marco Corner, one of the Savi alle Acque. In 1488 the complete diversion of the Brenta to the area of Chioggia was deliberated, and the works began in the early 1500s. The new canal gathered also the water of the Bacchiglione and gave both rivers a new mouth at Conche. Their silt however was clogging the port of Chioggia, so the next step was to turn them farther south along the margin of the lagoon to Brondolo and the sea.

The plan initiated by Corner was supported by the engineer of the Savi alle Acque, Cristoforo Sabbadino ("il Moretto", 1489-1560), but opposed by the Savio Alvise Corner, who was campaigning for private investors as well as the State to take a long-term interest in agriculture in the newly acquired Dominions on the mainland and favoured the reclamation of the areas subject to silting. The position of Sabbadino prevailed in the following deliberations, and the plan of diversion extended to other sources of freshwater and silt flowing into the lagoon.

Thus in 1507, despite the war against the League, the Marzenego was turned northward to Treporti. In 1531 and again in 1610 a canal called Brenta Novissima was dug from Mira to Brondolo, collecting residual waters downstream the former cut of the Brenta and bringing them to the Brondolo mouth. The Novissimo was later extended north to catch most of the flow of a number of minor rivers. In 1683 the lower course of the Sile was re-routed in the old course of the Piave, with its mouth at the southern end of the Cortellazzo sandbank, and the Piave was given a new course and mouth directly to the sea at the northern end of the same.

The upstream course of the rivers, especially Brenta and Bacchiglione, was also subjected to the building of infrastructures (locks, towpaths...) aimed at better traffic of people and merchandise to and from the Venetian mainland.

The drawback was that whenever the new canals could not hold the strain of floods, water would overflow in the countryside behind the lagoon. The complaints brought by the people were taken into consideration by the Provveditori ai Beni inculti, who in turn promoted works of reclamation by gathering the excess waters into a network of canals for

irrigation. In the XVIII century, the cost of the works was often shared between the State and mandatory consortiums among the landowners who would be advantaged by the reclamations.

A last major intervention was the building of bulk cliff dams preventing erosion of the lidi, the so-called Murazzi. The plan was drawn in 1716 by Vincenzo Coronelli (1650-1718) and realised by care of the proto Bernardino Zendrini (1679-1747) between 1744 and 1782.



Murazzi, Pellestrina (Wikipedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Venezia\\_-\\_Murazzi\\_Pellestrina.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Venezia_-_Murazzi_Pellestrina.jpg))

### **Le dinamiche idrauliche**

Più rapido è il corso di un fiume, più elevata è la quantità di sedimento che trasporta. Quando il flusso rallenta, perchè la pendenza diminuisce o perchè la massa d'acqua si disperde in un bacino più ampio (es. alla foce di un fiume), il sedimento si deposita sul fondo. Durante e dopo le piene il fenomeno si intensifica, perchè una maggiore massa d'acqua scorre nel letto del fiume per unità di tempo (equazione di Daniel Bernoulli, 1700-1782), raccogliendo e poi depositando più sedimento.

### **Problemi fluviali nel medioevo**

La vecchia foce della Piave depositava detriti nella laguna nord, intorno a Torcello e Burano. Non altrettanto il Sile, che nel suo breve corso non raccoglieva e non raccoglie elevate quantità di sedimenti.

Il ramo principale della Brenta, che durante l'ultima glaciazione correva lungo il Canal Grande e raggiungeva il mare dove oggi si trova la bocca di Lido, provocava l'avanzamento della linea costiera attorno a Fusina, interferendo con il traffico fluviale da e verso la terraferma.

La situazione peggiorò quando Padovani e Vicentini eressero arginature lungo la Brenta per prevenire le ricorrenti inondazioni dei loro territori: le acque in eccesso non potevano più disperdersi sulla terraferma e irrompevano nella laguna con i loro detriti.

Lungo i lidi, la sabbia del fondale si accumulava e ostruiva gli accessi da e verso la laguna, finchè nell'età moderna i varchi si ridussero a quelli di Chioggia, Malamocco, San Nicolò di Lido, Sant'Erasmo and Treporti. Nè le maree, nè il vento, nè il limitato moto ondoso prodotto dalle barche e navi allora in uso sollevavano onde sufficientemente vigorose da mantenere naturalmente liberi i canali.

Era indispensabile trovare il modo di contrastare il lento interrimento degli specchi d'acqua della laguna, aprendo la strada alle maree perchè giungessero più profondamente possibile verso la terraferma e trasportassero al mare i sedimenti.

"Gran laguna fa gran porto", dicevano i Veneziani: una laguna ampia fa un gran porto. Per evitare la sorte di Ravenna, il cui porto era ormai interrato, e mantenere i canali di accesso a Rialto ampi e profondi abbastanza per navi di grande stazza, erano indispensabili ampi bacini per l'espansione delle maree. Inoltre, "Palo fa paluo": anche un solo palo fa palude, perchè raccoglie sedimento attorno alla base e rallenta il movimento delle maree. La salinità delle acque si diluisce e la zona diventa non più navigabile e malsana.

### **Cronologia dei lavori**

I mezzi tecnici a disposizione resero da principio molto lento il progresso degli interventi: gli scavatori e i battipalo meccanici sarebbero venuti in seguito, risultato dell'inventiva applicata alle particolari condizioni dei

cantieri. All'inizio si utilizzavano badili e carriole, e lavoratori ingaggiati a giornata. Ciò consentì un'attenta analisi degli effetti progressivi (non sempre attesi o desiderati) che la realizzazione dei progetti aveva sull'idrografia, come pure gli aggiustamenti necessari. La sapienza veneziana in materia di idraulica pratica e di innovazione nelle tecniche adottate si costruì lentamente nei secoli.

I primi interventi vennero già nel XIV secolo, quando venne scavato un canale per intercettare il corso della Brenta a Fusina e deviarlo a sud verso la laguna alle spalle di Malamocco. Avrebbe dovuto produrre una netta separazione tra acque dolci e salate. Più tardi fu prolungato di poco verso nord, per distogliere dalla laguna anche le acque del (Bottenigo) e del Maerne. Il progetto fu in larga parte un fallimento: il canale e il suo argine (*intestadura*) non erano idonei a deviare bruscamente enormi flussi d'acqua, e invece interferivano con lo scolo delle acque meteoriche dalla terraferma come pure con il traffico fluviale da e verso la terraferma stessa.

Un progetto migliore e su scala più vasta fu ideato nella seconda metà del XV secolo da Marco Corner, uno dei Savi alle Acque. Nel 1488 venne approvata la diversione completa della Brenta verso la zona di Chioggia; i lavori ebbero inizio all'inizio del Cinquecento. Il nuovo canale intercettava anche l'acqua del Bacchiglione e diede ai due fiumi una nuova foce a Conche. Tuttavia ora il sedimento ostruiva il porto di Chioggia, così che il passo successivo fu quello di volgerli ancora più a sud lungo il margine della laguna, fino a Brondolo e al mare. Il progetto promosso da Corner era sostenuto dal proto dei Savi alle Acque, Cristoforo Sabbadino ("il Moretto", 1489-1560), ma contrastato dal Savio Alvise Corner (1484-1566), che propagandava per investitori privati e per lo Stato una politica di lungo periodo volta a sviluppare l'agricoltura nei Domini recentemente acquisiti in terraferma, e sosteneva la bonifica delle zone soggette a interrimenti. La posizione di Sabbadino prevalse nelle deliberazioni che seguirono, e il piano di diversione si estese ad altri apporti di acqua dolce e sedimenti nella laguna.

Così nel 1507, nonostante la guerra in corso contro la Lega, il Marzenego venne deviato a nord verso Treporti. Nel 1531 e di nuovo nel 1610 un canale detto Brenta Novissima fu scavato da Mira a Brondolo, raccogliendo acque residue a valle del precedente taglio della Brenta e convogliandole alla bocca di Brondolo. Il Novissimo fu più tardi esteso a nord per intercettare la maggior parte degli apporti di alcuni corsi d'acqua minori. Nel 1683 il basso corso del Sile fu deviato nel vecchio alveo della Piave, con foce all'estremità sud della duna di Cortellazzo, e la Piave ebbe un nuovo corso e una nuova foce direttamente in mare all'estremità nord della stessa.

Anche a monte della laguna il corso dei fiumi, soprattutto Brenta e Bacchiglione, ricevette infrastrutture (chiuse, vie alzaie...) volte a favorire il traffico fluviale di persone e merci da e verso la Terraferma.

L'inconveniente era che qualora i nuovi canali non riuscivano a contenere le piene, queste traboccavano nelle campagne alle spalle della laguna. Le lamentele presentate dalla popolazione furono prese in considerazione dai Provveditori ai Beni inculti, che promossero lavori di bonifica drenando le acque in eccesso in una rete di canali

e fossi di scolo e irrigazione. Nel XVIII secolo, il costo dei lavori era spesso sostenuto in parte dallo Stato e in parte da consorzi obbligatori tra i titolari dei fondi interessati dai miglioramenti.

Un ultimo vasto intervento fu la costruzione di dighe in scogliera alla rinfusa, i cosiddetti Murazzi, per prevenire l'erosione dei lidi. Il progetto fu steso nel 1716 da Vincenzo Coronelli (1650-1718) e realizzato a cura del proto Bernardino Zendrini (1679-1747) tra il 1744 e il 1782.

### **Sources / Fonti**

*Antichi scrittori d'idraulica veneta*, 1, Marco Cornaro (1442-1464): *scritture sulla laguna*, a cura di Giuseppe Pavanello, 1919; 2/1, *Discorsi sopra la laguna di Cristoforo Sabbadino*, a cura di Roberto Cessi, 1930; 2/2, *Discorsi sopra la laguna di Alvise Cornaro e Cristoforo Sabbadino*, a cura di Roberto Cessi, 1941; 3, *La difesa idraulica della laguna veneta nel sec. XVI: relazioni dei periti*, a cura di Roberto Cessi e Niccolò Spada, 1952; 4, *Andrea Marini: Discorsi*, 1923, Venezia: Magistrato alle Acque di Venezia 1919-52, ristampa 1987

### **Essential bibliography / Bibliografia essenziale**

SUSANNA GRILLO, *Venezia, le difese a mare. Profilo architettonico delle opere di difesa idraulica nei litorali di Venezia*, Venezia: Arsenale, 1989

SILVANO AVANZI, *Il regime giuridico della laguna di Venezia. Dalla storia all'attualità*, Venezia: Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, 1993

GIOVANNI CANIATO, *Il controllo delle acque*, in AA.VV., *Storia di Venezia*, 7, *La Venezia barocca*, a cura di Gino Benzoni e Gaetano Cozzi, Roma: Istituto dell'Enciclopedia italiana, 1997, pagg. 479-508

ELISABETH CROUZET-PAVAN, *Toward an ecological understanding of the myth of Venice*, in AA.VV., *Venice reconsidered. The history and civilization of an Italian city-state, 1297-1797*, a cura di John Martin e Dennis Romano, Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 2000, pagg. 39-66

LUIGI D'ALPAOS, *L'evoluzione morfologica della laguna di Venezia attraverso la lettura di alcune mappe storiche e delle sue carte idrografiche*, Venezia: Comune di Venezia, 2021

ID., *Fatti e misfatti di idraulica lagunare. La laguna di Venezia dalla diversione dei fiumi alle nuove opere alle bocche di porto*, Venezia: Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, 2010