



CITTA' DI VENEZIA

Assessorato Ambiente - Osservatorio Naturalistico della Laguna

Centro Studi Riviera del Brenta

In collaborazione con:

Coop. Hyla – CAI – Uff. Educazione Ambientale – Istituzione Parco Laguna



Corso didattico formativo

LA LAGUNA DI VENEZIA: **genesi, evoluzione, naturalità e salvaguardia**

- Anno 2008/2009 -

LA LAGUNA DI VENEZIA: GENESI ED EVOLUZIONE

Ugo Scortegagna (Geologo-Naturalista)

“Una laguna è uno specchio costiero d’acqua salmastra separata dal mare da lidi sabbiosi, ma comunicante con esso attraverso bocche così che le maree assicurino un ricambio delle acqua lagunari”

L’ambiente lagunare è un tipo di paesaggio tra i più effimeri nel tempo geologico. L’età della Terra è stata fissata dal mondo scientifico a 4.750 milioni di anni fa, la Laguna di Venezia (così come tutte quelle dell’alto Adriatico) ha un’età di solo 6.000 anni.

Se rappresentiamo l’età della Terra con una corda di 4.750 m, gli anni della laguna vengono racchiusi negli ultimi 6 mm (1 mm=1000 anni).

Una laguna si forma, come raffigurato dal disegno di Trevisan, fondamentalmente dall’opposizione di due elementi: i processi continentali e i processi marini, che con diversa intensità e in modo diacronico creano questo tipo di ambiente.

Gli elementi continentali sono individuati dai fiumi, essenzialmente alpini, particolarmente numerosi nel nord-est d’Italia; con il loro fluire dai monti al mare, trasportano un gran quantità di sedimenti che man mano che si avvicinano al bacino marino diminuiscono di granulometria passando dalle ghiaie (tipiche dell’alta pianura) alle sabbie, ai limi e alle argille.

Gli elementi marini, sono individuati dalle correnti del mare; queste vengono generate dai venti preponderanti che nell’alto Adriatico sono di due tipi, la bora da nord/est e lo scirocco da sud/ovest.

L’interazione di questi elementi predispone alla formazione di ambienti lagunari.



Tratto da “Della laguna di Venezia”
trattato di Bernardo Trevisan (1652-1720)

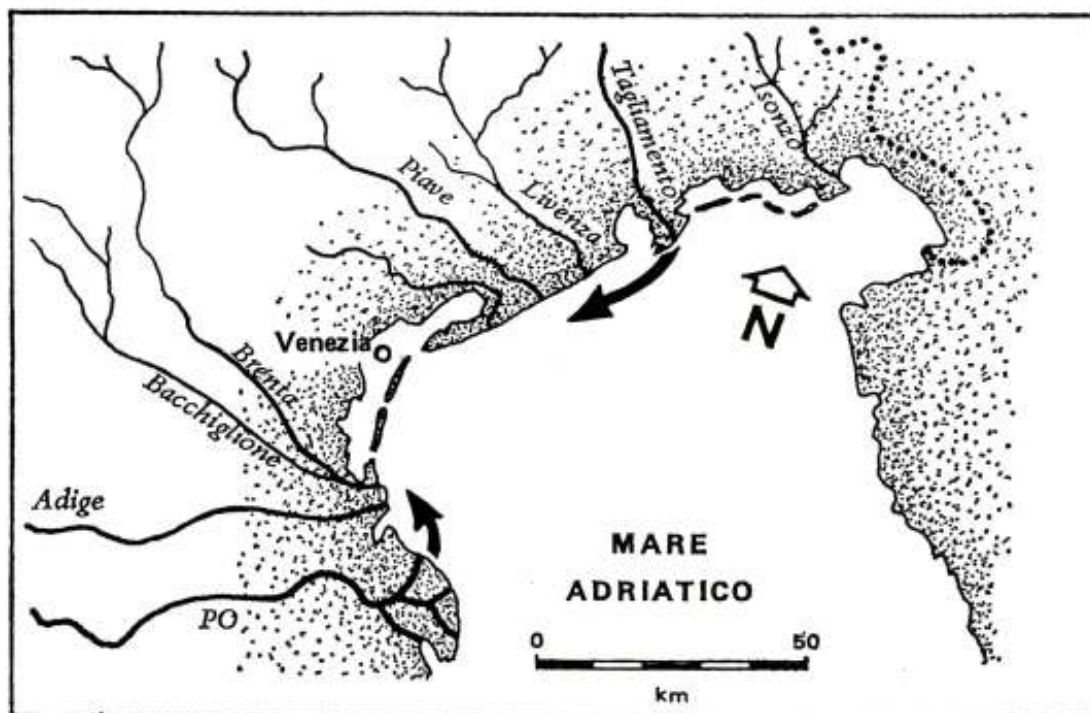
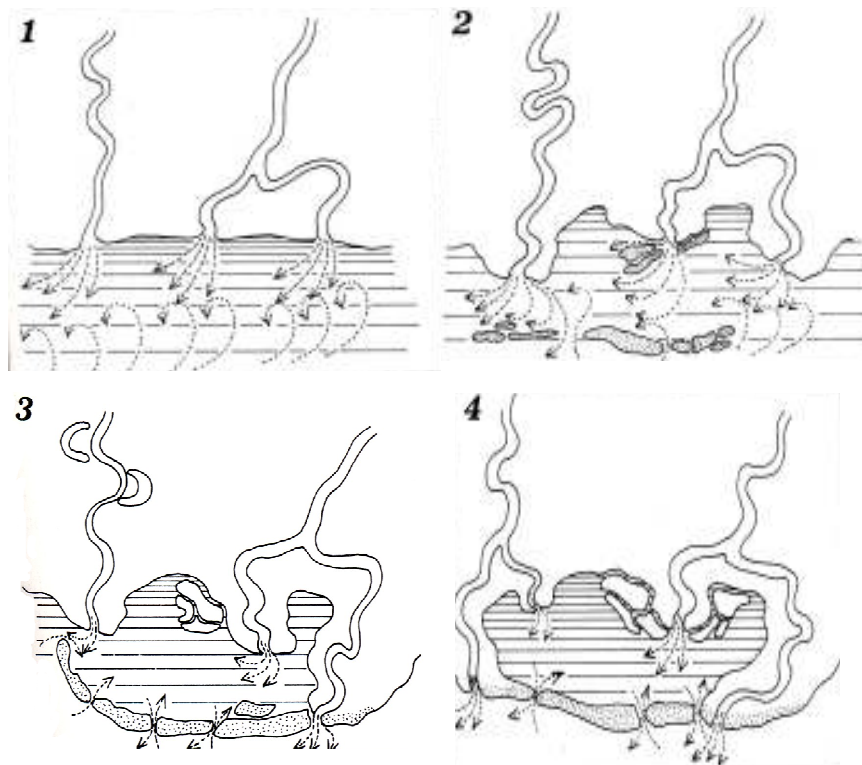


FIG. 1 - Il settore costiero dell'alto Adriatico e i maggiori tributari fluviali triveneti.

Universita' di Padova - Dipartimento di Geografia

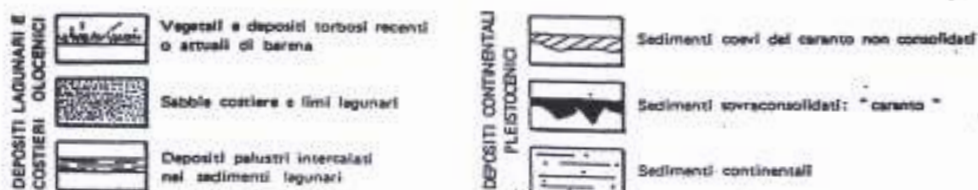
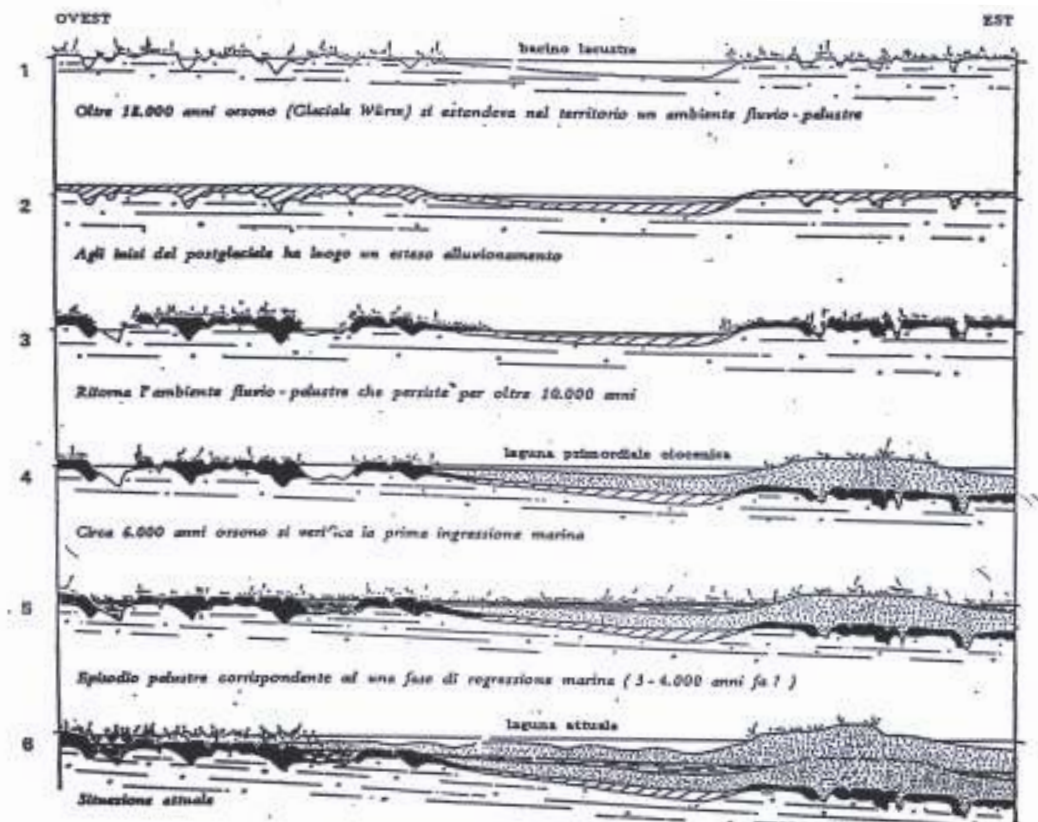
Cenni sull'evoluzione del paesaggio lagunare.

Tutto parte dall'ultima glaciazione, la würmiana, che ha avuto la sua massima espansione circa 20.000 anni fa. Da allora inizia il periodo postglaciale. Il livello medio del mare, al culmine dell'espansione glaciale di wurm, era più basso dai 65 ai 110 m rispetto al livello attuale.

La linea di costa era attestata all'altezza di Ancona/Pesaro e nel postglaciale cominciò ad avanzare progressivamente verso nord, sommergendo quella che per millenni era stata una grande piana fluviale e che attualmente occupa il bacino dell'Adriatico settentrionale.



Disposizione delle terre emerse e dei mari nel Pliocene (a sin.) e durante la regressione marina pleistocenica (a destra).
Rovimo. Archivio Raffaele Peretto.



Evoluzione paleogeografica della zona lagunare (da GATTO P., PREVIATELLO P., 1974).

Prima fase – Circa 18.000 anni fa, vige in quest’area un dominio fluvio-palustre subsidente, con una superficie morfologica incisa da canali e addolcita da acquitrini e bacini poco profondi.

Seconda fase – Con la successiva fase alluvionale pleistocenica, la deposizione di una spessa coltre limosa e argillosa colma le accidentalità morfologiche e livella il territorio. I materiali fluviali sedimentano soprattutto nelle zone depresse (bacini lacustri) che, associati ad altri depositi, restano esclusi dal successivo processo di sovraconsolidazione per essiccamento cui furono coinvolti i suoli delle aree emerse.

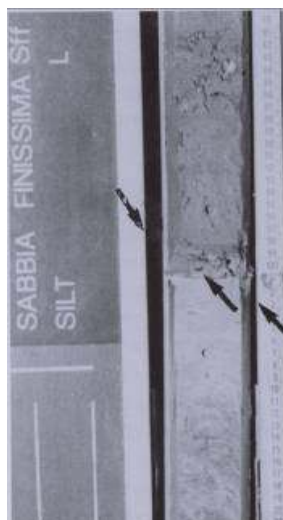
Terza fase – La situazione morfologica si stabilizza per molti millenni, durante i quali i terreni emersi, e soprattutto le più recenti alluvioni, sono assoggettati ad un prolungato essiccamento con ossidazione e consolidamento dei materiali. In questo periodo si forma quell’argilla sovraconsolidata che è conosciuta con il termine: “*caranto*”. Livello molto resistente su cui poggiano e si sostengono gli edifici della città di Venezia.

Questo livello di *caranto* rappresenta il limite di separazione tra il Pleistocene e l’Olocene, datato a 10.000 anni fa.

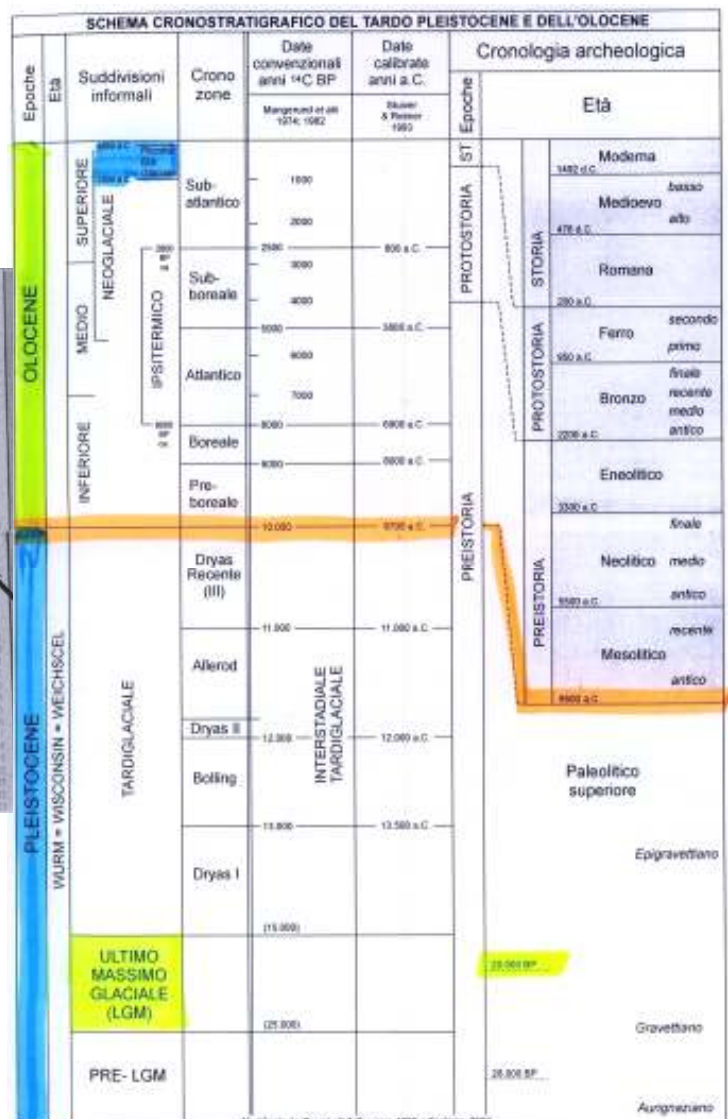
Quarta fase – Intorno a 6.000-7.000 anni fa il territorio lagunare è raggiunto dall’ingressione marina olocenica; i paleosuoli pleistocenici vengono così sommersi e ricoperti da sedimenti litoranei o lagunari. La linea di spiaggia giunge sulla posizione degli attuali lidi, le acque marine, attraverso le aperture delle foci fluviali, si diffondono nel retrostante bacino palustre, creando una primordiale laguna. Nascono così la laguna di Venezia e le lagune dell’area del nord Adriatico da Grado a Ravenna.

Della laguna esiste “l’estratto” dell’atto di nascita rappresentato da una “carota” ricavata da un sondaggio effettuato dal CNR veneziano (Istituto Grandi Masse). Una terebrazione effettuata nel 1971, all’estremità meridionale dell’isola del Tronchetto, spinta fino a 950 m.

Fino a 9 metri di profondità dall’attuale piano campagna, l’ambiente risulta ancora schiettamente lagunare, caratterizzato dalla presenza di particolari foraminiferi (protozoi costituiti da una cellula contenuta in un guscio). A 9 m di profondità si riscontra una brusca transizione verso sedimenti di origine continentale, caratterizzati dalla presenza di resti vegetali che si mantiene fino a 63 metri di profondità. Questo livello di transizione rappresenta



Fonte: CNR - VENEZIA



appunto l'“estratto dell'atto di nascita” della laguna di Venezia.

Quinta fase – Tra i 4.000 e 3.000 anni fa si verifica una temporanea inversione evolutiva che porta la linea di spiaggia ad avanzare di qualche chilometro verso est (fino agli attuali “beach rocks”) ,formazioni arenacee cementate, che identificherebbero una antica linea di spiaggia risalente a circa 4.000 anni fa e riconosciuta al largo della costa veneta (BRAGA G., STEFANON A., 1969).

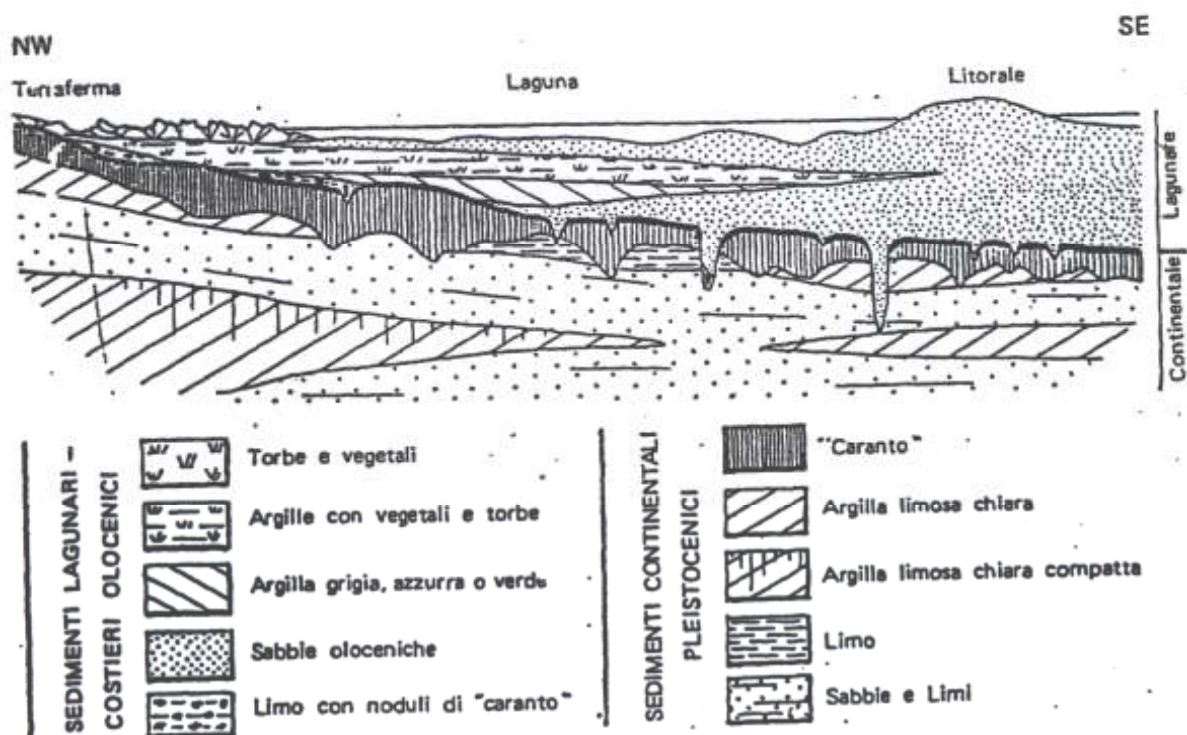
Sesta fase (attuale) – Il successivo stadio evolutivo riporta il mare verso occidente con un parallelo arretramento della linea di costa ai livelli attuali

Genesi del caranto

Il *caranto* viene definito come argilla limosa sovra consolidata. Un livello litologico argilloso-limoso e in parte anche sabbioso, dello spessore medio di 1-2 m, molto compatto di color grigio chiaro su cui spiccano delle fiammature ocracee. Spesso sono presenti e inclusi noduli calcarei: essi sono il risultato del processo di lisciviazione determinato dalle acque piovane su carbonati presenti nei materiali costituenti la parte superficiale di questi paleo suoli.

Il caranto rappresenta l'ultimo deposito di origine continentale alluvionale prima della trasgressione olocenica e segna il limite tra i sedimenti continentali pleistocenici e quelli lagunari olocenici. Dopo tale deposizione, durante il lungo periodo di emersione che seguì (durato circa 10.000 anni), il caranto subì un lungo processo di essiccamento e consolidazione. L'ingressione marina di circa 6.000 anni fa diede l'avvio al nuovo ciclo deposizionale olocenico ed è in questo momento che si forma l'ambiente lagunare in tutto l'arco nord occidentale dell'alto Adriatico.

Analizzando la figura, dove vengono evidenziati i rapporti stratigrafici, si osserva il livello del *caranto*, importante e fondamentale per il sostenimento della città di Venezia. Se non ci fosse questo basamento, dove sono appoggiati i pali che sostengono le edificazioni, Venezia non avrebbe nessuna possibilità di rimanere “a galla”. Esso tende ad affiorare in terraferma e si approfondisce gradualmente verso i litorali; si notino al di sopra *caranto* i materiali argilloso-torbosi ed i più superficiali depositi organici che testimoniano l'ambiente lagunare instauratosi durante la trasgressione olocenica e tuttora presente.



Cenni sulla subsidenza

Quando si parla di subsidenza si intende quel fenomeno di abbassamento del suolo, in genere connesso a cause naturali, che si può localmente aggravare per l'intervento dell'uomo.

Le cause di subsidenza naturale che interessano, sia pure con contributo minimo, il comprensorio veneziano sono: il progressivo consolidamento per assestamento dei sedimenti quaternari sotto l'azione del proprio peso (carico geostatico) e, in misura minore, i movimenti tettonici profondi (abbassamento del substrato prequaternario).

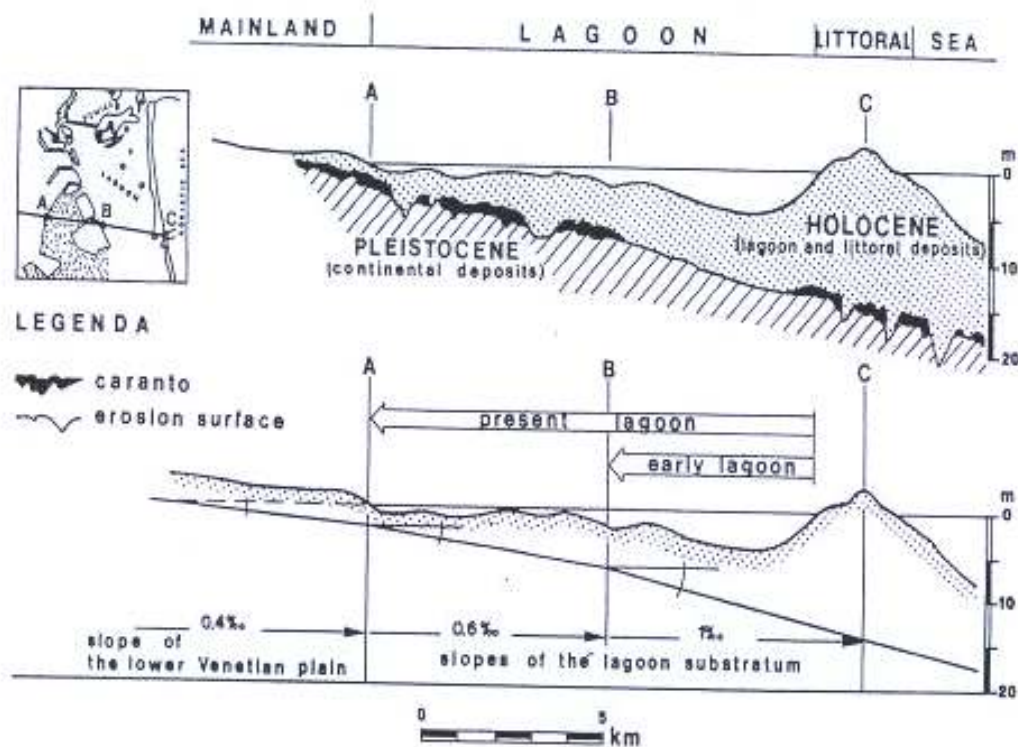
Tra le diverse cause di subsidenza antropica (legata all'azione dell'uomo sul territorio), quella che interessa il territorio in esame è soprattutto riferibile alla *depressurizzazione degli acquiferi* per estrazione eccessiva di acque artesiane. Localmente infatti in presenza di suoli organici e di argille con scadenti proprietà meccaniche, i terreni sono suscettibili di maggiore compattazione, e quindi di subsidenza più elevata.

La stima di una subsidenza media per la Valle Padana orientale dell'ordine di 1-2 mm/anno per gli ultimi 20.000 anni è un valore orientativo, accennato dagli esperti, frutto di una estrapolazione ai giorni nostri di valutazioni diverse.

Studi recenti sembrano però dimostrare che nell'area veneziana vi sia stata negli ultimi secoli, rispetto ai periodi precedenti, una subsidenza naturale di minor rilievo compresa tra 0,4 e 1 mm/anno (CARBOGNIN L. *et al.*, 2005) e, trattandosi di un processo naturale, l'abbassamento spontaneo dei terreni è tuttora in atto.

La subsidenza antropica è stata registrata soprattutto nel periodo 1950/51-1967/70 (andando dal massimo di 7-9 mm/anno di Chioggia al minimo di 1,5 mm/anno di Mogliano – dati CNR), mentre dalle più recenti rilevazioni del 1986, gli abbassamenti risultano decisamente diminuiti e sembrano addirittura rientrare nei valori di subsidenza naturale.

Il processo di subsidenza è strettamente associato al fenomeno dell'eustatismo, cioè

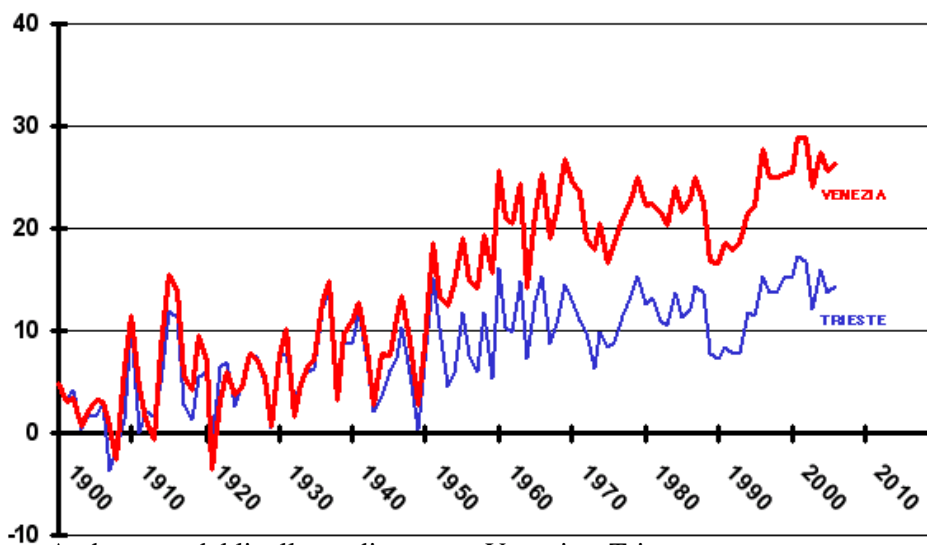


La subsidenza naturale nella laguna differenziata dall'orizzonte guida "caranto" (da Gatto e Carbognin, 1981).

dell'innalzamento del livello medio del mare dovuto alle variazioni climatiche del globo. La risalita eustatica a Venezia, dagli inizi del secolo scorso agli anni '70, è stata di 9 cm, mentre dal 1970 ad oggi l'aumento, osservato anche a Trieste e quindi indipendente da subsidenza locale, è stato di circa 5 cm.

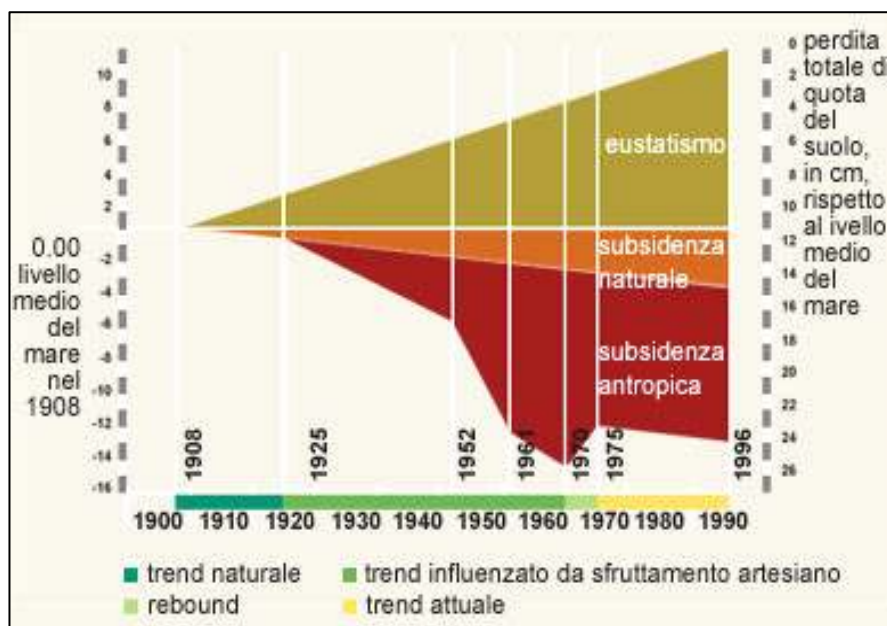
Entrambi questi fenomeni geologici hanno contribuito a far variare nel tempo il livello medio del mare, che attualmente è circa 25 cm più alto di quello del 1897.

Il grafico sottostante rappresenta la variazione del livello del mare a Venezia e a Trieste. Fino agli anni '40 le curve erano coincidenti, dal 1930 si evidenzia una crescita anomala del mare a Venezia corrispondente alla subsidenza antropica.



Andamento del livello medio mare a Venezia e Trieste.

Dati di Trieste da ISMAR-CNR di Trieste. Dati di Venezia: 1890-1922 da fonti varie; 1923-1982 archivio Apat; 1983-2005 archivio ICPSM.



Rappresentazione schematica dei tre fattori responsabili della perdita altimetrica del veneziano. (da Consorzio Venezia Nuova)

L'evoluzione storica della Laguna di Venezia (a cura di Sandra Primon)

Gli antichi abitanti di Venezia erano ben consapevoli del fatto che la salvaguardia e la sopravvivenza della loro città dipendevano dalla integrità del territorio circostante. Per garantire l'equilibrio lagunare i veneziani non hanno esitato a effettuare interventi imponenti come la deviazione dei principali fiumi sfocianti in laguna o la costruzione di una protezione rigida, i "Murazzi", lungo tutto il litorale da Chioggia al Cavallino. Tutti questi interventi vennero effettuati principalmente tra il '500 e l'900 e la laguna passò così, già in quel periodo, da un regime di prevalente interrimento a un regime di prevalente erosione (BASCHIERI, 1996).

Durante il XIX secolo furono, invece, rilevanti gli interventi antropici effettuati allo scopo di valorizzare la funzione portuale e commerciale di Venezia e della laguna stessa (FAVERO *et al.*, 1988). Attorno al 1840 iniziarono i lavori per la costruzione di una diga tra gli Alberoni e il Canale Rocchetta fino all'imboccatura del canale portuale di Malamocco; la bocca di porto fu inoltre munita di moli foranei con l'intento di incanalare le correnti di marea e di approfondire il canale di accesso. I lavori terminarono nel 1865 e il risultato fu così soddisfacente che poco tempo dopo (1872) iniziò la sistemazione della bocca di porto del Lido facendo convogliare le acque provenienti da San Nicolò di Lido, Sant'Erasmo e Treporti in una unica bocca portuale mediante la costruzione delle due dighe. Gli scanni sabbiosi che ostruivano i due più importanti accessi alla laguna vennero demoliti e i canali portuali raggiunsero spontaneamente la profondità di 9-10 m (Malamocco) e di 7-8 m (Lido) (CAVAZZONI, 1995).

Nel 1841 iniziò la costruzione del Ponte Ferroviario Translagunare e nel 1869 il centro marittimo commerciale venne spostato dal bacino di San Marco alla zona di Santa Marta, adiacente al terminale ferroviario; a seguito di questi interventi numerosi canali naturali di Venezia furono interrati e trasformati in strade (FAVERO *et al.*, 1988).

L'adeguamento delle vie di comunicazione alle nuove esigenze continuò durante tutto il secolo scorso: a lato del Ponte Ferroviario si affiancò il Ponte Automobilistico (1931); il terminale di Piazzale Roma venne ampliato con la costruzione dell'Isola del Tronchetto (1958) e il Ponte Ferroviario venne raddoppiato a seguito dell'interramento delle barene di San Giuliano (1957); contemporaneamente sulla barena di Tesserà venne costruito l'Aeroporto "Marco Polo". Nel bacino meridionale la Valle di Brenta venne isolata dal mare per la costruzione di una bretella, poggiante per la massima parte su un terrapieno, che tuttora congiunge la s.s. Romea a Chioggia; precedentemente (1911) era stato modificato anche l'accesso al porto di Chioggia mediante la costruzione dei moli foranei. Intorno agli anni Venti il canale portuale di Lido venne approfondito artificialmente per consentire il passaggio a navi di stazza sempre maggiore e, inoltre, per accedere alla zona portuale venne approfondito anche il Canale della Giudecca.

Nel 1919 iniziarono i lavori per la creazione del Porto Industriale di Marghera: da quel momento fino al 1930 furono costruiti la I Zona Industriale, il porto e il Canale Navigabile Vittorio Emanuele III, profondo 10 m, che congiungeva Marghera alla Giudecca. Negli anni Cinquanta sorse la II Zona Industriale; successivamente (1960-1970) venne scavato il Canale Malamocco-Marghera (chiamato anche "Canale dei Petroli") e vennero costruiti il terminal petrolifero di San Leonardo e le casse di colmata per la III Zona Industriale che non fu, però, mai realizzata. Per la prima zona industriale vennero sottratti alla laguna circa 500 ettari, mentre per la seconda e terza zona vennero costruite tre nuove casse di colmata, per un totale di 1700 ettari, che furono riempite con il fango proveniente dallo scavo del "Canale dei Petroli", profondo 12 m (CAVAZZONI, 1995).

Molto importanti per l'evoluzione della morfologia lagunare risultarono anche gli interrimenti effettuati a scopo di bonifica agraria (come ad esempio la zona della Bonifica Delta Brenta) che sottrassero all'espansione delle maree circa 4000 ettari di laguna. A questi si devono aggiungere le aree occupate dalle valli da pesca (circa 8500 ettari), attualmente tutte arginate, e le aree interrate per le espansioni urbane e per le sacche di discarica (circa 7-8000 ettari).

L'insieme di tutti questi interventi ha innescato nell'ambito lagunare un importante processo di erosione che iniziando dalle bocche di porto si è propagato lentamente verso l'interno.

CAVAZZONI (1995), dal confronto di tre rilievi cartografici eseguiti dal Genio Civile di Venezia (1987-1901) e dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque (1922-33 e 1968-70), precisa che le variazioni morfologiche avvenute nella laguna di Venezia a partire dall'inizio del secolo scorso fino al 1970 sono essenzialmente di due tipi:

- a) il livellamento dei fondali e la cancellazione della rete idrografica sommersa nella laguna centrale;
- b) il rimaneggiamento o la scomparsa delle barene nelle zone più interne del bacino nord di Lido e in quello di Chioggia accompagnati da fenomeni erosivi alle bocche di porto e lungo i canali principali.



L'evoluzione morfologica nel ventennio dal 1970 al 1990

di P. Baschieri (da *Cenni generali sulla morfologia lagunare* estratto da *“La laguna di Venezia un patrimonio da scoprire”*, 1996)

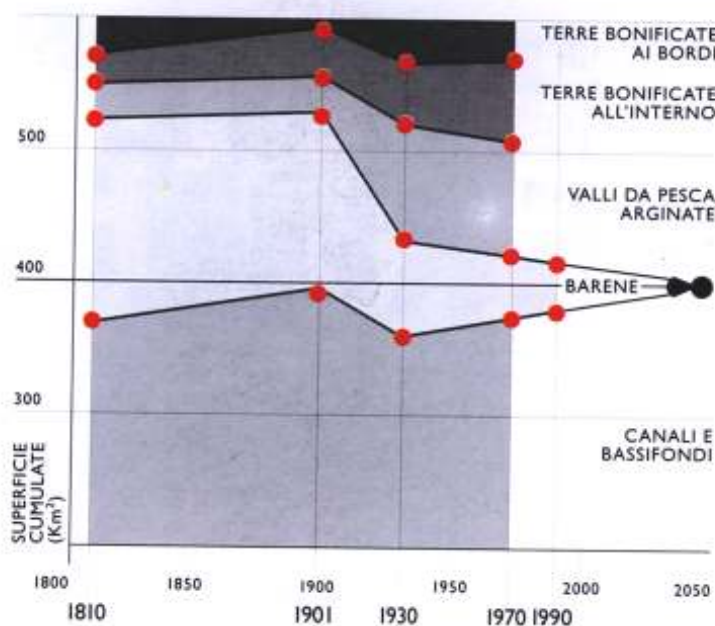
Nel 1970 è stato aperto il “Canale dei Petroli” e nello stesso anno è stato completato dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque, il rilievo della batimetria lagunare (quello sul quale è stata realizzata la Carta Tecnica Regionale 1:5000 della laguna). Il Servizio Informativo, su disposizione del Magistrato alle Acque, ha poi provveduto all'aggiornamento della batimetria ai giorni nostri mediante una indagine cartografica che è consistita in:

- realizzazione di una ortofotocarta muta in scala 1:5000;
- restituzione aerofotogrammetrica delle zone barenose;
- rilievo diretto, mediante natanti ed ecoscandaglio, delle aree restanti della laguna.

È sulla base di questi due rilievi, che denominiamo “del '70” e “del '90”, che è stato condotto uno studio col computer delle differenze di quota riscontrate. È stata cioè realizzata una “Carta delle differenze di quota”.

I risultati delle elaborazioni eseguite si prestano a molte interpretazioni, tutte di grande interesse. Risulta incontrovertibile, per cominciare, che in questo ultimo ventennio la laguna ha subito delle vistose modificazioni per processi che sono ancora in atto. Da un punto di vista globale, risulta che la laguna ha perso circa 25 milioni di m³ di materiale - che è stato portato al mare - per cui il suo volume di invaso aumenta di circa un milione di m³ per anno. Se però si esamina il fenomeno più in particolare, risulta che il materiale totale messo in movimento è, nel ventennio, di oltre 88 milioni di m³, dei quali ben 63 milioni vengono ridepositati in fondali più profondi.

Da questi dati emerge chiaramente il processo di appiattimento, oltre che di erosione, cui la laguna è sottoposta: i bassifondi si approfondiscono e i canali si interrisono. Si noti che lo strato più eroso è quello dei bassifondi più profondi (da -0,80 a -1,80 m) e questo fatto può far pensare all'instaurarsi di un ciclo perverso: se la causa prima dell'erosione sono le onde da vento (che sono tanto maggiori quanto maggiore è la profondità) è logico che il basso fondo diventi più erodibile, man mano che si approfondisce. Sostanzialmente non si è molto lontani dal vero se si conclude che, attualmente, i bassifondi della laguna perdono annualmente circa tre milioni di metri cubi, due dei quali vengono ridepositati nei canali e uno viene asportato definitivamente fino al mare (...).



SUPERFICIE DELLE BARENE

1901	90 kmq
1925	72 kmq
1995	47 kmq

Da Consorzio Venezia Nuova

Riferimenti bibliografici

Baschieri P. (1996). Cenni generali sulla morfologia lagunare. In: "La laguna di Venezia: un patrimonio da riscoprire". FORUM della Laguna. Venezia, Filippi Ed., pagg. 58-64.

Carbognin L., Teatini P., Tosi L. (2005). Land subsidence in the venetian area: known and recent aspects. *Giornale di Geologia Applicata*, 1: 5-11.

Cavazzoni S. (1995). La Laguna: origine ed evoluzione. In G. Caniato, E. Turri e M. Zanetti (eds.) *La laguna di Venezia*, Verona: UNESCO, Cierre Ed., pp. 41-67 .

Gatto P.,E Carbognin L. (1981). The lagoon of Venice: natural environmental trend and man-induced modification. *Hydrol. Sci. B.*, 26(4): 379-391.

Gatto P., Previatello P. (1974). Significato stratigrafico, comportamento meccanico e distribuzione nella laguna di Venezia di un'argilla sovraconsolidata nota come "caranto". *Rapporto Tecnico 70*, CNR, Istituto per lo Studio della Dinamica Grandi Masse, Venezia, 45 pp.

Favero V., Parolini R., Scattolin M. (1988). *Morfologia storica della Laguna di Venezia*. Arsenale Editrice (Venezia) 89 pp.