

GORTANIA - Atti Museo Friul. Storia Nat.	14 ('92)	19-42	Udine, 31.VII.1993	ISSN: 0391-5859
--	----------	-------	--------------------	-----------------

F. GATTO, R. MAROCCO

CARATTERI MORFOLOGICI ED ANTROPICI DELLA LAGUNA DI GRADO
(ALTO ADRIATICO)*

*GEOMORPHOLOGIC AND ANTHROPIC FEATURES OF GRADO LAGOON
(NORTHERN ADRIATIC SEA)*

Riassunto breve - Viene presentato uno studio sui caratteri morfologici ed antropici della Laguna di Grado, eseguito sulla base di rilievi aerofotogrammetrici (giugno 1984 e maggio 1990) e controlli puntuali sul terreno. L'articolato e complesso spazio lagunare è stato restituito in una carta geomorfologica (scala 1:25000) nella quale si sono distinte quattro unità morfo-sedimentologiche definite dai seguenti gruppi di forme e depositi legati ad uno stesso processo morfogenetico: 1) forme e depositi "ereditati" dalla precedente piana alluvionale; 2) forme e depositi lagunari; 3) forme e depositi litorali; 4) forme connesse ad interventi antropici.

Parole chiave: Carta geomorfologica, Laguna, Alto Adriatico.

Abstract - *A study on geomorphologic and anthropic features of Grado Lagoon, carried out by means of aerophotogrammetry (June 1984 and May 1990) and survey on the field is presented. The articulated and complex lagoonal area was represented in a geomorphological map (scale 1:25000) showing four main units defined by the following groups of forms and deposits linked by the same morphogenetic process: 1) forms and deposits of ancient alluvional plain, 2) lagoon forms and deposits, 3) littoral forms and deposits, 4) forms connected with human activity.*

Key words: *Geomorphological map, Lagoon, Northern Adriatic Sea.*

Introduzione

In questi ultimi anni si assiste ad un risveglio di interesse per quanto concerne gli studi degli ambienti paralici in generale e lagunari in particolare, determinato sostanzialmente da una rivalutazione dell'importanza che questi ambienti assumono in sè e nel contesto dei sistemi limitrofi e segnatamente di quello marino. Non sono disgiunte a questa, esigenze di pianificazione e gestione del territorio, che si rendono drammaticamente necessarie, nei luoghi dove l'incontrollata espansione urbanistica e lo sviluppo delle infrastrutture, hanno sconvolto il delicato equilibrio tra l'uomo e l'ambiente.

* Lavoro eseguito con i contributi M.U.R.S.T. 60 % (Programma - Geomorfologia ed evoluzione del Friuli-Venezia Giulia diretto da F. Vaia) e del Progetto Strategico C.N.R. "Sistema Lagunare Veneziano".

Se consideriamo l'Alto Adriatico, dove la tradizione allo studio dell'ambiente lagunare è più radicata, ci rendiamo conto che moltissime delle conoscenze fino ad ora acquisite, sono frutto di numerose ricerche a carattere episodico che vertono su tematiche estremamente differenziate. Ciò vale per la Laguna di Venezia, dove oggi si cerca attraverso un'organizzazione della ricerca di fornire delle risposte almeno ad alcuni dei quesiti, che l'attualità drammaticamente impone. Ma vale anche per le altre lagune meno note dell'Alto Adriatico le quali, naturalmente o per scelte umane seguono, a volte con buon ritardo, le vicende evolutive della più celebre laguna.

Rimanendo nel campo più strettamente geologico e focalizzando la nostra attenzione sulla Laguna di Grado, la più recente ed orientale delle lagune del "sistema lagunare veneziano", si ritiene che manchi a tutt'oggi una dettagliata analisi sulla genesi dei depositi e delle morfologie lagunari che può essere considerata basilare per ogni possibile sviluppo della ricerca.

Come d'altra parte non sono stati messi sufficientemente in rilievo le analogie o differenze morfologiche e idraulico - sedimentologiche esistenti nel complesso lagunare veneto - friulano. Inoltre, non emergono con chiarezza tutti i condizionamenti umani sul territorio e i loro effetti in termini di stabilità del sistema. In considerazione di queste esigenze si sono promosse una serie di ricerche puntuali miranti ad una miglior definizione del sistema lagunare. Queste ricerche hanno come obiettivo principale:

- la definizione della varietà di tipologie morfologiche del sistema lagunare e la loro modificabilità nel tempo;
- l'analisi delle canalizzazioni lagunari ed in particolare della morfometria degli alvei e dei meandri;
- il confronto tra canalizzazioni lagunari e quelle dei fiumi meandriiformi.

Nella presente nota, viene compendiato il primo punto di questa linea di ricerca, mentre per i rimanenti si rimanda ad un ulteriore lavoro (GATTO & MAROCCO, in stampa).

Cenni sulla Laguna di Grado⁽¹⁾

La Laguna di Grado occupa la parte più orientale del sistema lagunare di Marano - Grado, che a sua volta è posto al margine orientale del "sistema lagunare veneziano". Essa si sviluppa su una superficie di 76 Km² circa, gran parte della quale è caratterizzata da fondali di esigua batimetria (minore di un metro) emergenti in bassa marea. Idraulicamente viene suddivisa in quattro bacini (da Est ad Ovest: Primero, Grado, Morgo e Buso, fig 1)

(1) Per una dettagliata descrizione dell'area si rimanda ai lavori precedenti e soprattutto a DORIGO L., 1965; BRAMBATI A., 1969; MAROCCO R., 1989 e GATTO F. & MAROCCO R., in stampa.

alimentati da omonime bocche lagunari. In termini di origine ed evoluzione del sistema, la Laguna di Grado è la più recente del complesso lagunare del Golfo di Venezia. Circa 4500 anni fa, la laguna, ovvero la superficie destinata a divenire tale, era una piana alluvionale solcata dai fiumi del sistema isontino (principalmente Torre, Natisone e Isonzo), mentre nei settori più occidentali (Marano, Caorle e Venezia) gli ambienti deltizi e lagunari si erano già formati (MAROCCO, 1989). Circa 1200 anni fa, in seguito ad una migrazione verso Est della foce del F. Isonzo (o Paleoisozzo) e il conseguente trascinarsi in questa direzione degli altri fiumi, l'area occidentale di Grado cominciò ad assumere le condizioni tipiche di un sistema lagunare, mentre nell'area orientale si andava progressivamente sviluppando un apparato deltizio probabilmente digitato. Solo recentemente dopo un'ennesima diversione verso Est dell'Isonzo (documentata dalla cartografia storica a cavallo tra il IX ed il XVIII Sec.) il territorio si trasformò in un ambiente lagunare. Non si conoscono con precisione le cause delle diversioni fluviali che hanno innescato il processo di ingressione del mare e la formazione delle lagune. L'ipotesi ad oggi più plausibile spiega le deviazioni delle aste terminali dei fiumi come il risultato di ricorrenti basculamenti della bassa pianura e del mare antistante con conseguente modificazione del gradiente di pendenza. Di certo i caratteri morfologici della laguna testimoniano una giovane età corrispondente ad un primo stadio evolutivo del sistema lagunare, stadio questo non riscontrabile nelle altre lagune se non in alcuni tratti della Laguna di Venezia (area orientale), che hanno subito analoghe vicissitudini, determinate però dall'uomo (deviazione della foce del F. Piave).

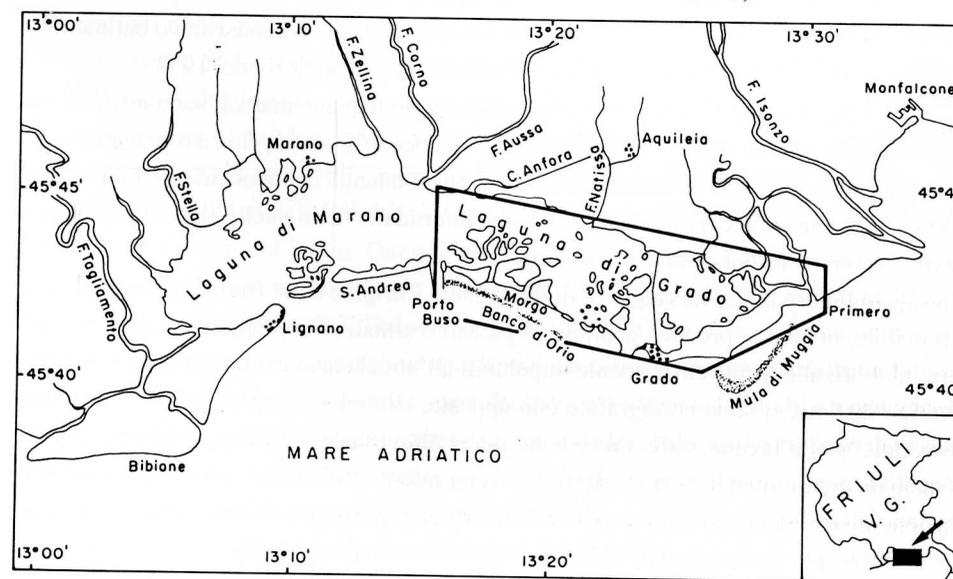


Fig. 1 - Ubicazione della Laguna di Grado.
- Location of Grado Lagoon.

Criteria adottati per l'esecuzione della Carta Geomorfologica

L'obiettivo che ci si è prefissi con la presente ricerca è quello di definire le entità morfologiche essenziali della fascia costiera comprendente la Laguna di Grado, attraverso l'analisi di foto aeree accompagnata da puntuali rilevamenti sul terreno, e di sintetizzarle in una carta geomorfologica alla scala 1:25000. Una serie di considerazioni (più avanti riportate) ci hanno indotto a non proseguire nel criterio di definire e classificare i diversi caratteri morfologici riscontrati in base alla loro posizione sul livello medio mare o sulle medie alte e basse maree (con la classica distinzione in forme ubicate in aree emerse, intertidali e sommerse) come precedentemente fatto da BRAMBATI (1969) e ripreso ed aggiornato da MAROCCO (1989).

Si è preferito invece seguire in parte l'approccio alla cartografia geomorfologica formulata da CAROBENE & CATANI (1979) che prevede distinzioni operate sulla base di parametri (quali rilievo, colore, forma, ecc.) connessi al metodo d'indagine aerofotogrammetrico. Metodo questo che consente una visione d'insieme sincrona del territorio. A tal fine si sono utilizzate le immagini di più riprese aeree eseguite nel giugno del 1984 (bianco e nero; scala approssimativa 1:36000) e maggio 1990 (colore; scala approssimativa 1:8000). Questa scelta è stata anche dettata dal fatto che esiste una consolidata carenza di rilievi sia topografici che batimetrici e mareografici che non permettono, se non a grandi linee, di individuare le forme ma soprattutto le superfici variabili da giorno a giorno del medio mare e delle medie alte e basse maree. Si ricorda che il più recente rilievo batimetrico della laguna è stato eseguito dal Magistrato delle Acque di Venezia nel 1952.

D'altra parte, se alcune forme come ad esempio le piane mareali sono ovviamente legate e trovano il loro sviluppo nell'ambito dell'escursione di marea, altre e soprattutto quelle in connessione ai processi sedimentari che avvengono lungo il reticolo idrografico, si presentano con una certa continuità sia nelle aree intertidali che in quelle emerse, e pertanto devono essere considerate alla stessa stregua.

C'è inoltre la sentita esigenza di distinguere l'origine delle forme, almeno quando è possibile, in base ai processi geomorfici passati o attuali che le hanno generate. In altri termini, oltre alle forme chiaramente imputabili all'attuale azione litorale e lagunare, che terremo distinte, si sono cartografate con apposita simbologia anche quelle morfologie "ereditate" della laguna, dalla precedente piana alluvionale - deltizia. Il riferimento va principalmente a quegli "alti morfologici" (con quote e sedimenti non compatibili con l'azione mareale) che un tempo sono stati interpretati di origine litorale - eolica, ma come abbiamo più volte ricordato (MAROCCO, 1991a; MAROCCO, 1991b), siamo propensi a ritenerli legati alla sedimentazione fluviale con l'aspetto di veri e propri dossi che dalla piana di Aquileia si prolungano in laguna formando le attuali "isole". Probabilmente la stes-

sa origine è alla base delle depressioni allungate che si riscontrano ai margini interni della laguna e più avanti definite "paludi".

Oltre al puro e semplice criterio morfologico di definizione delle forme che costituiscono l'ambiente lagunare, quando è stato possibile sono stati affiancati a questo altri metodi d'indagine e soprattutto quelli idraulico-sedimentologici testimoniati dai depositi che, sotto certi aspetti meglio definiscono gli spazi lagunari.

Sulla base di queste considerazioni si è optato per una legenda che classifichi le forme ed i depositi in base ai processi geomorfici passati e presenti, eseguendo una distinzione tra quelli naturali e quelli antropici o comunque legati all'azione antropica. Nei processi naturali si sono inoltre differenziati quelli determinati dall'azione litorale, lagunare e fluviale. Si è cercato infine di mantenere, per quanto possibile, la terminologia usata in letteratura ed i toponimi veneti riportati da ALBANI & alii (1984), e più in generale la simbologia proposta da CASTIGLIONI & alii (1986) per la stesura della carta geomorfologica della Pianura Padana.

Forme e depositi "ereditati" dalla precedente piana alluvionale

Sono essenzialmente definite dalla isole, alti morfologici costituiti da sabbie, a volte cementate, con inclusi livelletti di ghiaietto che palesano la loro origine fluviale. Questi caratteri riscontrabili in superficie si mantengono quasi inalterati nel sottosuolo fino a circa 6 m dal p.c. (Isola di Gorgo). Come detto le isole rappresentano la continuazione verso SW e SSW dei dossi che si trovano attualmente alle spalle della Laguna di Grado (Dune di Belvedere - San Marco; MAROCCO, 1991b). Oggi manifestano quote massime di 3.0 m dal l.m.m., ma la cartografia austriaca del 1894 (prima del dissennato asporto di sabbie da parte dei "sabbionanti" istriani; DE GRASSI - DE GRASSI, 1957) riportano altezze massime da 5.0 a 7.0 m dal l.m.m. Questi rilievi seguono determinati allineamenti perdendo progressivamente quota procedendo verso mare. Nell'Isola di Gorgo, ma anche in forma meno evidente in quella di Villanova (dove al giorno d'oggi sono stati completamente spianati e asportati mentre rilievi sono evidenti dalla cartografia storica e dalla litologia del sottosuolo; MAROCCO, 1991b), Montaron, Volpera e Volperassa, gli alti morfologici costituiscono l'ossatura del margine orientale delle isole (probabilmente eroso anche da cause naturali, quali lo scalzamento della base ad opera dell'onda di Bora), facendo assumere all'area emersa un'apprezzabile pendenza verso NW. L'opposto si verifica nell'Isola del Lovo a Nord di Barbana (per l'ubicazione vedi figura fuori testo), dove la pendenza risulta essere verso SE. Rilievi meno accentuati si segnalano inoltre ad Ovest di Grado, ai lati del C.le Anfora Vecchia. Quasi sempre, nelle aree in posizione di alto si rilevano siti e re-

perti archeologici risalenti all'epoca romana e paleocristiana, a testimonianza dell'antica colonizzazione dell'area.

Probabilmente, anche le principali depressioni che ancor oggi si riconoscono ai margini settentrionali della laguna e più avanti definite "paludi", possono rappresentare antiche bassure della piana alluvionale in fase pre-trasgressiva, non ancora completamente riempite dalla sedimentazione lagunare. Per comodità e semplicità di esposizione sono state ascritte nelle forme lagunari.

Si è inoltre più volte ipotizzato che anche l'attuale reticolo idrografico che vivifica la topografia lagunare sia il relitto dell'antica idrografia fluviale pre - trasgressiva (BRAMBATI, 1988). Per accertare tale ipotesi si sono iniziate una serie di indagini che allo stato attuale della ricerca non portano alla conferma o alla negazione di questa tesi. Si è osservato però (GATTO & MAROCCO, in stampa) che esistono, anche se minime, differenze nella geometria idraulica e nella morfometria degli alvei e dei meandri fluviali e lagunari e che sotto questo aspetto, il reticolo idrografico attuale è essenzialmente mareale. Anche in un precedente lavoro (MAROCCO, 1991 b) si è appurato che non esiste continuità tra le principali direzioni di deflusso dei paleoalvei della piana retrostante la laguna e di quelli dei canali lagunari. Come, d'altra parte non sembra esistere correlazione fra questi ultimi ed i paleoalvei sepolti della piattaforma continentale dell'Alto Adriatico. Stante questa situazione e in analogia con le paludi soprariportate, le canalizzazioni saranno qui di seguito descritte come forme tipicamente lagunari.

Forme e depositi lagunari

La principale entità morfologica dell'area lagunare emersa è la "barena". Con questo termine, generalmente, si indicano le aree topograficamente elevate (circa a +35 cm dal l.m.m.) ricoperte da una folta vegetazione di alofite di tipo *Salicornietum*, *Spartinetum* e subordinatamente *Zosteretum*. Etimologicamente il termine barena sembra derivare dal pre - romano "bar" o dal gallico "barros" (FRAU, 1979), con il significato di cespuglio, aree con vegetazione a dimostrazione che l'elemento essenziale per la sua individuazione è la presenza di vegetazione alofita, a prescindere dalla forma o dal tipo di deposito su cui attecchisce. Quindi, nel senso originario del termine, le barene evidenziano, attraverso la vegetazione, una sorta di zonazione verticale dell'area intertidale lagunare e comprendono tutta una serie di apparati diversi (sia per morfologia, sia per processi genetici ed evolutivi, ALBANI & al., 1984), che si trovano ad una precisa quota dal l.m.m. Con il tempo il termine ha assunto significati diversi travalicando probabilmente quelli che erano i limiti della definizione. Per esempio BRAMBATI (1988) distingue nell'ambito delle aree barenicole le

"barene" e le "pseudobarene": le prime, secondo l'autore, comprendono i depositi caratterizzati dalla sedimentazione lagunare (luogo di convergenza dei flussi lagunari - aree di spartiacque) e le seconde gli alti morfologici relitti della paleopianura alluvionale.

ALBANI et al. (1984) sulla base di studi interdisciplinari eseguiti sulla Laguna di Venezia, introduce il termine "barena di canale" per definire gli alti morfologici allungati, nel senso della direzione dell'alveo, con funzione di veri e propri argini naturali colonizzati dalla vegetazione alofita. Segnatamente nella "barena di canale" viene eseguita un'ulteriore distinzione morfologica definendo "ciglio" la culminazione posta tra il livello medio e massimo di alta marea e "retrociglio", l'area ubicata tra il livello più basso e quello del l.m.m., degradante verso la piana di marea. Stante questa situazione nel presente lavoro il toponimo barena verrà usato per definire tutta quella serie di aree naturali emerse a differente morfologia, che comunque presentano una specifica associazione di piante alofite. Saranno pertanto comprese le aree che contornano gli alti morfologici delle isole, la costa interna della laguna e la parte, verso la laguna, degli attuali cordoni litorali o banchi di sabbia emersi.

Con il termine pseudobarena si definiranno invece i cumuli di materiali derivanti dall'escavazione dei canali artificiali, dai tombamenti delle piane di marea o dalla costruzione degli argini per le valli da pesca.

Per quanto attiene alla distribuzione areale delle barene, dal confronto tra la cartografia storica (1830 e 1917) e la situazione del 1947, risulta sia una notevole diminuzione della loro estensione (fig. 2) sia una loro distribuzione non casuale nell'ambito dell'ambiente lagunare. Nella maggior parte dei casi sono connesse alle canalizzazioni oppure ad apparati deltizi lagunari (presenti nella sola Laguna di Marano, foce dello Stella ed antica foce del Cormor), e solo raramente risultano ubicate in coincidenza degli spartiacque dei bacini lagunari.

In particolare dai rilievi aerofotogrammetrici, confermati poi dai rilievi batimetrici eseguiti per taratura, si individua una serie di "fasce canalizzate", intendendo con tale termine i corpi sedimentari di canale (evidenziati nelle foto aeree da toni più chiari che bordano i canali più scuri) che contornano il tratto centrale e finale dei principali alvei lagunari, definiti morfologicamente da forme allungate (nel senso dello sviluppo del canale) con funzione di veri e propri argini mareali. Queste morfologie sono particolarmente evidenti alle bocche dei canali o alle confluenze di più canali, con aspetto tipico di "barene di canale" (ALBANI & al., 1984), ma si rinvengono meno sviluppati e privi di vegetazione anche sotto il l.m.m. a testimonianza dei processi di sedimentazione delle acque incanalate in situazione di bassa marea. Per questi casi di argini sommersi si propone la definizione di "gengive", termine locale che ben mette in risalto la tipologia delle forme.

Dalle barene o dalla fascia canalizzata si passa alle piane di marea in modo graduale, mentre verso i canali il passaggio avviene generalmente con un gradino di erosione, de-

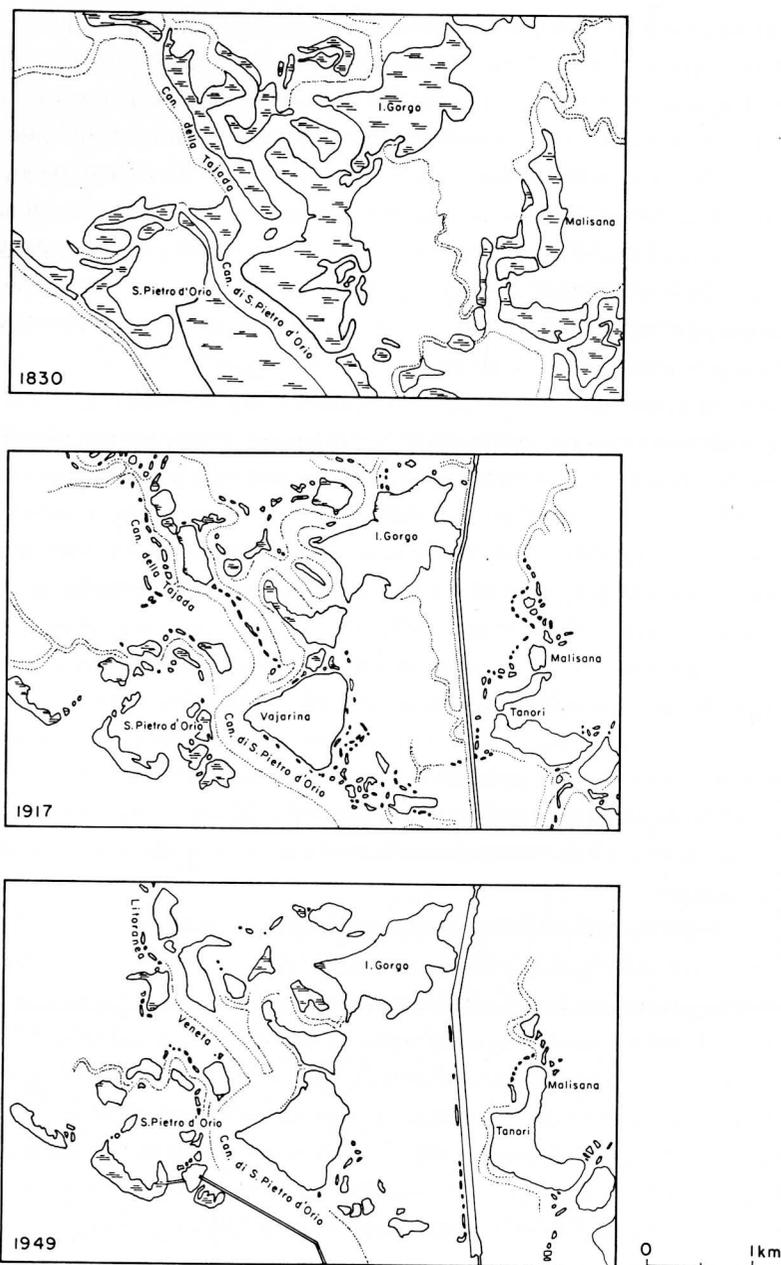


Fig. 2 - Laguna di Grado: confronto dell'estensione delle barene negli anni 1830, 1917 e 1947. Per la situazione attuale si rimanda alla figura fuori testo.
 - Grado Lagoon: comparison among marsh extensions in the years 1830, 1917 e 1947. As for the current situation, see the figure outside the text.

terminato dall'azione erosiva delle acque incanalate e dal moto ondoso nei canali (e dai nautanti). È stato osservato che le barene di canale presentano, a volte, profonde erosioni o incisioni nella parte frontale, assumendo una configurazione planimetrica a forma di denti di sega. In alcuni casi si assiste a veri e propri tagli di barena da parte a parte e all'instaurarsi di canali che mettono direttamente in comunicazione il canale principale con la piana di marea retrostante. Qui si costituiscono una serie di ventagli di rotta alimentati da piccoli scolmatori. I casi più caratteristici si rinvergono nell'area in prossimità di Barbana (vedi figura fuori testo) dove questi piccoli canali sembrano svolgere la funzione di "scolmatori di piena" del Bacino di Primero, sia per il perdurare dei venti del I Quadrante e soprattutto per quelli del IV Quadrante.

La piana di marea, come detto, contraddistingue l'area intertidale pianeggiante o a debolissima pendenza che si raccorda alle barene. Anche per questa morfologia si conosce un toponimo locale "velma" di derivazione longobarda, con significato di fango (FRAU, 1979), pelite. È pertanto un'area definita dalla sedimentazione pelitica, fuori dalla fascia canalizzata, colonizzata da fanerogame marine (*Ruppia maritima*), angiosperme (*Zostera marina* in prossimità di acque dolci, *Zosterella noltii*) e soprattutto verso terra da alghe, tra le quali *Gracilaria*, *Ulva* e *Chaetomorpha*. Le piane prive di vegetazione, presentano un'associazione macrobentonica tipica rappresentata da forme euriterme ed eurialine (*Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata* e *Venerupis aurea*).

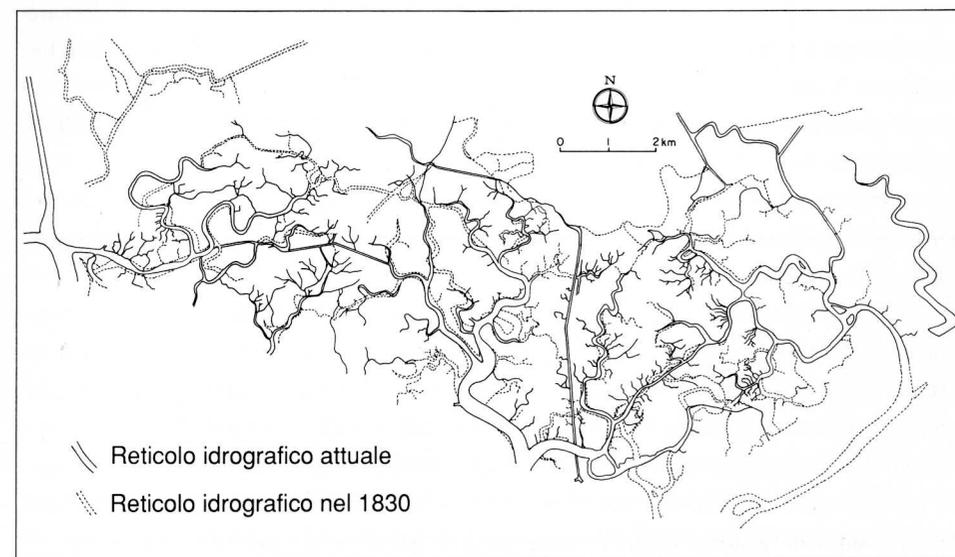


Fig. 3 - Laguna di Grado: variazione del reticolo idrografico dal 1830 ad oggi.
 - Grado Lagoon: Variation of the drainage system from 1830 up to the current date.

Un'ulteriore entità morfologica, tipica questa volta della zona subtidale, è rappresentata dalle paludi (o fondao). Con tale termine si indicano le aree depresse con profondità di 1.0-2.0 m dal l.m.m. le zone quindi che, anche in presenza delle minime maree annuali, rimangono sempre sommerse. Sono ubicate generalmente alle spalle della laguna e segnatamente nel bacino idrografico di Porto Buso e più ad oriente in quello di Grado.

Tipica espressione delle morfologie intertidali ma, soprattutto, subtidali è rappresentata dai canali. Una prima classificazione adottata prevede la distinzione tra canali naturali ed artificiali e, nell'ambito di questi, tra quelli attivi e quelli abbandonanti. Per distinguere nella complessa rete idrica lagunare le categorie sopradefinite, si è proceduto all'analisi della cartografia storica della laguna della quale il documento più antico ed attendibile risale al 1830 ed è la Carta Corografica del Litorale, conservata presso l'Archivio di Stato ed il Catasto di Trieste. Dal confronto tra la situazione del sistema lagunare nel 1830 e quella attuale (fig. 3) risulta con chiara evidenza la ricca articolazione del reticolo idraulico nel passato, le maggiori dimensioni dei canali principali, il maggior numero di canali di ordine inferiore e, soprattutto, la maggior estensione dell'ambiente lagunare ricondotto alle attuali dimensioni da successive e diverse opere di bonifica ed antropizzazione di cui tratteremo in seguito. Il reticolo idrografico naturale può essere definito da almeno tre ordini di canali (GATTO & MAROCCO, in stampa):

- canali principali ("canal"), che hanno la funzione di trasporto delle masse d'acqua fluviali o lagunari verso il mare;
- canali secondari ("rio"), che affluiscono ai canali principali, con la funzione di drenare o disperdere le acque all'interno del bacino lagunare. All'estremità vengono definiti localmente "cime";
- canali di terzo ordine, di modesta entità che affluiscono o ai canali principali o più frequentemente a quelli secondari e muoiono sulle piane di marea ("scolelo").

Si riconosce inoltre una serie di canali abbandonati (definibili quasi sempre in base alla cartografia storica) e tracce di antichi canali e meandri lagunari non ancora sepolti dalla sedimentazione lagunare.

Le bocche lagunari ("fose") rappresentano i settori di comunicazione fra mare e laguna e sono costituite, oggi, dalla foce dei canali principali. Questa specificazione ci sembra quanto mai doverosa in quanto nel 1800 le bocche erano molto più numerose ed ampie di quelle attuali e oltre all'apparato terminale dei canali principali, comprendevano grandi tratti di piane di marea. Le bocche lagunari vengono anche definite "bocche di marea", poichè qui le correnti di flusso e riflusso trovano la massima velocità raggiungendo valori prossimi ai 2.0 m/s. I fondali verso mare delle bocche sono contraddistinti da una soglia (barra di foce) che opera una sorta di separazione tra il dominio marino e quello lagunare. Verso la laguna la bocca definisce un corpo sedimentario deltizio (delta inlet).

Banchi sabbiosi di neoformazione, venutisi a costituire a causa del prolungamento a mare dei moli guardiani delle bocche di Grado e Porto Buso, hanno determinato l'instaurarsi di un ambiente lagunare in embrione, nell'area immediatamente a Sud del vecchio cordone litorale ormai arginato. Quest'area, che presenta tutti i caratteri di un sistema lagunare in rapida evoluzione, è stata definita "paralagunare". Gli stessi caratteri sono stati inoltre riconosciuti, anche se in forma meno evidente, nelle aree delimitate da banchi sabbiosi sommersi che bordano Grado Pineta e la Rotta (vedi zona retrostante il Banco della Mula di Muggia nella figura fuori testo).

Forme e depositi litorali

Verso mare l'ambiente lagunare è delimitato da un cordone litorale, più o meno continuo, costituito da una spiaggia intertidale ed emersa, spesso irrobustita da una duna ed alle spalle di questa, da un ambiente barenicolo. In particolare si riconosce un cordone litorale antico, definito dal margine meridionale delle isole che da Porto Buso si estendono fino a Grado e, prosegue poi fino a Grado Pineta e al delta digitato del F. Isonzo. Solamente nel tratto iniziale tra Porto Buso e Grado, si rinviene un più recente cordone litorale formato dai Banchi sabbiosi di neoformazione denominati d'Anfora, d'Orio e dei Tratauri. Tra banco e banco si individuano modeste aperture (varchi), che svolgono la funzione di bocca dell'ambiente paralagunare retrostante.

Sui banchi sabbiosi più stabili (vedi nella figura fuori testo Banco dei Tratauri) si individuano diverse rotte o incanalamenti dei flutti di mareggiata, che attraversano perpendicolarmente la spiaggia emersa determinando alle spalle di questa, nell'ambiente paralagunare, la formazione di un delta a ventaglio (ventagli di rotta). Come detto, nel versante a mare del cordone litorale si registrano i classici depositi di spiaggia con le morfologie rappresentate da barre e truogoli, terrazzo di bassa marea, battigia e berma (MAROCCO, 1972, tesi di laurea; BRAMBATI, 1974).

Gli interventi antropici

È estremamente complesso risalire a tutti gli interventi antropici eseguiti nella Laguna di Grado in questi ultimi secoli. Si può comunque senz'altro affermare, che l'influenza antropica sia stata fino al secolo scorso di scarsa rilevanza nel contesto dell'evoluzione fisica dell'ambiente. Le cose cambiano per questi ultimi anni, dove si registra un forte squilibrio tra questi due fattori, con l'azione antropica che prende il sopravvento sul

dinamismo naturale. Nel passato l'opera dell'uomo nella laguna ha seguito le alterne vicende del Patriarcato di Aquileia ma soprattutto di Venezia (1420-1513 e 1543-1797 d.C.), che particolare interesse nutriva per l'ambiente fisico lagunare. Quanto è stato eseguito nel territorio della Laguna di Grado in quel periodo non ci è dato sapere. Probabilmente sarà racchiuso in uno dei tanti archivi storici di Venezia dove è stata catalogata l'interessante e mirata opera di conservazione dei territori lagunari da parte dei Savi delle Acque della Serenissima.

Però un quadro della situazione si può dedurre da altre fonti. Le cronache di Grado parlano ripetutamente di una difesa a mare costruita dai veneziani con massi e viminate a protezione dell'abitato, costruita ben prima e più a mare della scogliera napoleonica (eseguita all'epoca della Repubblica Cisalpina).

Le carte storiche del fine sec. XVI (LAGO, 1989) riportano due tagli, definiti "Taio novo" (a testimonianza dell'esistenza di opere idrauliche precedenti) tra il Fiume Tagliamento e la Laguna di Marano e tra quella di Grado e le paludi di Malipiero (l'attuale Isola Morosini), sul percorso del vecchio Isonzo.

Le carte storiche di un certo dettaglio riportano un canale navigabile, che univa Grado all'Isola di Barbana, definito "Omo morto traghetto" (vedi carta del GRIVELLINI 1740 in LAGO, 1989) seppure le due isole erano ubicate in due bacini lagunari distinti e, almeno da quanto ci è dato dedurre dalla rappresentazione cartografica, non contermini. È chiaro pertanto che i veneziani si erano assicurati il controllo dell'area attraverso la costruzione di un'accurata rete di canali interni.

La permanenza dell'uomo in laguna veniva assicurata da terrapieni di fango ("mote") o da alture di sabbia con sopra misere abitazioni di canna palustre denominati "casoni". Le poco numerose popolazioni locali erano dedite alle tradizionali attività di pesca e caccia.

Nell'800 prende rapidamente sviluppo, anche nella Laguna di Grado, la pratica di allevamento della vallicoltura. Si precisa che per "valle" si intende un tratto di laguna delimitato da argini e comunicante con una piana di marea o un canale lagunare con apposite aperture. Nell'area così ricavata si seminano e si raccolgono dopo un periodo di "ingrasso" diverse qualità di pesce. È da questo periodo pertanto che muta la gestione degli spazi lagunari e sistematicamente tratti di laguna vengono sottratti alla libera circolazione delle acque per garantire una integrazione del reddito di pochi pescatori lagunari e di molti proprietari terrieri.

Oggi i "casoni" fanno parte della tradizione e della cultura dei pescatori gradesi e sono stati progressivamente sostituiti da vere e proprie abitazioni (fornite di ogni "confort") di proprietà di non residenti. Anche le valli da pesca hanno perso il loro aspetto primitivo di rudimentali spazi arginati, soggetti quotidianamente all'erosione delle correnti di marea.

1952 (da DORIGO, 1965)		Superficie appros. ha	1989 (CENSIMENTO DEL COMUNE DI GRADO)		Superficie appros. ha
BACINO DI PORTO BUSO			BACINO DI PORTO BUSO		
Dottori (C)		3,7	Mezzano (P)		36,0
S. Giuliano (P)		7,8	Ghebo - Vacche (P)		20,0
S. Giuliano (C)		26,3	Sopracasa (P)		23,5
Campo a (C)		25,6	Campo (P)		20,0
b (P)		6,2	Croce (C)		5,0
Siani a (P)		3,4	n.e.		0,0
b (P)		1,9	n.e.		0,0
c (C)		2,8	"Sian" S. Giuliano (P)		2,2
d (C)		6,6	Mezzano (C)		7,0
Anfora a (C)		2,2	n.e.		0,0
b (P)		2,2	n.e.		0,0
Marchesan a (C)		6,2	Canal d'Anfora (C)		3,8
b (P)		8,5	n.e.		0,0
Franca Mella (P)		5,2	Francamela (P)		60,0
Vallon a (P)		16,2	Vallon (P)		15,0
b (C)		3,1	n.e.		0,0
Croce (P)		5,2	Croce (C)		14,0
Noghera (C)		20,5	Noghera (P-C)		220,0
Belli (P)		3,1	n.e.		0,0
Valerian (P)		42,2	n.e.		0,0
Farinelli (P)		23,1	n.e.		0,0
Olmo (P)		6,6	n.e.		0,0
Tani a (C)		8,4	n.e.		0,0
b (P)		6,2	n.e.		0,0
			+San Rafael (P)		1,0
			+Talpi - Muschi (P)		3,3
			+Pedoli (P)		13,5
Totale		243,2	Totale		444,3
BACINO DI MORGIO			BACINO DI MORGIO		
Morgo (P)		78,8	Morgo (P)		80,0
Periselle (C)		16,2	n.e.		0,0
			+Sottovento Morgo		2,0
Totale		95,0	Totale		82,0
BACINO DI GRADO			BACINO DI GRADO		
Mee a (C)		10,0	n.e.		0,0
b (P)		3,7	n.e.		0,0
Sdrettolo (C)		3,1	n.e.		0,0
Baccan (C)		1,2	n.e.		0,0
Revaierina (P)		35,9	Revaierina (P)		36,0
Gorgo (P)		40,6	Gorgo (P)		70,0
Ara Storta (C)		7,8	Ara Storta (C)		33,3
Malisana (C)		3,4	Malisana (C)		2,3
Moro (P)		35,1	Del Moro (P)		15,0
Forti (C)		9,4	Ara del Mulin (C)		7,0
Cimitero (C)		43,6	+Cove (C) - Valle Silvana (P)		24,0
Perusini (P)		53,1	n.e.		0,0
Fonda (P)		70,3	Cavarera (P)		6,0
			Monton (P)		6,0
			Orbi (P)		3,0
Totale		317,2	Totale		202,6
BACINO DI PRIMERO			BACINO DI PRIMERO		
Cantariga (P)		3,1	n.e.		0,0
Ongal (C)		16,9	Longal (C)		20,0
Gordini (C)		21,8	Frtezuane - Riomoss (C)		18,0
Ribi (C)		92,5	Ribi (P)		92,0
Baresi (P)		34,4	Corso (P)		19,0
Zuliani (P)		27,5	Zuliani (P)		23,0
Luzzato (P)		36,3	Luzzato - Vallechiara (P)		35,0
Artalina (C)		125,0	Artalina (C)		115,0
Cavanata (P)		190,0	Cavanata (P)		190,0
			+Simuta		1,3
Totale		547,5	Totale		513,3

Note: (C) = Valle Comunale; (P) = Valle Privata; += Valli realizzate dopo il 1985

Tab. 1 - Valli da pesca nella Laguna di Grado.
- Fisheries in Grado Lagoon.

Nella situazione attuale sono molto più estese rispetto al passato, servite da canali profondi e protette da argini in pietra con quote da + 2.0 a + 2.5 m circa dal l.m.m.

Nella tabella seguente (tab. I) vengono riportate per bacino lagunare, l'estensione delle aree vallive attive nella Laguna di Grado nel 1952 (DORIGO, 1965) e quelle risultanti da un ultimo censimento del Comune di Grado nel 1989, che non differiscono di molto da quelle riportate da GIORDA, (1990).

Sommando l'estensione delle valli da pesca per bacino lagunare ne risulta una loro distribuzione non omogenea nell'ambito lagunare. Nel 1952 l'estensione maggiore delle valli da pesca si registrava nel Bacino di Primero (547.5 ha), contro i 317.2 ha del Bacino di Grado ed i 243.2 ha e 95.0 ha rispettivamente del Bacino di Porto Buso e di Morgo. Arealmente si registrava pertanto una progressiva diminuzione delle aree lagunari adibite a vallicoltura procedendo da Est verso Ovest.

Oggi questo "trend", che seguiva in pratica l'estensione delle aree paludose - barenicole della Laguna di Grado bonificate nell'immediato dopoguerra, è mutato grazie soprattutto:

- all'enorme incremento delle aree vallive nel Bacino di Porto Buso determinato dalla costruzione dell'attuale Valle Noghera;
- alla progressiva perdita di spazi vallivi lagunari fagocitati dall'esplosivo incremento urbanistico di Grado;
- alla costruzione di ulteriori valli nel Bacino di Primero.

A questo punto si sente il dovere di precisare che la vallicoltura nella Laguna di Grado, se da un lato ha portato notevoli benefici economici alla comunità gradese ed isontina, da un altro lato ha sottratto continuamente aree lagunari alla libera espansione delle maree, determinando una perdita di ambiente naturale di difficile valutazione economica. Si fa presente che lo stesso è avvenuto per la bonifica delle aree perilagunari.

Per quanto riguarda le grandi opere eseguite nella Laguna di Grado negli ultimi secoli ci può essere d'aiuto il confronto delle diverse levate cartografiche eseguite dal 1800, all'inizio della cartografia moderna. In questo periodo fanno fede le prime mappe della laguna eseguite magistralmente dai francesi a seguito di Napoleone, quindi le levate austriache e, dopo il 1918, quelle italiane dell'I.G.M. che continuano fino al 1949.

Dopo questa data ed all'inizio della cartografia regionale, una babele di piccoli interventi è stata eseguita in laguna, tanto che da più parte si ritiene che gli usi e abusi edilizi ed idraulici hanno compromesso l'ambiente naturale. Per questi interventi si presenta la difficoltà di raccogliere in uno schedario sia le opere eseguite sia l'anno di inizio e di ultimazione dei lavori. Va da sé che molti dei riferimenti più avanti riportati sono ricavati da note scientifiche (Atlante delle spiagge italiane del C.N.R., 1984; BRAMBATI, 1987 e MAROCCO, 1991b), altre sono a "memoria d'uomo" in quanto risulta gravoso risalire all'En-

te che ha autorizzato ma soprattutto controllato i lavori. Ne consegue che lo scenario che viene qui proposto è parziale in quanto incompleto ed impreciso, ma è quanto di meglio si può fornire allo stato attuale della ricerca.

Per quanto attiene alle grandi opere queste si possono così riassumere:

- la bonifica dei territori perilagunari che ha sottratto circa il 30 % del vecchio sistema lagunare gradese;
- la perimetrazione della laguna con argini in pietra, avvenuta a coronamento delle bonifiche;
- la costruzione di una "nuova" idrovia interna "Litoranea Veneta" che taglia la laguna da Ovest ad Est;
- la fissazione, sbarramento e regolamentazione delle bocche lagunari;
- la creazione di idrovie e collegamenti viari tra Belvedere e Grado e tra quest'ultimo e Primero.

In dettaglio da Ovest verso Est si segnalano:

- 1) costruzioni moli guardiani di Porto Buso (primo tronco 1964 - secondo tronco 1969)
- 2) sbarramento del Canale Anfora Vecchia (1939)
- 3) taglio Porto Buso - Canale Anfora Vecchia (1917)
- 4) sbarramento Canale d'Anfora (1970)
- 5) rettifica Canale Aussa - Corno (1970)
- 6) sbarramento Canale Lipan (1960)
- 7) taglio Canale Anfora Vecchia - Canale Lipan (1917)
- 8) sbarramento Canale Valerian (1951)
- 9) taglio Nuovo (1917)
- 10) chiusura valle Noghera (inizio 1965 - fine 1968/1969)
- 11) sbarramento Taglio Morghetto (1950)
- 12) sbarramento La Fulerina (1927 - 1928)
- 13) dighe foranee Porto di Grado (inizio 1927 - ultimate 1934)
- 14) escavazione Canale Belvedere - Grado e costruzione rilevato stradale (inizio 1901 - termine 1906). L'argine è stato sistemato a strada nel 1910
- 15) costruzione banchina Belvedere (1925 - 1928)
- 16) ponte di Grado (1934)
- 17) tombamento Schiusa (1957 - 1960)
- 18) sbarramento Canale dei Moreri (1878)
- 19) piantumazione de La Rotta (1905)
- 20) chiusura della Sacca (1935 - 1938)
- 21) collegamento tra Grado e La Rotta (1947)
- 22) sbarramento del Canale d'Averto (1935)

- 23) taglio Tanori (1915 - 1916)
- 24) apertura Canale Cucchini (1916)
- 25) bonifica Rotta - Primero (inizio 1923 - termine 1950)
- 26) bonifica della Vittoria (inizio 1933 - termine 1941)
- 27) bonifica di Aquileia IV Partita (inizio 1927 - termine 1938)

Interventi minori:

- 28) sbancamento rilievi de La Rotta (1870 - 1900)
- 29) sbancamento rilievi delle isole di Villanova, Montaron, Centenera e San Pietro d'Orto (1910 -1915)
- 30) recintazione valle Isola Gorgo (1970 - 1972)
- 31) esecuzione del terrapieno pontile Volpera (1960)
- 32) chiusura Valle Verzelai (1970)
- 33) chiusura Valle Longal (1966)
- 34) chiusura Valle Ara Storta (1980)
- 35) chiusura Valle Pedoli (1983 - 1984)
- 36) bonifica Valle Cavarera (1955 - 1960).

In aggiunta a quanto sopra si segnalano dragaggi lungo tutti i canali navigabili.

La visualizzazione degli interventi citati si trova nella figura fuori testo, con numeri in rosso che corrispondono all'anno o anni di esecuzione dei lavori.

In virtù di quanto esposto dovrebbe risultare palese che la denominazione di "ambiente del tutto naturale", che troppe volte accompagna la Laguna di Grado, ha bisogno almeno di una precisazione. L'area in esame è ovviamente il risultato di un complesso e d'altra parte inevitabile rapporto uomo - ambiente, che ha mutato le condizioni di origine del sistema lagunare. Le bonifiche dei territori perilagunari, la regimazione delle bocche, la perimetrazione della laguna a coronamento delle opere di bonifica, gli interessi economici legati alla vallicoltura, hanno privato la laguna della sua naturale evoluzione destinandola ad uno sviluppo controllato dall'uomo entro spazi predeterminati.

Discussione

Uno dei dati più interessanti che emerge dall'analisi geomorfologica della Laguna di Grado è la presenza di alcune forme e depositi, rappresentate dalla gran parte delle attuali isole sabbiose lagunari, "ereditate" dalla laguna dalla precedente piana alluvionale. Ciò permette di affermare che contrariamente al modello di evoluzione geomorfologica di un ambiente lagunare proposto da LUCKE (1934) e ripreso anche recentemente (vedi ASHLEY, 1988 nello studio delle lagune del Great Sound-New Jersey), la topografia della

piana alluvionale antecedente alla trasgressione sembra abbia assunto, almeno nel caso in esame, una notevole influenza nel condizionare i caratteri morfologici dell'ambiente paralico. Così, parimente ad altre lagune (vedi ad esempio le lagune del Delmarva Peninsula, Virginia OERTEL & al., 1989) la topografia antecedente alla formazione lagunare ha determinato l'impostarsi delle canalizzazioni nelle aree più depresse e delle piane di marea e delle barene in quelle relativamente più elevate, lasciando quasi immutate le aree poste al di sopra dell'oscillazione delle acque per marea. In questo contesto particolare significato sembrano assumere le paludi e quindi le aree più depresse del sistema lagunare e soprattutto la loro ubicazione di norma lungo il margine lagunare interno (gronda lagunare), in settori quindi dove, da un punto di vista prettamente sedimentologico, più esigui risultano gli apporti terrigeni sia in termini granulometrici, che, a quanto sembra, anche quantitativi. Tale dato può essere messo in relazione al regime deposizionale che regola l'ambiente lagunare del quale, le tipologie dei sedimenti, ne sono la diretta espressione.

Appurato che i livelli energetici assumono i massimi valori in corrispondenza delle bocche lagunari dove, le correnti di marea, raggiungono elevate velocità anche a causa della costrizione laterale esercitata dai moli guardiani, e che questi livelli si traducono nella deposizione di sabbie, procedendo verso l'interno della laguna si dovrebbe registrare un graduale aumento della sedimentazione pelitica che dovrebbe esser massima in coincidenza del margine lagunare. Questo secondo il modello di sedimentazione definito "settling and scour lag effect" (VAN STRAATEN & KUENEN, 1957) che dovrebbe determinare in termini cumulativi un interrimento delle lagune procedendo dal margine lagunare verso la bocca, in modo retrogrado rispetto alla principale direzione di trasporto dei sedimenti pelitici. Ai margini delle lagune inoltre, oltre a questi meccanismi di sedimentazione lagunare prima evidenziati, bisogna tener conto anche della progradazione costiera in generale e di quella fluviale in particolare, soprattutto per quella dei fiumi che sfociano direttamente in laguna. Se per la prima la perimetrazione è un ostacolo quasi insormontabile, l'interrimento da tergo della laguna è un evento probabile e già verificatosi in ambienti lagunari prossimi a quello di Grado (Laguna di Marano ed in epoca storica, di Venezia). È ovvio che per un simile processo è necessario un fiume di notevole apporto solido.

Considerando quindi le ipotizzabili modeste portate solide dei corsi d'acqua sfocianti nella Laguna di Grado (F. Aussa, Corno e Natissa), si può dar ragione della localizzazione degli elevati valori batimetrici riscontrati lungo il margine lagunare interno alla esigua influenza dei processi sedimentari lagunari. Ma se noi estendiamo la nostra osservazione oltre gli attuali limiti lagunari, nelle aree palustri o lagunari ormai bonificate, ci rendiamo conto che la quota di questi territori è inferiore sia rispetto a quella dei fondi lagunari in generale, sia rispetto alle aree più depresse "paludi" (MAROCCO, 1991b). Mentre sembra esistere una certa continuità tra le aree depressionarie aeree e quelli lagunari, che

dovrebbe testimoniare una comune origine. La differenza di livello tra l'attuale area lagunare e la vecchia (che comporta tra l'altro un travaso di acque lagunari nel sottosuolo agricolo e un sifonamento alla base degli argini di conterminazione) sembra esser legato più che ad un incremento della sedimentazione lagunare in questi ultimi anni, alla subsidenza prodotta dall'asciugamento naturale e artificiale del territorio, fenomeno questo già segnalato in altre aree della pianura veneto - padana (CASTIGLIONI & FAVERO, 1987, per l'area circumlagunare veneta e BONDESAN, 1978, per quella ferrarese). Esiste comunque la possibilità che il prosciugamento con idrovore dell'agro aquileiese non abbia comportato il solo abbassamento del suolo nelle aree bonificate, ma anche in quelle immediatamente contermini ubicate nell'attuale ambiente lagunare. In tal caso l'entità dell'abbassamento dovrebbe esser compensata o annullata dalla rata di sedimentazione lagunare, cosa questa che almeno dai dati fino ad ora raccolti non sembra risultare.

Un altro significativo dato è la presenza delle "barene di canale" e della fascia di canalizzazione che accompagna la gran parte delle vie d'acqua che collegano la laguna con il mare o le diramazioni dei canali principali. Ed inoltre l'assenza di barene lungo le zone di partiacque. Questi fatti (insieme a quelli sopra discussi) ci inducono a ritenere che gran parte dei processi sedimentari lagunari si svolgano via canale e per tracimazione dallo stesso, rimanendo contenuti in una fascia ristretta lungo il suo sviluppo. In questi processi di sedimentazione che si realizzano sia con accrescimenti verticali (ciglio della barena), sia laterali (retrociglio), importante funzione deve svolgere la vegetazione alofita. E ciò, sia per "l'effetto trappola" esercitato sui sedimenti, sia nel determinare un incremento di sostanza organica e sia per il ruolo conservativo che assume nella struttura che si va accrescendo.

In accordo con ALBANI & al. (1984), questi apparati sembrano essere alimentati soprattutto da sedimenti provenienti dal mare con apporti che si esauriscono ad una certa distanza dalla bocca. Tutto questo pertanto testimonia in generale una notevole vivacità dell'ambiente lagunare e dei regimi idraulici che lo contraddistinguono, ben diversi però dai modelli di sedimentazione fino ad oggi proposti, almeno per la Laguna di Grado. Fatto questo che ci si riserva di approfondire in un futuro lavoro.

Si può pertanto concludere che ai meccanismi generali di deposizione, i quali prevedono una diminuzione granulometrica dei sedimenti secondo una distribuzione a ventaglio a partire dalle bocche lagunari verso l'interno, si sovrappongono meccanismi deposizionali secondari, che prendono origine dai canali lagunari e si esplicano in una ristretta fascia a ridosso degli stessi. E questo nella Laguna di Grado che è praticamente priva di immissari di un certo apporto solido. Nei casi dove esistano le premesse di una sedimentazione fluviale al tergo della laguna, ai meccanismi di sedimentazione sopradefiniti si devono aggiungere quelli derivanti dall'input fluviale.

Un altro interessante dato emerso soprattutto dall'analisi della cartografia storica riguarda le caratteristiche del reticolo idrografico. Benchè gli interventi antropici, numerosi ed eseguiti in tempi successivi abbiano mutato radicalmente la configurazione lagunare del secolo scorso, i canali lagunari, e più generalmente il reticolo idrografico, non sembra notevolmente mutato rispetto all'assetto del 1830. Vi è in ogni caso da registrare la scomparsa di alcuni canali di piccola entità, nel settore nord - orientale della laguna in virtù delle bonifiche di quei territori, alcuni "salti di meandro" e la notevole diminuzione, nella sua parte terminale verso mare, del Canale di Primero oltre al naturale restringimento delle ampiezze dei canali decapitati o privati del loro bacino di alimentazione.

Tutto ciò induce a pensare che le inevitabili variazioni dinamico - ambientali indotte dalle varie opere eseguite nell'ambiente lagunare, si siano esplicate ed evolute all'interno delle esistenti canalizzazioni lagunari (fino al raggiungimento di una situazione di equilibrio o di quasi equilibrio) senza modificarne sostanzialmente l'assetto planimetrico. Questo fatto sembra rappresentare una anomalia nelle conoscenze che oggi abbiamo sulla dinamica dei canali in ambienti mareali. Nelle "Tidal flats" della Germania per esempio, REINECK & SINGH (1975), hanno osservato che le migrazioni laterali dei canali avevano rimosso circa il 58 % dei sedimenti presenti in una area di 160 Km² in poco meno di 70 anni.

C'è altresì da sottolineare un ultimo dato. Gli ambienti lagunari vengono considerati sistemi la cui vita ed evoluzione sono legati a delicati equilibri interni ed esterni, che intervengono in lassi di tempo diversi. Dal lavoro eseguito risultano doverose alcune considerazioni per quanto riguarda gli equilibri interni raggiunti in un relativamente breve lasso di tempo, a causa di interventi antropici perturbanti. Un esempio è rappresentato dal terrapieno stradale che collega Grado a Belvedere (strada Mosconi), che taglia da Nord a Sud il bacino idrografico di Grado realizzando uno sbarramento pressochè continuo alla libera circolazione delle acque, interrotto solo in corrispondenza del Canale Figariola e del Canale di Grado. Nonostante la realizzazione di tale rilevato, il bacino idrografico di Grado risulta idraulicamente il più attivo tra i bacini componenti il sistema lagunare esaminato. Lo dimostra la maggiore capacità idrografica e l'articolata rete di canali cui fa riscontro una notevole quantità di superfici libere all'espansione della marea. In termini di alterazione di equilibri sedimentologici si evidenzia che, in maniera molto rapida il rilevato stradale ha determinato l'accumulo nelle immediate vicinanze dell'opera di materiali pelitico - sabbiosi. Questo processo però è confinato al lato orientale della strada, essendo determinato dallo spirare della Bora, vento teso proveniente da ENE ed interessa solamente i fondali immediatamente adiacenti all'opera. Tant'è che, a poche centinaia di metri dal rilevato (vedi carta geomorfologica) è tutt'oggi presente l'alveo di un canale abbandonato, libero da sedimenti e ubicato in una delle paludi più profonde della laguna. E questo a dimostrazione della capacità del sistema di reagire alle cause perturbanti modificando i suoi equilibri interni.

Una ulteriore considerazione va fatta a riguardo della regimazione idraulica eseguita dal Magistrato delle Acque di Venezia nella laguna di Grado. Con lo sbarramento delle diverse bocche e varchi che contraddistinguevano il bacino lagunare al secolo scorso, è stato trasformato un ambiente mareale con un determinato scambio idrico con il mare e con un presumibile equilibrio idraulico - sedimentologico simile a quello delle "tidal flats" olandesi, in uno specchio d'acqua fissato rigidamente nei suoi limiti conterminali e vivificato da una unica profonda bocca lagunare per bacino. Quindi è stata imposta al vecchio sistema una condizione ben nota al Magistrato, acquisita dopo anni di mirata opera di conservazione della laguna di Venezia. Opera questa, si badi bene, volta ai fini di una ottimale fruizione degli spazi lagunari in termini di portualità, secondo una filosofia dettata dal famoso aforisma che "gran laguna fa gran porto". Non a caso DORIGO (1965) nel suo resoconto dei lavori e degli obiettivi che si era imposto nell'opera di regimazione della laguna di Grado, riporta (Cap. conclusivo) calcoli e parametri di confronto con la laguna di Venezia, assunta a modello di perfetto funzionamento. Di conseguenza si può ritenere che alla laguna di Grado sia stato imposto un nuovo regime idraulico - sedimentologico, forzatamente simile a quello della laguna di Venezia. Per cui l'ambiente si è e quotidianamente si modifica in funzione di una "evoluzione antropica" (GATTO, 1979) seguendo con buon ritardo le note vicende della più celebre laguna veneta.

Conclusioni

Dal lavoro svolto si possono schematizzare le seguenti conclusioni:

- 1) Con la realizzazione della carta geomorfologica della Laguna di Grado si è voluto dare un contributo alla purtroppo scarsa cartografia geomorfologica dei sistemi paralici e di quelli lagunari in particolare. Inoltre, realizzando tale cartografia mediante il prevalente esame di aereofotografie, si è voluto focalizzare l'attenzione sull'importanza e l'utilità dell'aerofotogrammetria nei rilevamenti a grande e media scala la quale, oltre ad integrare l'interpretazione delle carte topografiche esistenti, costituisce a tutt'oggi il più agile, rapido e moderno mezzo d'indagine del territorio;
- 2) Per quanto attiene alla configurazione fisico - ambientale della laguna, le diverse entità morfologiche riscontrate nel complesso e articolato sistema lagunare sono state raggruppate in quattro unità morfo - sedimentologiche che definiscono forme e depositi derivanti da uno stesso processo morfogenetico. Una prima distinzione è stata operata per quei rilievi allungati che sono stati ereditati dalla laguna dalla precedente piana alluvionale e che costituiscono gran parte delle isole attuali. Nell'ambito delle entità morfologiche tipiche dell'ambiente lagunare (barene, piane di marea e canali di diver-

so ordine) si sono evidenziate le aree emerse o sommerse che contornano i principali canali (definite corpi sedimentari di canale) in rilievo rispetto alla piana di marea circostante. È stato osservato che quando queste aree emergono, assumono tutti i caratteri delle "barene di canale" descritte da ALBANI & al. (1984) nella laguna di Venezia. Si è quindi puntualizzata l'importanza, soprattutto per quanto concerne i meccanismi di sedimentazione lagunare e i loro effetti nel tempo, della presenza nei bacini lagunari di limitate aree, denominate paludi e ubicate di regola lontano dalle bocche lagunari in prossimità dei settori più settentrionali della laguna. Tali depressioni sono relativamente profonde (maggiori di 1 m dal l.m.m., quindi perennemente sommerse) e sembrano esser legate sia alla topografia preesistente alla laguna sia alla ridotta sedimentazione pelitica. Nell'ambito delle forme e dei depositi connessi ai processi litorali, particolare evidenza è stata riservata ai banchi sabbiosi (emersi e sommersi) che definiscono il nuovo cordone litorale del tratto occidentale della laguna;

- 3) Per quanto attiene all'azione antropica e ai condizionamenti imposti al sistema lagunare, sono state ricostruite tutte le principali modifiche apportate in questi ultimi anni al reticolo idrografico lagunare e alle bocche che mettono in comunicazione la laguna con il mare. È stata sottolineata la continua sottrazione di spazi lagunari alla libera circolazione delle acque eseguita, dapprima per l'intensa opera di bonifica dell'area circumlagunare, poi per l'attività di sviluppo urbano e infine per l'incremento della pratica della piscicoltura lagunare. Si sono segnalate inoltre la presenza di numerosi rilievi di origine antropica ubicati lungo le sponde dei canali artificiali o di quelli in continua risagomatura ed escavazione a fini di navigazione endolagunare, che vengono ripetutamente confusi con le barene naturali. Sotto questo aspetto e sommando tutti i condizionamenti del sistema lagunare si può ritenere che alla laguna di Grado sia stato imposto un nuovo regime idraulico, forzatamente simile a quello raggiunto dopo secoli di opere di conservazione dalla laguna di Venezia. Per cui l'ambiente fisico si è e continuamente si modifica secondo una evoluzione "antropica", seguendo con buon ritardo le note vicende della più celebre laguna veneta.

Manoscritto pervenuto il 16.VII.1992.

Ringraziamenti

Si ringrazia per la cortese collaborazione l'Ufficio Tecnico del Comune di Grado e il geom. Antonio Monferà.

SUMMARY - This work outlines the geomorphological approach to the study of the paralic system of Grado Lagoon, which is located in the eastern side of the lagoon system of Venice, in the northern Adriatic Sea.

The research was carried out using a series of different scale aerial pictures (black and white and colour pictures) taken in 1984 and 1990. This technique was chosen in order to allow a synchronic view of the land which was then verified by topographic and bathymetric surveys.

The different morphological structures of the complex and articulated lagoon system were grouped into four morpho - sedimentological units each of them being composed of forms and deposits originated from the same morphogenetic process. A distinction was drawn for those elongated reliefs originated from the ancient alluvial flat which constitute most of the present islands.

Amongst the typical lagoon morphologic structures (marshes, tidal flats and different channel), attention was drawn to the submerged or emerged areas surrounding the main channels, called channel sedimentary bodies, that are above the tidal flat. It was observed that, when coming to the surface, these areas showed the features of the "channel edge" of the Venetian Lagoon described by ALBANI et al. (1984). Emphasis was placed on the presence, in lagoon of some limited areas called "basin" usually colated southwards and far from the mounths, particularly referring to sedimentation mechanisms and their effects during the course of time. These basin are relatively deep (more than 1 m below mean sea level and, therefore, constantly submerged) and apparently due to both the pre-existing topography and the poor pelitic sedimentation of these areas.

As for the forms and deposits linked to littoral processes, attention was drawn to the submerged and surface sand banks constituting the new western barrier islands of the lagoon.

Finally, emphasis was placed on man-made structures and modifications made on the environment and the main change, occurred in the last few years, of the drainage system and of the mouths linking the lagoon to the sea, were also outlined. Furthermore, we focused on the constant decrease of tidal flats due, in chronological order, to the reclaiming works made in the surrounding area, the expansion of the city and increase of fishing activity in the lagoon.

Attention was also drawn to the numerous man-made reliefs located along canals or in channel being constantly reshaped or excavated to allow navigation in the lagoon. From this point of view and considering all the modifications imposed on the paralic system, it can be concluded that Grado Lagoon was provided with a new hydraulic regime which is similar to the one achieved after centuries of preservation works in the Venetian Lagoon. The physical environment of Grado Lagoon is therefore constantly changing according to an "anthropic evolution" and following, with great delay, the example of the more famous Venetian Lagoon.

Bibliografia

- ALBANI A., FAVERO V. & SERANDREI BARBERO R., 1984 - Apparati intertidali ai margini dei canali lagunari. Studio morfologico, micropaleontologico e sedimentologico. *Ist. Ven. Scienze, Lett. Art.*, 10: 137-162.
- ASHLEY G.M., 1988 - The hydrodynamics and sedimentology of a back barrier lagoon - salt marsh system, Great Sound, New Jersey. *Special Issue Mar. Geol.*, 82: 1-132.
- BONDESAN M., 1978 - Problemi geologici della bassa pianura: i fenomeni di abbassamento del suolo. *Atti del "Convegno di studi sulla legislazione regionale per la difesa del suolo e le bonifiche. Ferrara"*: 65-70.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, 1984 - Atlante delle spiagge italiane. Dinamismo - Tendenza evolutiva - Opere umane. *Progetto Finalizzato Conservazione del Suolo, Sottoprogetto "Dinamica dei litorali"*, Firenze.
- BRAMBATI A., 1969 - Sedimentazione recente nelle lagune di Marano e Grado (Adriatico Settentrionale). *St. Trent. Sc. Nat.*, 46: 142-239.

- BRAMBATI A., 1974 - Regime sedimentologico delle spiagge dei Banchi d'Orio (Laguna di Grado) Osservazioni dal settembre 1970 all'ottobre 1972. *Pubbl. Mus. Friul. St. Nat.*, 24: 3-90.
- BRAMBATI A., 1987 - Studio sedimentologico e marittimo costiero dei litorali del Friuli - Venezia Giulia. Ipotesi di intervento per il recupero ambientale della fascia costiera. *Regione Aut. Friuli - Venezia Giulia. Direzione Regionale dei Lavori Pubblici - Servizio dell' idraulica*, pp. 67, Trieste.
- BRAMBATI A., 1988 - Lagune e Stagni costieri: due ambienti a confronto. In G.C. CARRADA, F. CICOGLIA & E. FRESI (Editors). *Le lagune costiere: ricerca e gestione*: 9-33, Napoli.
- CAROBENE L. & CATANI G., 1979 - Approccio alla cartografia geomorfologica costiera. Esempio sul litorale di Lignano - Isola di S. Andrea (Alto Adriatico). Estratto dagli *Atti del Convegno "Cartografia Tematica Regionale"*, *Strumento per la conoscenza e la programmazione territoriale*, 13 - 14 - 15 settembre 1979: 409-415, Catania.
- CARTA COGNOGRAFICA DEL LITORALE, 1830 - Archivio di Stato di Trieste. (Scala 1 : 86 000 circa).
- CARTA IDROGRAFICA DELLA LAGUNA DI GRADO, 1952 - Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque, Venezia. (Scala 1 : 25000).
- CASTIGLIONI G.B., BIANCOTTI A., BONDESAN M., CASTALDINI D., CIABATTI M., CREMASCHI M. & FAVERO V., 1986 - Criteri informativi del progetto di una carta geomorfologica della Pianura Padana. *Materiali Dip. Geogr. Univ. Padova*, 7, pp. 33.
- CASTIGLIONI G.B. & FAVERO V., 1987 - Linee di costa antiche ai margini orientali della laguna di Venezia e ai lati della foce attuale del Piave. *Atti Ist. Ven. Sc. Let. Art.*, 10 :17-30.
- DE GRASSI V. & DE GRASSI P., 1957 - Memorie sulle variazioni morfologiche dei litorali della laguna di Grado. *Az. Aut. Cur. Sog. Grado*, pp. 54.
- DORIGO L., 1965 - La laguna di Grado e le sue foci. Ricerche e rilievi idrografici. *Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque*, 155, pp. 231, Venezia.
- FRAU G., 1979 - Toponomastica preromana e romana nel territorio di Aquileia Antica. In: *Il territorio di Aquileia nell' antichità*, AAA., 15: 113-144.
- GATTO P., 1979 - La Laguna di Venezia - Conservazione dell' ambiente fisico - Subsidenza, idrodinamica lagunare e difesa dei litorali. *Atti XI Cong. Ital. Biol. Mar. Orbetello*, 23 maggio 1979.
- GATTO F. & MAROCCO R., (in stampa) - Morfometria e geometria idraulica dei canali della Laguna di Grado (Friuli - Venezia Giulia). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, Torino.
- GIORDA M., 1990 - Il parco regionale della Laguna di Grado e Marano. *Tipografia Villaggio del Fanciullo*, pp 112, Trieste.
- LAGO L., 1989 - Theatrum Adriae - Dalle Alpi all' Adriatico nella cartografia del passato. *Lint*, pp. 314, Trieste.
- LUCKE J.B., 1934 - A theory of evolution of lagoon deposits on shorelines of emergence. *J. Geol.*, 6: 561-584.
- MAROCCO R., 1972 - Variazioni morfologiche e sedimentologiche del Banco d'Orio "B" e del Banco dei Tratauri (Laguna di Grado). Osservazioni dal 20 settembre 1970 al 5 ottobre 1971. Tesi di laurea in Scienze Geologiche - Università di Trieste (relatori G.A. Venzo e A. Brambati).
- MAROCCO R., 1989 - Evoluzione quaternaria della Laguna di Marano (Friuli Venezia Giulia). *Il Quaternario*, 2: 125-137, Napoli.
- MAROCCO R., 1989 - Lineamenti geomorfologici della costa e dei fondali del Golfo di Trieste e considerazioni sulla loro evoluzione tardo - quaternaria. *Int. J. Speleol.*, 18: 87-110.
- MAROCCO R., 1991 a - Evoluzione tardopleistocenica - olocenica del delta del F. Tagliamento e delle Lagune di Marano e Grado (Golfo di Trieste). *Il Quaternario*, 4: 223-232.
- MAROCCO R., 1991 b - Le dune di Belvedere - San Marco. Una antica linea di riva ? 1) Considerazioni geomorfologiche. *Gortania - Atti Mus. Friul. St. Nat.*, 13: 57-76.

- OERTEL G.F., KEARNEY M.S., LEATHERMAN S.P. & WOO H.J., 1989 - Anatomy of a barrier platform: outer barrier lagoon, southern Delmarva Peninsula, Virginia. *Mar. Geol.*, 88: 303-318.
- REINECK H. E. & SINGH I.B., 1975 - Depositional sedimentary environments. *Springer - Verlag*, pp. 440, Berlino.
- VAN STRAATEN L.M.J.U. & KUENEN Ph H., 1957 - Accumulation of fine grained sediments in the Dutch Wadden Sea. *Geol.Mijnbouw*, 19: 329-354.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Dott. Francesco GATTO
Via Campoformido 29, I-33100 UDINE
- Prof. Ruggero MAROCCO
Istituto di Geologia e Paleontologia
dell'Università degli Studi
P.le Europa 1, I-34100 TRIESTE

0°56'00"

1°00'00"



SCALA 1 : 25.000

GORTANIA

ATTI DEL MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE

VOL. 14 - 1992

UDINE

F. GATTO - R. MAROCCO

CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA LAGUNA DI GRADO

Adriatico settentrionale

"Caratteri morfologici ed antropici della Laguna di Grado"

Geomorphological map of Grado Lagoon

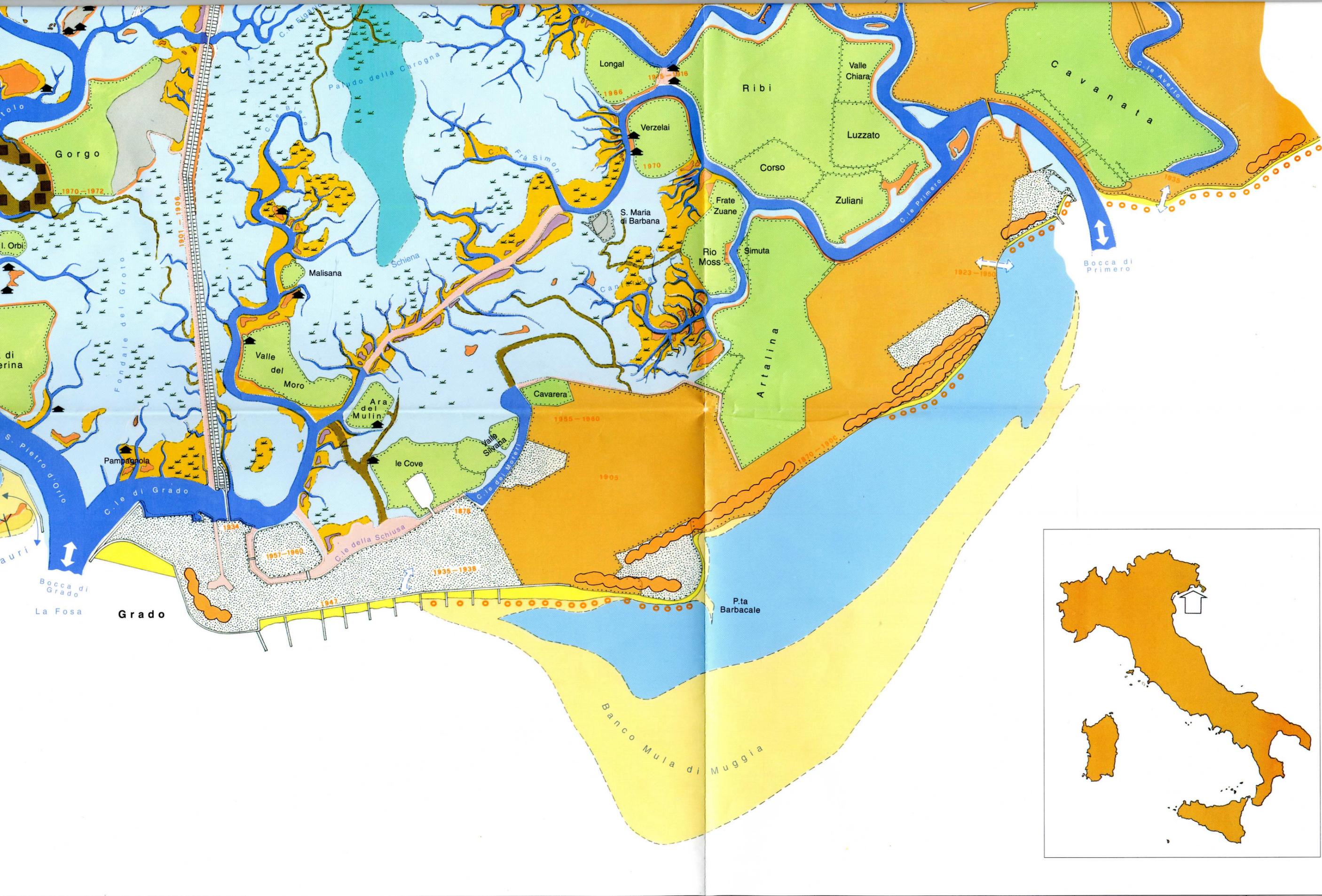
Northern Adriatic Sea

"Geomorphologic and anthropic features of Grado Lagoon"

45°45'00"

45°43'00"





45°43'00"

45°41'00"

0°56'00"

1°00'00"



Controllato ai sensi della Legge 2.2.1960 N. 68. Nulla-osta alla diffusione n. 275 in data 17/08/93.

grafiche ilacorda/udine

45°43'00"

45°41'00"

0°48'00"

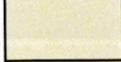
0°52'00"



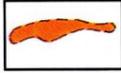
Legenda Legend

 Area circumlagunare di recente bonifica
Recently reclaimed area surrounding the lagoon

1. Forme e depositi della precedente piana alluvionale
Forms and deposits of ancient alluvial plain

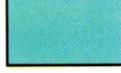
 Isola
Island

2. Forme e depositi lagunari
Lagoon forms and deposits

 Barena
Marsh

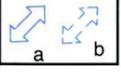
 Corpi sedimentari di canale
Channel sedimentary bodies

 Piana di marea b) con vegetazione
Tidal flat b) with vegetation

 Palude
Basin

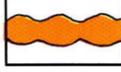
 Canale
Channel

 Traccia di antichi canali a) e meandri b)
Abandoned channels a) and meanders b)

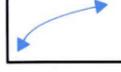
 Bocca lagunare a) attiva b) occlusa
Lagoon mouth a) active b) inactive

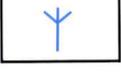
 Area a carattere paralagunare
Lagoon-like area

3. Forme e depositi litorali
Littoral forms and deposits

 Cordone litorale sabbioso
Sandy beach ridge

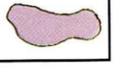
 Banco sabbioso a) emerso b) sommerso
Sandy bank a) emerged b) submerged

 Varco
Inlet

 Rotta
Overwash

 Spiaggia
Beach

4. Forme antropiche
Forms due to human activity

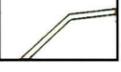
 Pseudobarena
Pseudomars

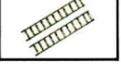
 Valle da pesca
Fishery

 Area urbanizzata
Urbanized area

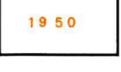
 Canale artificiale
Canal

 Argine
Dike

 Diga
Jetty

 Rilevato stradale
Road Embankment

 Spiaggia artificiale
Artificial beach

 Anno di esecuzione dell'opera
Date of work execution

 Casone
Hatch

