

L'AMBIENTE LAGUNARE

Col. f. Antonino Fichera

PREMESSA

L'attuale Comandante del Raggruppamento Lagunare, col. t.s.g. Giovanni Broggi, ha con felice sintesi tracciato, nel primo numero del « Bollettino di Informazioni » dell'Ispettorato delle Armi di Fanteria e Cavalleria, la storia del Raggruppamento Lagunare.

Quello che maggiormente risalta, però, nel suo scritto è l'affermazione che il Raggruppamento rappresenta la specialità anfibia della fanteria italiana cui è affidata la difesa del delicato settore delle lagune, « dove la terra par che si confonda col mare ».

Essere « anfibi » significa avere dimestichezza con un elemento, il mare, e con i problemi, di natura multiforme ed inconsueta, che esso pone all'uomo. E poichè l'ambiente lagunare non è altro che uno degli aspetti del problema, tale ambiente va conosciuto a fondo, sia inserito nel quadro generale di cui è parte, sia nella sua particolare fisionomia.

Da ciò deriva che la storia del Raggruppamento Lagunare e del suo divenire non potrebbero essere appieno compresi se non attraverso la conoscenza di tale ambiente, della sua morfologia, del suo dinamismo e delle possibilità e delle limitazioni che esso offre allo strumento posto alla sua difesa.

Tale conoscenza crea in ogni caso un « *modus pensandi* » che appare assolutamente indispensabile per chi voglia correttamente agire in esse ed attraverso esse per non soggiacere a situazioni ritenute insolubili, o per raggiungere obiettivi insospettati con il razionale miglior sfruttamento dello strumento, in rischi chiaramente ben calcolati.

Ed è per concorrere a questa conoscenza che queste note vengono redatte.

I. - LE LAGUNE

Lungo le coste dell'Alto Adriatico si notano particolari formazioni morfologiche dette « lagune » il cui tipo risponde ad un particolare aspetto di specchio d'acqua separato dal mare da cordoni litoranei, o lidi più o meno frastagliati, o continui.

Tali formazioni sono soggette a trasformazioni e, quindi, soggette a scomparire se ad un certo momento non intervenisse l'opera dell'uomo per stabilizzarle, o quanto meno per renderle il più possibile immutabili.

La più nota è certamente la laguna di Venezia sia per la città che ne emerge, onusta di arte e di storia, sia perchè la secolare opera dell'uomo ne ha caratterizzato la forma in lotta continua con la soverchiante opera della natura, tanto che si potrebbe definire « artificiale » se incombenti forze naturali non fossero ancora operanti.

Delle altre due, quella di Caorle e quella di Grado-Marano, si può affermare che mentre la prima è in via di esaurimento, la seconda è ancora attivissima ed in essa sorge la città di Grado che può essere storicamente definita la madre di Venezia.

II. - LE ORIGINI

Da quando la Valle Padana si liberò dell'Adriatico (Milazziano I e II), di cui ne era golfo, e assunse la funzione di raccoglitrice di tutte le acque delle Alpi e degli Appennini, i fiumi, trascinando a valle i loro detriti, si protesero sempre più in coni di deiezione verso il mare che, con tutte le sue forze, cercò sempre di arrestare tali depositi, di allinearli, di arrotondarli e di disporli a guisa di barriere a qualche distanza dei lidi, o addirittura di distruggerli.

L'azione del mare si manifesta con:

- le maree che in questo imbuto raggiungono, dopo la Sirte minore, le altezze più elevate (1,59 - 1,74);
 - la corrente litoranea lambente l'Adriatico;
 - la risacca e le mareggiate;
 - il flusso di fondo tanto più forte quanto il fondo è minore (l'Adriatico è generalmente sui 40 metri e non supera i 60);
 - i venti che, favoriti dalla forma arcuata della spiaggia, accumulano in particolare misura le sabbie o le disperdono,
- così, davanti al ciglio estremo, nel corso dei secoli, si andarono formando, per l'opera, a volte associata e a volte contrastante dei fiumi e del mare, cordoni litorali e lagune e, allorquando queste furono colmate, cordoni e lagune si rinnovarono più avanti dando vita ad un progressivo avanzare della pianura alluvionale fino a quando la mano dell'uomo e la natura non intervennero a tentare di arrestarne il progresso.

Questo progressivo riempimento continentale (alluvionale) e marino, abbastanza chiaramente stratificato, è stato lentissimo perchè associato ad un fenomeno di lento e costante abbassamento del suolo che, secondo eminenti studiosi, ha direttamente contribuito alla formazione della laguna stessa.

Secondo questa ipotesi, peraltro suffragata da reperti archeologici di indubbio valore e da fossili di vegetazione, appare molto probabile che, almeno nella tarda preistoria o nel periodo pretostorico, l'attuale zona lagunare sia stata zona emersa e che alcuni canali che oggi la intersecano, con i loro caratteristici meandri (tipico il Canal Grande), corrispondano ad antichi corsi fluviali.

Fu soltanto recentemente — secondo il linguaggio geologico —, a causa dello sprofondamento del suolo, che il mare invase l'attuale area lagunare.

Questa ipotesi è suffragata inoltre da quanto recentemente appreso circa la laguna di Comacchio e sulle prosciugate Valle Trebbia e Valle Pega.

Nelle ultime ricerche, è stata localizzata la città greco-etrusca di Spina che ebbe nell'antico evo la funzione di tramite tra oriente ed occidente che più tardi assunse la Regina dell'Adriatico, Venezia.

Dagli assaggi compiuti, appare probabile che la città (come le sue estese necropoli) fosse stata eretta su terra emersa e ciò perchè le abitazioni risultano erette direttamente sul terreno e non su palafitte.

Comunque sia, non v'è alcun dubbio che nei tempi antichissimi (circa poco prima dell'ultima glaciazione) la laguna si estendeva per tutta l'ampiezza dell'arco dal Timavo al Po, da Aquileia a Ravenna, presentando una organica continuità marina compresa in un cordone litoraneo.

In questo «mària» sboccavano i fiumi dando luogo ad un processo incontrollato di sedimentazione che lentamente creò vaste zone paludose sì che, come rivela Strabone, «città che in antico erano sul mare si trovano ora più o meno collocate in paludi». Il ricordo di città come Ravenna, Spina, Adria, Altino, poste in antico sul mare e poi in zone paludose, rivela la successione di due momenti diversi, il passaggio, cioè, del regime lagunare dallo stato «marittimo» allo stato «mediterraneo», secondo l'espressione straboniana.

Sempre nelle descrizioni di Strabone e di Plinio, i fiumi, che defluivano dal continente, mettevano foce in laguna e la loro corrente raggiungeva gli sbocchi portuali per tramite di canali lagunari senza letto ben definito da arginature più o meno naturali.

Così il Tagliamento a Remantino, così la Livenza, il Piave-Sile a Equilo, il Medoaco (cui lasciò il nome nei secoli fino ad oggi ai resti dell'antica capitale della laguna di Venezia, Malamocco — nell'isola di Lido — la cui gloriosa e drammatica storia si perde nel fondo del mare dopo la catastrofe del 1102), così l'Adige a Cavarzere (Caput Aggeris in reminiscenza di più antico stato), così il Po (il cui lavoro deltizio appare nei primi secoli dell'era cristiana, già abbastanza avanzato sì da formare i «septem maria» pliniani), giunto in laguna, mescolava le sue acque con gli altri fiumi raggiungendo il mare per una serie di «fosse» tra cui la Clodia e la Flavia che immettevano ai porti interni.

Il primo intervento dell'opera dell'uomo si ebbe nei primi anni dell'impero, quando Augusto e i suoi successori iniziarono la separazione fra la laguna settentrionale e meridionale, completata in seguito da Adige e Po nel medioevo.

Più tardi la laguna meridionale, o ravennate, per il progressivo impaludamento, andò sempre più decadendo, mentre si conservava ancora bene la settentrionale, o altinate, e quella aquileiese.

Le invasioni barbariche imposero un determinante tempo di arresto nell'opera dell'uomo fino a che, con l'insediamento umano nelle isole venete, il problema non tornò alla ribalta.

Ma prima che questo evento assumesse le forme di una vera e propria massiccia migrazione sotto la pressione longobarda, radicali trasformazioni dell'ambiente lagunare sia meridionale (Delta Padano) che settentrionale (settore plavense e concordiese) si determinarono per il soverchiante prevalere di forze naturali che, di solito, si fanno risalire al grande cataclisma che nel 589 d. C. si abbattè sopra il Veneto e la Liguria con terribili sconvolgimenti meteorici e tellurici, uragani, piogge e inondazioni in tutta Europa con rilevantissimi danni a persone e cose.

Tale evento causò il mutamento del corso di parecchi fiumi e fra questi il Medoaco il cui corso minore abbandonò Padova e attraverso una brenzana (termine volgare di canale naturale o artefatto — preesistente — che diede due secoli dopo il nome al fiume) si diresse nel settore di Brondolo fondendo le sue acque probabilmente con l'Adige e con il Tosigono (Bacchiglione?) che forse anche essi, in quella zona, raggiungevano il mare.

Analogo processo però pare che non si sia verificato, nel medesimo tempo, almeno con eguale intensità, nel settore settentrionale.

Infatti pare che fino al secolo X, il sistema idrografico di Altino abbia conservato la sua integrità pur con forti formazioni di zone paludose.

Nel 639, dopo la distruzione di Oderzo, la corrente migratoria si accrebbe, spostandosi nelle isole e sui lidi seguendo le direttrici dei maggiori canali lagunari, che facevano capo ai porti principali.

Nel corso di cinque secoli, l'insediamento umano da Torcello e Cittanova, a Malamocco, a Equilo, a Caorle si intensificò e quando il ducato di una delle isole, la Realtina, assunto a grande prestigio per conquiste e per eredità, assunse la direzione politica e commerciale di tutte le genti lagunari, le cure idrauliche, abbandonate dovunque per effetto delle invasioni, vennero riprese efficacemente per contrastare la natura trionfante che coi suoi fiumi ed il suo mare aveva seriamente compromesso l'esistenza delle lagune.

Con l'affermarsi del ducato di Venezia, gli antichi centri politici di Altino, Eraclea e Torcello decadde e la loro decadenza causò, per mancata cura, il progressivo interrimento delle aree lagunari tra Piave e Tagliamento, isolando così la laguna di Grado-Marano da quella di Venezia (tra Piave e Brenta) tra le quali le comunicazioni furono mantenute dall'area paludosa

di Caorle (laguna di Caorle), ricca di canali in misura maggiore della laguna di Brondolo e Loreo.

Tale progressivo impaludamento ed interrimento, estendendosi, finì col minacciare anche la stessa esistenza della laguna di Venezia per cui la Serenissima Repubblica, pur in mezzo a secolari contrasti politico-economici, diede inizio a grandiose opere per la regolazione delle acque.

Tali lavori, progettati ed elaborati dai grandi ingegneri del '500, furono attuati nel corso di tre secoli, dal XVII al XIX, dando alle lagune l'aspetto attuale.

Tali lavori mirarono a mantenere pervie le vie di accesso attraverso i porti, proteggere le lagune sia di fronte all'azione del mare che all'interrimento alluvionale, mantenendo pur tuttavia efficiente un ampio bacino di espansione per l'assorbimento dell'onda di marea, capace, con il suo alterno movimento, di mantenere beanti i canali.

In base a questo programma fu definita per la laguna di Venezia la « conterminazione » lagunare per garantire l'intangibilità del dominio delle acque dal progressivo avanzamento della terraferma, fu limitata a pochi porti-canali la comunicazione al mare libero, furono disciplinate tutte le opere che potevano alterare od ostacolare il movimento di espansione delle acque marine, divergendo la grande arteria del Brenta in direzione S.E. e quella del Sile - Piave in direzione N.E.

III. - ELEMENTI GEOGRAFICI ED ASPETTI MORFOLOGICI DELLE TRE LAGUNE

I. - ELEMENTI GEOGRAFICI.

a) *La laguna di Venezia.*

Oggi la laguna di Venezia costituisce un bacino nettamente delimitato di fronte alla terraferma, con scarso afflusso di acque dolci e con tre sole comunicazioni col mare attraverso i ben noti tre porti-canali, protetti da dighe protendentisi verso il mare aperto dal quale è separata da un cordone litorale più o meno protetto e difeso dall'assalto marino.

Essa si estende su una superficie di circa 550 kmq (548,89) tra il corso terminale del Brenta (foce di Brondolo), a mezzogiorno, ed il tratto finale, tortuoso, del Sile (foce di Piave Vecchia), a settentrione.

Verso terra i suoi confini sono marcati da opere umane piuttosto che da elementi naturali. La « conterminazione » costituisce inoltre il limite giuridico-legale entro cui vigono speciali leggi che regolano l'attività umana in ogni sua manifestazione.

Gli estremi in latitudine variano da 45° 10' 47" di Brondolo a 45° 34' 35" di Capo Sile; quelli in longitudine, riferiti a Monte Mario,

variano da $0^{\circ} 19' 30''$ della Motta di Scirocco, a occidente, e $1^{\circ} 10' 54''$ di Jesolo, a oriente.

La lunghezza della laguna di Venezia risulta all'incirca di 55 km per 13 di larghezza, riferiti non alle coordinate, ma prese, la prima, lungo l'asse centrale longitudinale e la seconda in direzione normale.

Dal punto di vista idrografico può essere ripartita in tre porzioni corrispondenti alle tre bocche di Chioggia, Malamocco e di Lido (S. Nicolò), sottendendo e determinando, essi, tre veri e propri bacini lagunari che, pur non essendo così nettamente ben identificabili come quelli terrestri da linee spartiacque, hanno dei limiti abbastanza facilmente riconoscibili tanto che si definiscono «partiacque», cioè linee di conterminazione dei bacini.

Il principale di questi bacini interni è quello di Lido che occupa un'area di 276,05 kmq pari al 48% della superficie totale; secondo nell'ordine è il bacino di Malamocco con kmq 162,10 pari al 31% dell'area; ultimo è quello di Chioggia con 110,74 kmq. pari al 21% dell'area.

I limiti dei tre bacini possono così essere definiti:

— tra il bacino di Lido e quello di Malamocco, l'andamento della linea spartiacque corre all'incirca normale all'asse longitudinale; partendosi dall'Isola di Sant'Angelo della Polvere tocca il sottile cordone del Lido in corrispondenza di Lazzaretto in prossimità del quartiere delle Quattro Fontane del Lido;

— tra il bacino di Malamocco e quello di Chioggia, l'andamento della linea spartiacque è più complicato in quanto il decorso dalla Motta di Scirocco, al Casone Nuovo di Val Pierimpiè, corre quasi parallelo al Taglio Nuovissimo, lasciando quindi nel bacino di Malamocco molte valli (Morosina, Ghebbo Storto, ecc.); indi, da Casone Nuovo, con andamento piuttosto tortuoso, si dirige normalmente all'asse lagunare per toccare il cordone litoraneo a circa metà strada tra S. Pietro in Volta e Pellestrina in corrispondenza dello sbocco del canale della Cava in quello di S. Antonio.

In ogni caso, queste linee sono facilmente riconoscibili dall'esame delle carte lagunari.

L'area lagunare non si presenta come uno specchio d'acqua continuo ed uniforme.

In tutti e tre i bacini vi è una mescolanza irregolare tra zone di terre emerse, o costantemente emergenti dalle acque, zone di barene e zone di acque libere.

Le percentuali fra queste aree a diverso stato sono:

- zone emergenti 4,6% pari a 25,70 kmq;
- barene 16,75% pari a 92,10 kmq;
- acque libere 78,65% pari a 431,09 kmq.

Tali valori restano pressochè invariati anche quando si vogliono esclu-

dere le zone paludose e le valli da pesca la cui superficie totale raggiunge circa 100 kmq.

b) *La laguna di Caorle.*

Come già prima accennato, il protendersi, da una parte del Piave e dall'altra del Tagliamento, ha creato l'isolamento della laguna di Caorle dalle lagune di Venezia e di Grado-Marano. Attualmente la già limitata laguna di Caorle è dominata da due fiumi, la Livenza ed il Tagliamento (Rotta di Cavrato).

Il predominio fra i due lo ha però la Livenza che percorre l'area lagunare in tutta la sua lunghezza, marginalmente, con il corso principale (la sistemazione attuale fu iniziata nel secolo XVII) e centralmente con il canale Nicesolo (e con il Riello in misura minore).

Il ramo principale sbocca oggi direttamente in mare a S. Margherita; il Nicesolo, raccolto il Lemene ed il Loncon, sbocca in mare a Porto di Falconera che costituisce la bocca naturale della laguna retrostante.

Tale laguna è oggi pressochè esaurita sia per le recenti opere di bonifica, sia per la creazione di vaste valli da pesca chiuse che hanno sottratto al cratere lagunare estesi bacini senza purtuttavia cambiarne il carattere.

In conseguenza della diminuita superficie lagunare, ancora solcata però da una fitta rete di canali, si è provocata l'atrofizzazione della bocca lagunare di Falconera che ha apportato notevoli variazioni, ancora in fase evolutive, della spiaggia nord-est di Caorle.

Le zone di bonifica sono però sotto il livello del mare e quindi sotto la sua costante minaccia assommata a quella dei fiumi pensili. L'intera zona è mantenuta asciutta dalle idrovore che, attraverso scolini, scoli, canali (secondari e principali) e collettori, pompano l'acqua esuberante.

c) *La laguna di Grado-Marano.*

Le attuali lagune, denominate di Grado e Marano, formano un unico complesso idrografico compreso fra il corso inferiore del Tagliamento e la foce portuale di Primiero.

Ha una lunghezza complessiva di 32 km ed una larghezza media di 5 km con una superficie di 84,16 kmq.

La laguna di Marano è praticamente priva di terre emergenti e quindi in complesso si hanno:

- zone emergenti (incluse le valli da pesca arginate) 20% pari a 16,34 km²;
- specchi d'acqua 80% pari a 67,8 km².

Le valli da pesca, le cui maggiori sono 25, coprono poco più di 3,74 km².

La laguna, dominata quasi esclusivamente dalle acque marine, presenta ottima condizione di conservazione poichè anche qui l'opera dell'uomo è sta-

ta diretta ad impedire che venga diminuita l'ampiezza e la profondità della laguna e consentire il libero movimento della marea.

In essa, infatti, l'azione del mare è così intensa ed uniforme da non esser possibile distinguere facilmente zone lagunari più attive e meno attive, per cui non si può attribuire ad alcuna delle sue parti le caratteristiche di « Laguna viva » o di « Laguna morta ».

Poichè ora il Tagliamento da una parte, e il Torre-Natisone-Isonzo (hanno foce comune a Punta Sdobba a 14 km da Grado) dall'altra, sfociano direttamente in mare, la laguna non corre più serio pericolo di ulteriore interrimento. Essa costituisce invece il naturale recipiente dei numerosi corsi d'acqua che, avendo origine nella zona delle risorgive e, pertanto di acque chiare, non costituiscono pericolo.

Il cordone litoraneo che la separa dal mare (lungo km 18,450 e largo da 400 a 1000 metri) è stato rinforzato in più punti specie in corrispondenza degli sbocchi in mare. La perfetta tenuta di questo cordone ha decisamente contribuito a migliorare il regime lagunare rendendo più attive le correnti di marea alle foci portuali.

La laguna risulta idrograficamente divisa dalle sue principali foci portuali in 5 distinti bacini: Lignano, S. Andrea, Buso, Grado, Primiero. Le acque marine, entrando in laguna dalle singole foci, si espandono contemporaneamente entro lo specchio lagunare; quelle provenienti da due bocche contigue si incontrano lungo le linee spartiacque dove il movimento di traslazione orizzontale è praticamente nullo.

L'andamento delle linee partiacque fra i cinque bacini non è però rigoroso, oscillando esse entro una fascia più o meno estesa che varia col variare della ampiezza della marea e delle condizioni meteorologiche locali.

d) *I lidi ed i porti.*

L'elemento fondamentale delle lagune esistenti è il cordone naturale di dune più recenti e più resistenti che separa dal mare le lagune stesse e da esso le difende.

Il carattere di duna è ancora ben conservato e riconoscibile in taluni settori dove l'opera dell'uomo non lo ha del tutto od in parte modificato.

Elementi capaci di indicare il complesso evolutivo del sistema lagunare odierno sono forse quei relitti dunosi, che oggi, più o meno lontani dal mare, limitavano un tempo le lagune scomparse. Ciò è testimoniato dai lembi di terraferma non soggiacenti alle alte maree di sizigia che emergono nel bacino del Lido (quali le isole della Certosa, S. Erasmo, ecc.) e nell'interno della laguna di Grado. Ma senza entrare nella spinosa questione sulla possibile età di tale cordone dunoso, si può affermare che esso può essere definito come un sistema di isole, emergenti anche dalle massime maree di sizigia, di forma normalmente allungata e che si estendono una dopo l'altra

lungo l'arco costiero compreso fra Chioggia e Grado. Tali isole sono comprese da una parte dal mare; verso la terraferma, dalla litoranea Veneta e sono separate fra loro dalle foci dei fiumi e dalle bocche a mare delle lagune che rappresentano altrettanti porti verso l'entroterra.

Tale cordone va anch'esso considerato in senso dinamico, soggetto, cioè, all'azione del vento e del mare che ora l'abbandona, ora l'aggredisce con pulsazioni ed intervalli più o meno lunghi e a carattere ciclico.

Di conseguenza, poichè esso è indispensabile per la conservazione delle lagune e delle terre bonificate, si è provveduto a creare, nei tratti più minacciati, delle difese (in varie epoche e con diversa intensità) e ciò perchè se il mare avesse ragione della tenue difesa che i lidi oppongono e irrompesse in laguna, o nelle aree bonificate le conseguenze sarebbero incalcolabilmente disastrose.

Sul litorale di Venezia per tale protezione sono stati eretti i « Murazzi », progettati dal Coronelli, ed in altre località barriere in muratura o gettate in pietre.

I porti attuali sono stati sistemati a più riprese sulle antiche bocche naturali e naturalmente taluni di questi hanno richiesto le più notevoli e attente cure sia per garantirne la loro efficienza, sia per adeguarli al progresso dei mezzi di navigazione.

Altri porti sono rimasti come sbocco naturale dei fiumi in mare, quando la laguna retrostante si è esaurita, o è scomparsa per le opere di bonifica effettuate.

Lungo tutto lo sviluppo del Delta Padano è possibile entrare dal mare allo sbocco dei vari rami del Po, ma occorre molta conoscenza dei meandri in cui si snodano i percorsi e specialmente della grande secca che si allunga per molte miglia sul mare. L'ingresso comunque è possibile a piccole imbarcazioni per taluni rami, per altri vi possono entrare natanti fluviali fino a 1000 tonnellate.

Il porto-canale di Brondolo presenta non lievi difficoltà all'ingresso. Superata la barra la navigazione è agevole.

I tre porti d'ingresso nella laguna di Venezia sono troppo noti perchè sia necessario illustrarli. La navigazione nell'interno della laguna è agevole essendo i canali profondi e bene segnati.

Il porto di Piave Vecchia, alla foce del Sile, oltre al faro, manca di qualsiasi tipo di segnalazione. Vi possono entrare unità con pescaggio massimo di 2 m solo conoscendo bene l'andamento del canale d'ingresso.

Il porto di S. Margherita, alla foce del Livenza, presenta difficoltà nel superamento della barra d'ingresso che varia nella direzione, nella posizione e nella entità con le mareggiate invernali; appare necessaria quindi una ricognizione al ristabilimento estivo delle condizioni meteorologiche. Tale porto riveste particolare importanza rappresentando il collegamento col mare alla mezza via della litoranea veneta Venezia - Grado.

Il porto di Falconera, come già accennato, è anch'esso di difficile ingresso per le multiple barre che si sono create. Il canale d'ingresso, in alta marea, è navigabile orientandosi prima al campanile di Caorle e, poi, non appena raggiunta la scogliera, costeggiare la spiaggia N.E. di Caorle a circa 300 metri dalla battigia fino a raggiungere lo sbocco del Nicesolo.

Il porto di Baseleghe oppone le stesse difficoltà di quello di Falconera con l'aggravante che a fine stagione invernale occorre eseguire una accurata ricognizione per determinare la via d'acqua libera da barre.

Il porto di Lignano consente l'ingresso a navi di piccolo tonnellaggio e rappresenta uno dei principali ingressi alla idrovia Venezia-Grado. Le secche esistenti all'ingresso sono a m 2,5 sotto il pelo d'acqua; altre secche esistono subito dopo l'ingresso e sono ben segnalate. La corrente d'entrata ed uscita può raggiungere la velocità di 3 nodi.

Il porto di S. Andrea è praticamente interrato.

Porto Buso rappresenta lo sbocco in mare del Corno e dell'Aussa ed è l'ingresso per l'idrovia di Cervignano. Ha fondali dai 3 ai 4 metri e la corrente di entrata e di uscita può raggiungere i 3 nodi di velocità; il canale è segnalato da briccole. E' soggetto ad erosioni ed insabbiamenti che variano il canale e i fondali.

Il porto di Grado è uno dei principali accessi all'idrovia che da Grado, attraverso una serie di buoni canali, sbocca in mare vicino a Monfalcone. Il fondale varia fra i 3 e 12 metri ed è ottimamente segnalato. Nell'interno della laguna, la navigazione lungo i canali secondari è difficoltosa per la mancanza di segnalazioni.

e) *Le isole.*

Le isole esistenti nell'interno delle lagune sono lembi di terraferma non soggiacenti alle alte maree di sizigia, tuttavia esse possono essere parzialmente, o totalmente, sommerse da eccezionali alte maree.

Uno sguardo alle carte lagunari è sufficiente per rilevare che esse sono sparse un po' dovunque, ma vi è la possibilità di raggrupparle in due sistemi distinti in riferimento alla loro origine.

Vi sono isole derivate da antichi relitti di dune e tale origine appare abbastanza evidente per la loro forma allungata, anche se oggi si presentano frammentate in vari tronconi, disposte planimetricamente in modo da facilmente localizzare antichi sistemi dunosi che dovevano limitare lagune sopravanzate.

Altre isole, di forma più compatta e di natura diversa dei depositi, sono da ascrivere all'opera di deposizione dei fiumi.

f) *Le arterie.*

Il sistema idroviario che si ramifica per tutta l'area è molto complesso dal punto di vista planimetrico e la origine di taluni canali è poco chiara se non nelle linee fondamentali o in alcuni particolari.

Esso rappresenta un sistema che soddisfa esigenze diverse che vanno dal necessario movimento delle acque, allo smaltimento di esse, alle esigenze di trasporto.

Si sviluppa dal Po all'Isonzo con un insieme di canali artificiali e canali naturali, che corrono anche lungo i fiumi navigabili, fra loro collegati a mezzo di conche vinciane per il compenso dei relativi dislivelli.

E' un vero peccato, però, che le conche siano ancora azionate a mano e che risultino insufficienti come grandezza.

E' noto come la navigazione interna del Po e degli altri fiumi, dei canali minori e lungo la litoranea veneta (che rappresenta la via principale di collegamento fra il Po e l'Isonzo, ricca di derivazioni nell'entroterra e verso il mare aperto e con uno sviluppo di 180 km), ancora fiorentissima subito dopo la prima guerra mondiale, sia andata pian piano deperendo in relazione a molti fattori diversi, ma, nella fattispecie, concomitanti.

Dopo la seconda guerra mondiale la navigazione ha registrato una ripresa, ma tale ripresa non è stata rilevante per l'abbassamento del suolo, già citato, che ha creato nuovi ed imprevisti problemi riferiti quasi esclusivamente al diminuito tirante d'aria delle opere d'arte fisse che attraversano le vie d'acqua.

Ciò nonostante essa può ancora rappresentare, con i dovuti provvedimenti invocati e con quelli già in atto, una non indifferente risorsa economica nel campo dei trasporti a basso tasso di costo.

Ciò maggiormente, se il programma in studio (per l'aumento del tonnellaggio dei natanti, l'ampliamento della rete veneta, la sua sistemazione e l'allacciamento con le reti dell'Alta Italia ed estere) sarà attuato.

2. - ASPETTI DELLA PLASTICA LAGUNARE.

Come si esprime lo Zille, la plastica delle lagune può considerarsi come il « risultato del lento processo evolutivo naturale », cui si è sovrapposto l'effetto della dinamica delle acque e le modifiche operate dall'uomo.

Delle cause della formazione se ne è già fatto cenno e quindi non resta che vedere quali siano le forme della plastica (di cui alcune sono individuate e ben definite).

a) Barene, o superfici barenicole sono quei terreni di natura consistente, spesso rilevati rispetto al fondo lagunare, emergenti anche durante le co-

muni alte maree e sui quali si sviluppa la caratteristica vegetazione delle marenne che sopporta le concentrazioni saline.

Queste caratteristiche formazioni sono di area e forma alquanto varia, ma sempre contraddistinte da un bordo rialzato e da una parte centrale depressa, quindi a catino. La pendenza verso l'interno è assai debole, mentre lungo l'esterno può essere alquanto accentuata tanto da consentire la formazione di « Ghebbi », cioè, di solchi di erosione che, talvolta, lungo il bordo più pendente, presentano delle cascatelle quando la marea si ritira.

L'area di distribuzione delle barene è sempre abbastanza ampia rispetto agli interi bacini ed in linea di massima corrisponde ad un allineamento che segue il limite tra la laguna viva e la laguna morta.

La formazione delle barene può essere attribuita sia a cause naturali, cioè a fenomeni di costipazione, che umane, per le modificazioni apportate nel passato per bonifiche che hanno in certo qual modo modificato la possibilità di propagazione delle maree.

b) Superfici paludive (Paluo, o Palù) sono aree lagunari ricoperte di poca acqua, a fondo fangoso e molle sul quale proliferano alghe ed altre piante acquatiche e che possono emergere in parte o completamente nelle basse maree.

Dal punto di vista morfologico, le superfici paludive rispecchiano le barene, cioè la loro forma sia nel profilo verticale che nell'andamento planimetrico, presentando gli stessi caratteri a catino con le analoghe pendenze sia verso l'interno che verso l'esterno.

Le differenze fondamentali con le barene, oltre che alla diversa consistenza, vanno ricercate nella diversa altezza assoluta, in relazione a qualsiasi quota di riferimento, e nella ritmica sommersione. Sono coperte normalmente quindi da una lama d'acqua che può raggiungere, al momento di massima delle normali maree, poco più di mezzo metro di altezza.

La loro localizzazione è piuttosto caratteristica e sembra che possa essere messa in relazione con le linee degli spartiacque, cioè le superfici paludive sono localizzate nelle depressioni su cui tali linee si sviluppano.

Sebbene sotto certi aspetti (forma, erosioni al bordo esterno, pendenza, ecc.) sembra che vi sia una certa relazione tra le barene e le formazioni paludive, non appare chiara però la formazione genetica fra barene, paludi e linee spartiacque.

c) Valle è quello specchio d'acqua conterminato e cintato da arginelli, da grigole, o da rete metallica entro le quali si svolge la coltivazione del pesce.

In relazione al sistema di recinzione si suddividono in tre tipi:

— *valli arginate o chiuse*, cioè i singoli bacini sono totalmente isolati dagli specchi d'acqua o dalle terre circostanti. In queste valli il regime idrau-

lico è rigido in quanto l'afflusso di acqua dolce o salata è strettamente controllato dall'uomo.

Sono originate certamente da antiche depressioni, profondamente mutate dall'opera dell'uomo;

— *valli semiarginate* sono invece quei bacini ove la chiusura dai contigui specchi d'acqua o canali non è assoluta e completa.

Tali bacini sono situati normalmente nelle zone intermedie tra la laguna viva e le parti più entroterra, in corrispondenza delle zone più depresse delle superfici paludive.

E' ovvio che il regime idraulico non è artificiale nè direttamente controllabile;

— *valli aperte* sono infine bacini ove l'azione dell'uomo è praticamente da escludersi nel regolamento del regime idraulico. Sono localizzate spesso in corrispondenza della laguna viva e cintate con mezzi che consentono solo il libero movimento delle acque.

d) Terminologia lagunare veneta. La terminologia lagunare è vastissima e si riferisce oltre che alla parte morfologica, anche alla dinamica delle acque di marea, al vento ed alle situazioni meteorologiche. Sembra però opportuno riportare solo i termini più importanti e che si riferiscono esclusivamente alla morfologia lagunare.

Baro: viluppo di alghe e di altre piante acquatiche che prospera nell'acqua salsa e che ricopre il fondo dei canali morti o poco attivi e gli specchi d'acqua lagunari a basso fondale.

Briccola: gruppo di pali riuniti insieme da catene, o reggette metalliche infissi al margine dei canali navigabili per la segnalazione o per ormeggiarvi natanti.

Canale: idrovia lagunare, artificiale o naturale che ha sempre un tirante d'acqua necessario alla navigazione.

Canéo (canneto): specchio d'acqua salmastra ove prosperano le canne.

Cavana: ricovero coperto, o scoperto per le piccole barche da pesca e per motoscafi.

Cóa del Ghebbo: ramo terminale del Ghebbo che si perde in area di scarsa profondità (60 cm) nelle paludi o barene.

Dama: gruppo di pali legati insieme da catene o reggette metalliche avente al centro un palo emergente sugli altri per la segnalazione della confluenza di due canali o del termine di un canale.

Ghebbo: solco di erosione nelle superfici barenicole o paludive nel quale trovasi sempre (salvo in casi di eccezionali basse maree) un tirante d'acqua

di poco superiore a due metri. Rappresentano le arterie per l'alimentazione degli specchi d'acqua lagunari.

Grisiola: graticciato di canne palustri.

Intestadura: argine destinato ad impedire l'ingresso dei fiumi in laguna.

Laguna morta: parte della laguna più vicina alla terraferma caratterizzata da terreni salmastri — le barene — al livello o di poco emergenti dalla comune alta marea; barene frastagliate in tutti i sensi da canali e tagli (meno profondi) in diretta comunicazione con i crateri ed i canali della laguna viva (Cucchini).

Laguna viva: parte attiva della laguna, idraulicamente funzionante in tempi di marea ritmici, più prossima alle bocche di alimentazione, caratterizzata da una rete di canali che alimentano liberi specchi d'acqua e bacini quasi sempre coperti dalle acque di marea (Cucchini).

Meda: palo isolato infisso per la segnalazione dell'andamento di un canale navigabile.

Palone: antenna isolata e sporgente da una briccola sulla cui sommità è collocato un cesto di vimini e che serve per la segnalazione di attraversamenti subacquei di cavi telefonici e di acquedotto o la confluenza di canali di particolare importanza.

Sacca: spazio più o meno ampio nel quale l'acqua entra ed esce da uno stesso ed unico imbocco. E' detto sacca anche il luogo di deposito di detriti, macerie o fanghi provenienti da escavazioni.

Scomenzera: termine molto significativo anche dal punto di vista morfologico e idraulico, se, come pare, derivi da « scomenzar », incominciare. Sembra significare che basta iniziare lo scavo per vederlo continuare poi dalle forze naturali e si riferisce al canale artificiale di comunicazione fra due lagune o fra due canali navigabili naturali.

Taiada: canale artificiale, scavato fra le barene, allo scopo di vivificare la laguna morta.

IV. - DINAMICA LAGUNARE

Come si può rilevare da quanto fin qui esposto, le aree lagunari di carattere prevalentemente alluvionali, quali quelle in esame, sono ambienti soggetti a trasformazioni degenerative, relativamente rapide proprio a causa delle stesse condizioni che le hanno create.

L'intervento dell'uomo, pur essendo stato di grande rilievo, nulla può,

o, per essere ottimista, può poco quando queste cause sono di carattere universale.

L'avventurarsi nel particolareggiato esame di tali cause sarebbe troppo ambizioso e quindi la trattazione sarà limitata a quei fenomeni più appariscenti e più specificatamente rilevati dagli studiosi in materia e che rappresentano l'incombente pericolo cui è sottoposta l'intera area.

Tali aspetti negativi del dinamismo lagunare possono essere imputati a due agenti principali:

- la subsidenza;
- il mare e il vento.

La subsidenza è un fenomeno che concorre nella dinamica, ma l'attore principale è il mare che con le sue molteplici manifestazioni determina il fenomeno più pericoloso che è l'erosione.

E' evidente che tali fenomeni sono interdipendenti fra loro e, pertanto, se pur trattati separatamente, devono essere intesi nel loro insieme.

a) *La subsidenza.*

Come è stato già accennato nella genesi delle lagune, tutta l'intera area è soggetta ad un lento e costante abbassamento del suolo.

Da accurati rilievi effettuati nel recente passato, era stato calcolato che il ritmo dell'abbassamento nella laguna di Venezia raggiungesse 1 mm per anno, mentre, nel Delta Padano, l'abbassamento si manifestasse in forma più evidente raggiungendo i $3 \div 6$ mm.

Ma da recenti studi, effettuati negli anni dal 1951 al 1956, dall'Istituto Geografico Militare, appare che tale sprofondamento si sia accelerato in questi ultimi 10 anni, raggiungendo al Lido cm 2, a S. Marco cm 3 e nel Delta Padano valori insospettati, quali cm 65 a Casa Mazzoni e, addirittura, cm 74 a Corbola.

Tale aumentata velocità è stata attribuita al concorso di cause artificiali quali il mancato apporto alluvionale che compensi lo sprofondamento del fondo lagunare per l'estromissione dalle lagune dei corsi d'acqua principali, quali l'eccessivo carico delle costruzioni (nelle aree abitate), quali l'estrazione incontrollata di acque dolci dal sottosuolo, quali, infine, la recente massiccia estrazione di idrocarburi nel Delta Padano.

Ma è da rilevare che se pur le cause cosiddette artificiali hanno avuto ed hanno il loro peso, sono le cause puramente naturali che determinano in assoluta priorità il fenomeno.

Infatti è da ricordare che il graduale sprofondamento (subsidenza) è un fenomeno che si verifica in varie zone della superficie terrestre sin dal corso dei tempi geologici, ma è anche da rilevare che un caso oltremodo manifesto è quello, appunto, della bassa pianura veneto-friulana ivi comprese le zone lagunari.

Secondo diverse opinioni, fra loro contrastanti, nel sottosuolo in questione si avrebbe una alternanza di depositi marini e continentali (fluviali), più o meno superficiali i primi, raggiungenti una potenza di circa 6.000 m, per cui si è portati ad attribuire a tale strato la causa dell'abbassamento per la funzione di carico e di costipazione che ne deriva.

Però i recenti risultati ottenuti dall'A.G.I.P. Mineraria, con il rilevamento sismico, fanno ritenere per certo che la causa sia da ricercarsi più profondamente e cioè attribuibile in maggiore entità a cause di natura tettoniche interessanti il basamento stesso della pianura.

Il fenomeno, se pur lento, oltre mettere direttamente in pericolo l'intera area e principalmente le zone abitate, crea oggi, seri problemi dovuti all'invasione delle acque in zone prima esenti e concorre notevolmente all'indebolimento dei cordoni litoranei.

b) *Il mare e i venti.*

Come già accennato il mare è il principale agente nell'opera di smantellamento delle lagune seppur concorra efficacemente alla loro vitalità.

L'azione del mare si manifesta con:

- l'eustatismo glaciale,
- le maree,
- le correnti marine,
- le mareggiate e la risacca,
- le erosioni e gli accumuli.

In talune di queste manifestazioni il vento contribuisce in forma diretta, in altre indiretta, ma sempre in grado di accrescere sensibilmente l'azione degenerativa del mare.

1° - *L'eustatismo glaciale.* All'abbassamento del suolo già accennato, si somma il contemporaneo innalzamento del livello marino che in questi ultimi decenni sembra abbia manifestato un crescendo preoccupante. Dall'esame dei dati forniti da tutte le stazioni mareografiche mondiali, risulta che, negli anni che vanno dal 1871 al 1940, l'aumento medio di tutti i mari terrestri sia stato di circa cm 1,1 per decennio. Un nostro studioso ha però calcolato che, dal 1931 al 1940, tale aumento è salito a cm 1,9 per decennio, per cui, sommando i due dati riferiti all'innalzamento del mare ed all'abbassamento del suolo, si può desumere che il fenomeno acquisti valori più determinanti e preoccupanti.

L'innalzamento del livello del mare è un fenomeno strettamente legato alle masse glaciali.

Il livello del mare non è immutabile nel corso dei secoli e le sue variazioni sono dovute al rapporto tra il volume delle acque marine e quello delle

masse di ghiaccio costituenti le calotte polari e soprattutto di quella antartica (quella artica, infatti, essendo costituita da ghiacci galleggianti ed essendo noto che la maggior parte dello spessore dei ghiacci è sommersa, lo scioglimento non comporta sensibili variazioni al volume dell'acqua marina per la compensazione di volume fra acqua ghiacciata e acqua allo stato liquido). L'aumento e la diminuzione delle masse glaciali sono in relazione alle varie glaciazioni succedutesi nei secoli e le variazioni che esse comportano nella massa delle acque marine costituiscono il fenomeno di « eustatismo glaciale » e « oscillazioni eustatiche » sono dette le variazioni di livello che ne derivano.

Da ricerche effettuate, appare che in corrispondenza della glaciazione würmiana, l'ultima delle quaternarie, il livello del mare Adriatico si sia abbassato di circa 100 metri col risultato che la pianura padano-veneta si sarebbe estesa a tutto l'Alto Adriatico giungendo con la linea di costa fin sotto Ancona. Una prova di questa ipotesi potrebbe essere acquisita se si potessero effettuare profondi carotaggi sul fondo dell'Adriatico per ottenere notizie sul popolamento vegetale che sicuramente ammantò allora l'attuale fondo marino.

Da altri studi si rileva che verso il 1300 i ghiacciai avanzarono sulle Alpi, ritirandosi nel secolo successivo; nel 1600 avanzarono di nuovo molto rapidamente fino al 1850 e tale periodo prese il nome di « piccola glaciazione »; dal 1850 cominciò quel ritiro che è tuttora in corso.

Trattasi probabilmente di un periodo interglaciale la cui durata è imprevedibile, ma che certamente apporterà un rilevante aumento del livello del mare. Secondo calcoli da taluni studiosi effettuati, l'attuale interglaciazione porterebbe ad un aumento totale di tutti i mari di m 30, se malauguratamente si ripetessero in futuro le stesse condizioni che si ebbero nei periodi interglaciali quaternari.

2° - *La marea*. Come noto, le oscillazioni periodiche delle acque marine sono dovute all'attrazione della luna e del sole, maggiore la prima. Quando le due attrazioni si sommano, si hanno i valori più elevati: marea di sizigia (volgarmente detta di « sigizia »), quando contrastano, si hanno i valori più bassi: marea di quadratura.

Le fluttuazioni sono due: una ascendente, detta flusso, e una discendente detta riflusso, ognuna delle quali dura 6 h e 12'; il livello massimo raggiunto dal flusso si dice alta marea, il livello minimo, bassa marea; il breve intervallo fra le due, morto d'acqua; la differenza di livello tra la bassa e l'alta si dice ampiezza della marea e si misura con uno strumento detto mareografo. Il flusso e riflusso determinano, infine, la corrente di marea.

Appare opportuno, inoltre, rammentare che in Venezia le quotazioni sulle carte lagunari sono riferite al livello medio del mare il quale rappresenta la media delle alte e basse maree. Per eventuali confronti con altre

carte idrografiche è opportuno, inoltre, tenere presente che è in uso riferire le quotazioni anche al « Comune marino » o più opportunamente « Comune alta marea » corrispondente alla media aritmetica di tutte le maree autunnali; tale limite è individuabile, con approssimazione, al segno verdastro scuro lasciato dalle acque sui muri di sponda, sulle banchine ed in genere su tutte le costruzioni.

La differenza fra il « Comune marino » (la « Comune » dei barcari veneti) ed il l.m.m. varia da località a località e da epoca ad epoca.

Per Venezia il « Comune marino » è superiore al l.m.m. di m 0,225; per Brondolo di m 0,23.

E' evidente che tali diverse impostazioni della base delle misurazioni, se non conosciute, possono creare errori di valutazione non ammissibili nel campo operativo.

I valori dell'onda di marea vanno crescendo da Ancona in su, fino a toccare la massima ampiezza lungo il litorale di Grado.

La media ampiezza delle maree che si verifica nel bacino di S. Marco è di m 0,20 in periodo di quadratura e di metri 1 in quello di sizigia, nella laguna di Grado-Marano si hanno valori maggiori e cioè di m 0,65 nelle medie normali e di m 1,05 nei periodi di sizigia.

Le alte maree di sizigia possono, però, raggiungere valori elevatissimi come è avvenuto nel 1857, 1867, 1871, 1936, 1951, 1957, 1959 e 1960 e cioè fra i m 1,47 e m 1,52 sopra il livello m.m., per le più alte e fino a m 1,25 sotto il livello m.m., per le minime.

Escursioni di ampiezza così rilevanti determinano correnti di maree sensibilmente forti che, se in concorso con fattori meteorologici avversi, possono arrivare a valori elevatissimi.

La corrente uscente ha normalmente velocità superiore di quella entrante.

Infine è da mettere in evidenza che, mentre fino a poco tempo fa le massime « basse maree » si verificavano normalmente nel mese di dicembre, proprio nei mesi di novembre e dicembre si stanno ora verificando insolite alte maree di rilevante entità e di durata eccezionale.

Pare che sia avvenuto, o stia avvenendo un grande cambiamento sull'andamento delle alte e basse maree.

L'azione della marea non si limita ai soli specchi d'acqua lagunari, ma si estende anche ai canali naturali o non ed ai fiumi, siano essi sboccanti nelle aree lagunari od in mare aperto.

Gli effetti si propagano lungo i corsi d'acqua fin addentro nell'entroterra a distanze variabili, a seconda della grandezza dell'onda di marea, fino a superare, in talune condizioni meteorologiche locali, anche i 10-15 km. Tale evento crea situazioni particolari di agevolazioni nell'attraversamento dei corsi d'acqua sia per le sensibili variazioni di corrente che ne derivano, sia per il risultante gradino (più o meno alto) che viene a separare la sponda o l'argine del fiume dal pelo d'acqua. E' inoltre da tenere presente che gli

effetti su accennati hanno generalmente una velocità di propagazione differente lungo i fiumi, con un ritardo talvolta sensibile, rispetto al propagarsi dell'onda stessa entro i liberi bacini lagunari.

Nella laguna di Grado-Marano tale ritardo raggiunge i 45' tra l'imbocco dei porti ed il limite estremo della laguna e ciò per la forte opposizione data dalla corrente dei fiumi che sboccano nello specchio lagunare.

Infine è da rilevare che nei fiumi che sfociano direttamente in mare si forma una corrente di fondo a temperatura e velocità contrastante, o differente dalla corrente sovrastante. Tale corrente di fondo è molto lenta e perdura per alcuni chilometri diminuendo lentamente a mano a mano che si allontana dal mare.

Strettamente legati all'azione delle maree sono la salinità e l'ossidazione delle acque lagunari.

La concentrazione salina varia con medie mensili intorno al 28‰ nella cosiddetta « laguna viva », mentre nelle parti più interne della cosiddetta « laguna morta » è scarsa, specie nella zona in prossimità della foce dei fiumi.

Alle volte nelle aree più chiuse, nei mesi estivi, si possono avere acque soprassalate.

Tale concentrazione è abbastanza elevata pur risultando inferiore a quella dell'Alto Adriatico al largo della costa (37-38‰).

Variando l'afflusso di acque dolci in rapporto alle condizioni meteorologiche, l'ambiente lagunare è caratterizzato da variazioni stagionali di salinità e più ancora di temperatura.

Il tenore di ossigeno nelle acque dell'Adriatico (al largo) è assai prossimo alla saturazione (nell'acqua salata è minore che nell'acqua dolce). Nelle lagune, l'ossigenazione è minore e si mantiene buona nelle zone discoste dagli abitati e dagli stabilimenti industriali. In tali zone si riduce del 50% consentendo processi putrefattivi che pregiudicano la sanità di tali specchi d'acqua.

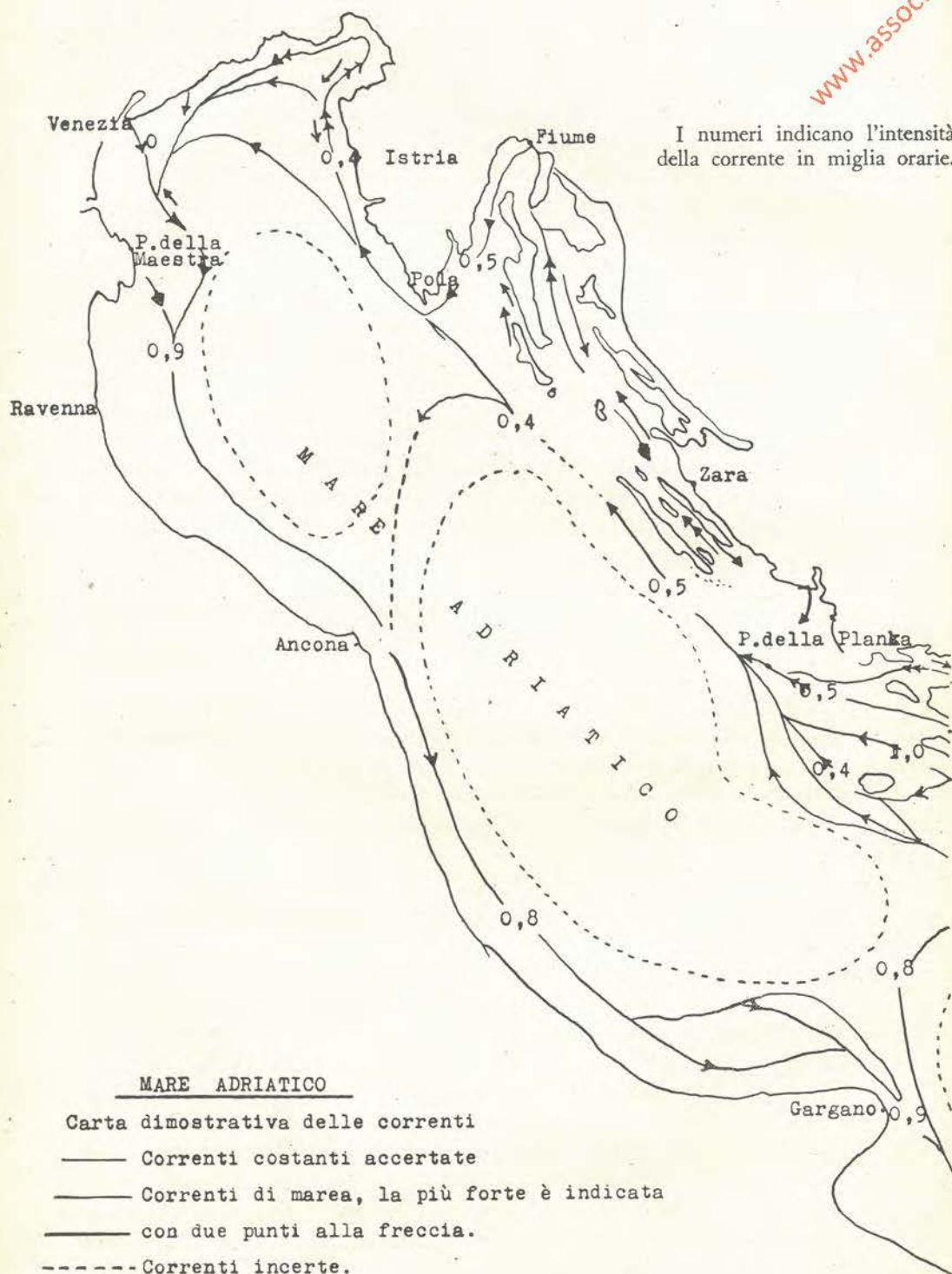
3° - *Le correnti marine*. L'azione delle correnti marine è la meno sensibile, ma purtuttavia essa contribuisce all'erosione.

Nell'Adriatico si notano tre specie di correnti (vds. cartina allegata):

— la corrente litoranea regolare, che nella parte settentrionale dell'Adriatico ha una larghezza approssimativa di 15 miglia, ha una velocità normale di 0,9 miglia all'ora e corre a non molta distanza dalla costa;

— la corrente di marea, che crescendo col crescere della marea raggiunge una velocità di 0,5 miglia l'ora, provoca azione di disturbo nella corrente litoranea aumentandone e diminuendone la velocità senza purtuttavia alterarne la direzione;

— una corrente occasionale, infine, è data dagli sbocchi dei fiumi in mare; la più importante è quella del Po che si può far sentire dalle 5 alle 25 miglia a seconda dello stato del fiume.



L'azione del vento, specie se bora, è quella di aumentare o diminuire la velocità delle correnti principali, ma mentre la diminuzione è poco sentita, l'aumento può giungere a valori elevati fino a raddoppiarne la velocità.

4° - *Le mareggiate e la risacca.* Durante le forti mareggiate, le onde marine raggiungono, al largo, ampiezze massime che si possono valutare sui tre metri; esse si frangono quando arrivano su fondali eguali alla loro altezza.

Si può calcolare che, date le caratteristiche del fondo marino antistante al nostro litorale, il frangente avvenga ad una distanza media di 300 metri dalla linea di spiaggia.

In occasione, però, di alte maree eccezionali, l'onda raggiunge anche quei tratti di spiaggia che normalmente restano asciutti, investendo, quindi, il cordone di dune (che costeggia la spiaggia ad una decina di metri dalla comune battigia) con tale violenza che in alcune località tali dune sono state pressochè demolite.

Inoltre, all'azione demolitrice delle mareggiate si accompagna un'azione affossoria che provoca un aumento della pendenza della scarpata antistante al battente, pendenza che, successivamente, il mare in bonaccia non riesce più a ripascere, proprio per la mutata ed accentuata pendenza.

Così il persistere della pendenza del fondo marino costituisce ulteriore condizione al ritiro della spiaggia in occasione di nuove mareggiate la cui frequenza, in questi ultimi decenni, appare sia spaventosamente aumentata come è rilevabile dal numero dei disastri registrati.

L'assalto del mare provoca, infine, specie durante la stagione invernale, sostanziali modificazioni anche sull'andamento, sullo stato e distanza delle barre che fronteggiano i litorali.

E' risaputo che la torbida di un corso d'acqua, quando si incontra con il salso marino, si deposita immediatamente e quindi la zona dello sbocco si sopraeleverebbe rapidamente se proprio il mare, con le correnti costiere, la risacca e le mareggiate, non disperdesse i detriti lasciando così libero sfogo alla corrente fluviale. I detriti si dispongono in fasce parallele alla linea di costa, intervallate fra loro da profondi solchi, decrescenti in altezza verso il largo, dando al fondo marino una forma ondulata. Con le forti mareggiate esse sono ulteriormente disperse o accumulate a distanza variabile dalla battigia in direzioni, altezze differenti ed in numero diverso delle fasce precedenti.

5° - *Le erosioni e gli accumuli.* Come accennato in precedenza, vari fattori contribuiscono a rendere instabili le lagune, ma il pericolo principale è dato dalle erosioni che si verificano sia nell'interno delle lagune che sul margine esterno dei cordoni litoranei che le separano dal mare aperto.

Contemporaneamente alle erosioni si verificano però anche gli accumuli, per cui, mentre in alcuni tratti il cordone litoraneo si indebolisce

creando incombenti seri pericoli alle lagune ed alle aree di bonifica retrostanti, in altre parti si rafforza modificando in tal modo l'aspetto e la forma della linea di costa.

Per quanto riguarda le erosioni nell'interno della laguna, si deve riconoscere che se i provvedimenti adottati dagli idraulici veneziani, per la conservazione della laguna, hanno raggiunto in massima parte l'intento che si erano prefissi, hanno anche avuto il risultato di ravvivare troppo la dinamica lagunare, aumentando la profondità dei canali e la velocità ed il volume del flusso e riflusso delle maree.

Così, le lagune sono divenute, con l'andare del tempo, troppo vive ed attive sì da esercitare forti erosioni in più zone dei loro contorni interni ed in località ove le correnti di marea raggiungono limiti eccessivi. Le erosioni che sono in atto all'ingresso del porto del Lido a Venezia ed a porto Buso a Grado sono di tale entità da far temere non lontano il giorno in cui il mare abatterà definitivamente gli sbarramenti che gli si oppongono alla irruzione nelle parti più interne delle due lagune. La laguna di Caorle non corre questi pericoli per le ragioni già in altra sede accennate.

Per dare una idea di quanto su esposto, basterà dire che nel canale del porto di Lido la marea raggiunge la velocità di km 7.200 all'ora e nei canali di porto Buso e porto Lignano di circa km 5.500 l'ora.

L'erosione esterna, sui cordoni litoranei, si manifesta in forma piuttosto preoccupante su circa 30 km di spiaggia sui 90 che corrono tra foce Brenta e Tagliamento.

Fra Tagliamento e Isonzo le erosioni sono di entità minore e comunque paiono decisamente compensate dai ripascimenti che in modo alternato si verificano localmente.

In altre zone, come accennato, si verificano, invece, degli accumuli sia per l'azione del vento che per l'azione delle correnti e del mare.

I ripascimenti più sensibili si verificano nel Delta Padano, ma essi sono dovuti esclusivamente al protendersi dei con di deiezione del Po. Infatti il fiume conduce in mare, annualmente, 50 milioni di mc di detriti che, se non fossero costretti a depositarsi in mare, avrebbero già colmato, almeno in parte, quelle depresse terre di bonifica che violentando la natura sono oggi coltivati, grazie agli ingenti capitali che l'economia nazionale eroga per proteggerle dalle inevitabili alluvioni e dalle rotte del mare con la periodica sopraelevazione degli argini e dighe sempre meno efficienti a causa della sommatoria negativa dei fenomeni naturali precedentemente accennati.

Le cause a cui si possono attribuire le erosioni e i normali accumuli (assalto del mare, subsidenza, eustatismo glaciale, correnti e vento già accennate come cause concomitanti), sono dovute principalmente al mutato regime dei fiumi che sboccano nell'Alto Adriatico ed alle dighe erette a protezione dell'imbocco dei porti.

Infatti gli sbarramenti montani per i vari impianti idroelettrici ed in minore misura le irrigazioni, sottraendo acque ai fiumi ed ai loro affluenti, hanno causato, specie per il Piave, una sensibile diminuzione del quantitativo di materiale solido che altrimenti sarebbe arrivato alle foci per il normale ripascimento dei litorali.

Le dighe dei porti di Chioggia, Malamocco, S. Nicolò, Grado, protendendosi sul mare, ostacolano lo spontaneo ripascimento, uniforme e parallelo, dei lidi vicini deviano o accumulando su taluni tratti i detriti e lasciandone altri privi di apporto e così totalmente esposti all'azione erosiva del mare.

Meno efficaci appaiono i « pannelli », eretti in più punti lungo il litorale, appunto perchè il materiale solido trasportato dai fiumi scarseggia.

A questo punto sarà bene ricordare che l'Istituto Idrografico della Marina militare adotta il sistema di riferire sulle carte nautiche le quote terrestri al l.m.m. e le batometriche al livello medio delle basse maree di sizigia ($-0,52$) e che, pur effettuando i rilevamenti dei fondali fino alle minime, non può ovviamente seguire a breve scadenza le variazioni che si verificano sulla battigia o nelle immediate vicinanze. Così appare evidente che non si dispone di una situazione aggiornata dello stato dei lidi, tranne per piccoli tratti antistanti alle bonifiche, controllati dal Magistrato alle Acque.

E' proprio su questi fondali che si verificano le maggiori variazioni, comunque sempre tali da far risultare mutevoli nel tempo le ipotesi sulle più probabili offese anfibie che si possono subire, come da imporre sensibili modifiche alle predisposizioni di carattere difensivo, sia attive che passive, elaborate e programmate a tempo indeterminato.

V. - CLIMATOLOGIA LAGUNARE

Per completare il quadro finora abbozzato dell'ambiente lagunare, appare necessario fornire qualche elemento sul clima perchè esso, nelle lagune, si manifesta in modo diverso da quello dell'entroterra e da quello dell'antistante specchio d'acqua marina.

Non sembra però opportuno citare dati o statistiche sia perchè essi sono facilmente reperibili presso gli uffici meteorologici esistenti e sia perchè non appare giustificato appesantire queste note; in ogni caso, l'esame comparato di tali dati potrebbe offrire, a chi lo desiderasse, una più dettagliata cognizione di quanto sarà sinteticamente in appresso esposto.

Il carattere generale del clima della regione si manifesta sotto due distinti aspetti:

- continentale, nella parte montana e pedemontana,
- prevalentemente marittimo, nella pianura.

Nella pianura, però, il clima è decisamente più rigido d'inverno ri-

petto ad altre pianure alla stessa altitudine e latitudine e ciò per effetto della bora e dei venti del Nord che apportano un sensibile abbassamento della temperatura; in estate, invece, i venti di mare ed il prevalente scirocco esercitano una sensibile influenza e concorrono a mitigare le elevate temperature che si possono raggiungere, seppur causando notevoli e repentine escursioni nella pressione atmosferica ed elevando il tasso d'umidità nell'aria.

Nelle aree lagunari, invece, il clima si manifesta in forme ed andamento sostanzialmente differente che nella pianura.

Infatti esiste uno sfasamento termico fra le acque lagunari e quelle del mare antistante, provocando dei massimi e dei minimi stagionali decisamente più accentuati negli specchi lagunari rispetto a quelli marini. Non è da escludere che ciò sia attribuibile essenzialmente al diretto apporto termico delle correnti fluviali che tuttora defluiscono nei bacini lagunari.

Dai rilievi effettuati, si dovrebbe concludere che la primavera cominci prima nelle lagune che in mare; che l'autunno vi arrivi con notevole anticipo; che l'inverno sia più freddo e l'estate più calda e ciò forse perchè lo schermo che le separa dal mare (lidi), agendo in un senso o nell'altro, mitighi o accentui il potere refrigerante dell'aria che raggiunge talvolta valori insospettati.

Da quanto sopra detto, sembrerebbe, quindi, che le lagune, quella di Venezia in ispecie, si trovino al limite fra le condizioni di ambiente subcontinentali del retroterra e quelli submediterranee delle loro spiagge (schermi), in una condizione di equilibrio che pulsazioni climatiche, anche modeste, possono creare turbazioni non del tutto prevedibili ed essenzialmente locali.

Tale accenno, fatto a solo titolo orientativo, si è reso necessario per comprendere quanto già detto per altri argomenti e cioè che l'ambiente lagunare, quale oggi ci appare, non è altro che la risultante fra le opposte forze della terra e del mare in una vicenda climatica che ha un suo proprio ritmo.

Ritmo sicuramente derivato dalle complesse vicende climatiche del passato, in contrasto, o in concomitanza a quelle storico-fisiche della evoluzione lagunare in uno all'apporto umano.

In ogni caso esse inducono a concludere che l'optimum climatico di questo periodo interglaciale, seppur lo è ripensando a talune ipotesi astronomiche, sia già trascorso da un pezzo e che, quando si verificò, contribuì certamente al prosperare dell'insediamento umano nelle lagune.

Infine merita accennare che studi ecologici di alto interesse scientifico contribuiscono a convalidare le ipotesi già accennate (sia riferenti al fattore clima che a quello della genesi) e che, solo se considerati nel loro insieme, permettono di costruire un quadro generale dell'ambiente assai vicino alla realtà che presiedette e presiede ancora all'esistenza delle lagune quali oggi sono, alla loro dinamica ed al loro divenire.

CONCLUSIONE

Da quanto è stato esposto, necessariamente in modo sommario perchè gli argomenti trattati attendono a rami scientifici il cui approfondimento trascende lo scopo a cui queste note mirano, sembra evidente che lo speciale aspetto del problema lagunare merita da parte dei Quadri un attento esame ed uno studio portato in profondità.

La materia è vasta, ma è allettante e, quindi, si ha ragione di ritenere che lo scopo sarà raggiunto.

Ciò senza voler sottolineare che la conoscenza di questi problemi è da ritenersi indispensabile per gli ufficiali anfibi, tanto più quanto più è elevato il grado, poichè essa incide in modo progressivamente sempre più sensibile sulla attività di comando.

Come il clima (con la sua variabile manifestazione e l'elevato indice di umidità), il tasso di salinità e il grado di ossidazione delle acque condizionano e indicano le modalità, la qualità, la quantità ed il tempo per un'appropriata ed economica (seppur apparentemente non lo sembri) manutenzione dei materiali ed il razionale impiego dell'elemento umano.

Solo possedendo questo patrimonio culturale si può attribuire al personale del Raggruppamento la qualifica di anfibio, come tale attributo sarebbe senza senso se l'organismo al quale è applicato non ne possedesse le caratteristiche o le possedesse solo in parte.

Ma anfibio non si diventa leggendo qualche articolo o studiando genericamente le operazioni relative; al massimo si potrà ottenere una discreta abilitazione a far parte di truppe occasionalmente addestrate in vista di una operazione di sbarco.

Come è stato accennato nella premessa, si tratta di un « abito mentale » che si acquista solo dopo accurato e severo studio e con il pratico esercizio dell'attività anfibia. Studio ed attività che conferiscono all'ufficiale anfibio una naturale predisposizione non solo alla consueta cooperazione interarma ma anche a quella interforze, inserendolo in un quadro operativo di più vaste proporzioni del normale.

Anzi, a questo proposito, oggi, dato il progresso della scienza e la conseguente evoluzione delle idee e dei mezzi, non sembra azzardato affermare che la denominazione di « anfibio » sia ormai superata; nessun assalto oltre una barriera acqua, più o meno estesa, può essere concepito senza il concorso e lo sfruttamento del terzo elemento. Si è dell'avviso che l'idea « trifibia » sia da considerare ormai affermata ed appare inevitabile assuefarsi a tale idea ed organizzarsi in conseguenza.

E' di conforto pensare che nessun'altra Unità appaia più pronta ad accogliere questo concetto quanto il Raggruppamento Lagunare e ciò non solo nello assolvimento del suo specifico compito, ma anche in svariati altri,

ivi compreso, ed in primo luogo, quello del forzamento di un corso d'acqua inguadabile.

Da quanto risulta, solo l'anfibio o meglio il trifibio può annullare o quanto meno grandemente ridurre lo « scollamento » fra il fuoco e movimento nel forzamento di un corso d'acqua e prevenire, nel tempo, la reazione avversaria.

Questo pressante problema è immanente in tutti gli eserciti che ne cercano attivamente la soluzione. Solo taluni lo hanno parzialmente risolto, adottando delle previdenze orientate nel senso indicato e ciò nella logica previsione dell'aspetto che una guerra oggi assumerebbe e ancor più assumerà nel prossimo futuro.

BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI D.: « Estensioni e limiti delle formazioni quaternarie nel sottosuolo del Delta Padano ».
- A.G.I.P. e A.G.I.P. MINERARIA: « Relazione geologica e mineraria sulla Pianura Padana ».
- ALBANI D.: « Studi recenti sulle variazioni del livello marino ».
- ALFIERI N.: « Spina e le nuove scoperte ».
- BATTAGLINI U.: « Scoperta di oggetti di epoche preistoriche nell'estuario di Venezia ».
- BIANCHI F.: « Origini e conservazione della laguna di Venezia ».
- BOAGA G.: « Sugli abbassamenti del Delta Padano ».
- BROOKS C. E. P.: « Climate through the ages ».
- CESSI R.: « Monografia della laguna veneta ».
- CESSI R.: « La diversione del Brenta ed il Delta Ilariano nel secolo XII ».
- COMMISSIONE INTERNAZIONALE PER L'ESPLORAZIONE SCIENTIFICA DEL MEDITERRANEO - COMMISSIONE ITALIANA: Monografia « La laguna di Venezia ».
- CRESTANI G.: « Le osservazioni meteorologiche - I fenomeni meteorologici: Il clima ».
- CUCCHINI E.: « La laguna di Venezia e i suoi porti ».
- DAL PIAZ GB.: « Il bacino quaternario polesano-ferrarese ».
- DE MARCHI L.: « Variazioni del livello dell'Adriatico in corrispondenza colle espansioni glaciali ».
- DE MARCHI L.: « Variazioni di spiaggia in corrispondenza a variazioni di clima ».
- FASSETTA: « Il fenomeno erosivo e la difesa del litorale dell'Alto Adriatico ».
- FERRARI L.: « Lo stato della litoranea veneta da Venezia a Trieste ».
- FERRO G.: « Alcuni problemi geotecnici del Veneto ».
- GALLO R.: « Natura geologica del sottosuolo di Venezia ».
- GARTANI M.: « Gli ultimi abbassamenti del Delta Padano ».
- GENNARI: « Dell'antico corso dei fiumi in Padova e nei suoi contorni ».
- GOLA G.: « Problemi di biologia vegetale nella laguna di Venezia ».
- ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI: « Convegno per la conservazione e difesa della laguna e della città di Venezia - Atti ».
- MAGISTRATO DELLE ACQUE: « La laguna di Venezia ».
- MAGISTRATO DELLE ACQUE: « Appunti e rilievi sulle lagune di Grado, Marano e Caorle ».
- MARCELLO A.: « Piante e bioclina a Venezia ».
- MARTINIS B.: « Bibliografia geologica ragionata del sottosuolo della pianura padana e veneta ».
- MASSERI A.: « Ritmi climatici e ritmi vegetativi ».

- MIOZZI E.: « Venezia nei secoli ».
- PAGANELLI A.: « Il trofismo della laguna veneta e la vivificazione marina ».
- PAOLO DIACONO: « Hist. Lagunare ».
- PAVANELLO G.: « La storia della laguna fino alla conquista romana ».
- PAVANELLO G.: « La laguna di Venezia ».
- PICOTTI M.: « Il regime termico delle acque della laguna di Venezia ».
- PIGORINI L.: « Nuove scoperte preistoriche fatte a Torcello nelle barene di S. Adriano ».
- PLINIO: « Nat. Hist. ».
- POLLI S.: « Registrazione dei bradisismi costieri ».
- POLLI S.: « Il graduale aumento del livello del mare a Venezia, Trieste e Pola ».
- PROCOPIO: « De bello gotico ».
- PUPPO A.: « L'affondamento del Delta Padano: primi lineamenti di una cinematica del fenomeno ».
- PUPPO A.: « Temperature pseudopotenziali della libera atmosfera a Venezia e masse d'aria ».
- PUPPO A.: « Il clima di Venezia e Provincia ».
- STRABONE: « Geografia ».
- TORTAROLO G., SULLAM A.: « L'erosione del litorale dell'Alto Adriatico e la difesa del territorio ».
- UNIONE DI NAVIGAZIONE INTERNA DELL'ALTA ITALIA: « Riunione straordinaria del Consiglio generale - Atti ».
- VERCELLI F.: « Il mare, i laghi, i ghiacciai ».
- ZILLE G. G.: « Morfologia della laguna ».
- ZILLE G. G.: « L'erosione delle spiagge venete ».