

## IL RUOLO DELL'IDRAULICA AMBIENTALE AL CONFINE IMPERCETTIBILE TRA MARE E TERRA



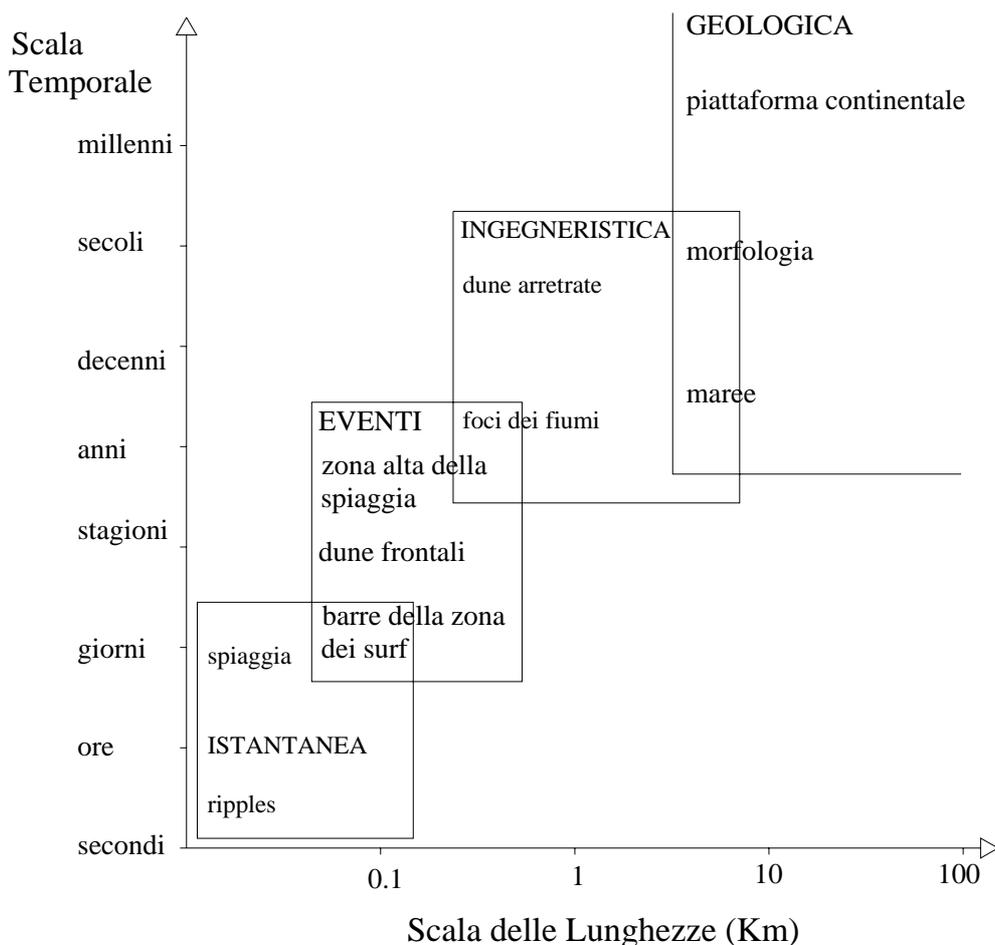
**Prof. Ing. Michele Mossa**

**Ricercatore Universitario; Docente di "Idraulica" del Corso di Laurea in "Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio" presso la Facoltà di Ingegneria di Taranto del Politecnico di Bari**

La dipendenza della Vita dall'Acqua è assoluta. E' noto che l'Acqua è il maggior costituente delle cellule animali e vegetali e che gli organismi viventi sono costituiti fino anche al 90% di Acqua. L'Ambiente, in generale, riveste un ruolo vitale su ogni forma di vita e l'Ambiente Acqua, in particolare, è essenziale nel complesso ciclo vitale dell'Uomo. Il ciclo dell'Acqua sulla Terra include l'evaporazione, la circolazione atmosferica, le precipitazioni e i flussi superficiali (fiumi, torrenti) e nel sottosuolo (acque sotterranee). E' ormai convinzione generale che il complesso sistema Ambientale dell'Acqua sia da preservare per le generazioni future, attraverso uno sviluppo sostenibile delle attività umane.

Queste brevi osservazioni, tanto ovvie quanto fondamentali, evidenziano l'importanza che la risorsa Acqua assume per l'Uomo e permettono di intuire quanto pericolosi possono essere gli interventi antropici sul Territorio, se realizzati in assenza di un approfondito studio, che definisca gli effetti che tali interventi potrebbero causare sull'Ambiente. Lavoro davvero improbo, questo, se si considera che un generico intervento sul Territorio, talvolta realizzato con l'intento di preservarlo, potrebbe dar luogo a degli effetti indesiderati in tempi e luoghi anche fortemente distanti da quelli in cui si opera. E' il cosiddetto effetto della *natura 'chicken-and-egg'* (secondo il quale ad ogni *azione* corrisponde una *reazione* con una progressione dei fenomeni, per la quale si ignora l'esatta combinazione di ciò che è "causa" e di ciò che è "effetto") e della mutua interazione dei processi che coinvolgono l'Ambiente Acqua e l'Ambiente Terra, al punto da rendere del tutto indecifrabile e inutile un confine tra i due.

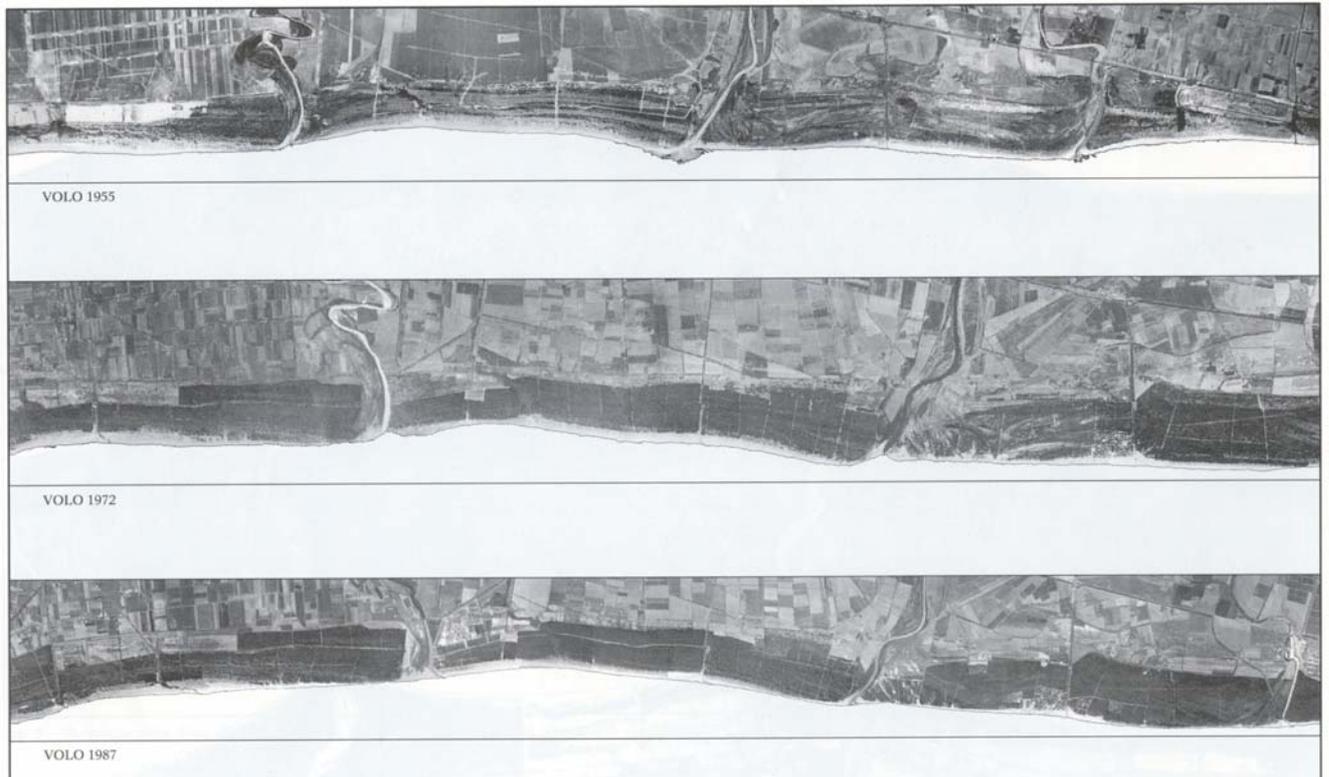
Le conseguenze di un generico intervento antropico possono farsi sentire secondo scale temporali/spaziali variabili dall'ordine dei secondi/metri fino ai millenni/centinaia di chilometri (si veda il diagramma relativo). Le scale spazio-temporali definite "istantanee" sono quelle tipiche dei fenomeni legati a forze primarie, direttamente e istantaneamente agenti (per esempio, le forze legate alla singola mareggiata o al singolo moto di marea); le scale degli "eventi" sono quelle tipiche dei fenomeni legati a fluttuazioni stagionali (per esempio, le tipiche mareggiate che possono verificarsi in un paraggio nell'arco di un anno, con onde tipicamente estive e ripascitive o, piuttosto, invernali ed erosive); le scale "ingegneristiche" (dette anche scale "storiche") sono quelle che riguardano i fenomeni di trasformazione del territorio relativi a periodi lunghi senza, tuttavia, arrivare alle scale "geologiche".



Gli effetti relativi ad un intervento antropico possono risentirsi anche a grandi distanze e dopo molto tempo.

Limitando queste note al solo Ambiente Acqua e, in particolare, al Mare (pur avendo riconosciuto che tali distinzioni sono di opportunità, essendo l' Ambiente un complesso e inscindibile sistema), è ben noto che esso gioca un ruolo fondamentale nella vita di tutti i giorni, in modo diretto o indiretto. Si pensi alla sua influenza sul clima e sulle temperature, sia estive che invernali, al turismo, alla pesca e alle importanti risorse naturali in esso contenute. E' ben noto, altresì, che l'Italia è caratterizzata da una costa particolarmente estesa e, dunque, storicamente il rapporto con il Mare è sempre stato presente e fondamentale nel nostro Paese. Negli ultimi anni sono divenute sempre più pressanti le richieste di soluzioni di molteplici problemi, relativi alla salvaguardia della costa e della risorsa marittima, da parte di Enti Pubblici e Privati e comuni cittadini.

Un tipico allarme, che giunge ormai da più parti, riguarda l'arretramento della linea di riva. Tante sono le cause, sintetizzabili con il mancato equilibrio tra erosione e ripascimento della sabbia, poiché l'apporto di materiale solido dai fiumi e dalla terra diminuisce a causa degli sbarramenti dei corsi d'acqua; la realizzazione di opere, in prossimità della costa, che può provocare, anche a distanze ragguardevoli, variazioni del naturale equilibrio stagionale tra erosione e ripascimento della sabbia; la mancata analisi, anche a lungo termine, degli effetti che qualunque intervento antropico causa nella zona limitrofa o in zone anche molto distanti da essa. Nelle foto che seguono si riportano, a titolo di esempio, le fotocomposizioni del tratto del litorale tra la foce del Sinni e quella del Bradano. Le foto, opportunamente georeferenziate e sovrapposte, consentono di evidenziare, attraverso la ricostruzione e il confronto delle linee di costa del 1955, 1972 e 1987, il fenomeno dell'erosione. La foto successiva, invece, mostra gli effetti erosivi di una mareggiata di notevole intensità avvenuta nel gennaio del 1997 nel tratto di costa tirrenico tra Diamante e Belvedere. Sono evidenti i danni subiti dal rilevato ferroviario.



Fotocomposizione del litorale compreso tra la foce del Sinni e la foce del Bradano (da Spilotro et al., 1998).



Danni del rilevato ferroviario durante la mareggiata di gennaio 1987 sull'arco tirrenico tra Diamante e Belvedere (da Piro, 1988).

Quali, dunque, le strade da percorrere? Quali le metodologie di intervento da proporre? Limitando, come già detto, queste brevi considerazioni al solo caso dell'interazione Mare-Terra e, inoltre, alle sole scale spaziali e temporali cosiddette degli "eventi" e "ingegneristiche", le tematiche tipiche dell'Idraulica Ambientale, volte a risolvere e, preferibilmente, a prevenire le situazioni di dissesti ambientali fisici e della qualità delle acque, possono essere raggruppate nei seguenti punti strategici:

- 1) Conoscenza del Territorio attraverso uno studio approfondito dell'Idrografia, dell'Idrodinamica del Moto Ondoso, delle Correnti di Circolazione e dello Scarico di Acque Reflue civili e industriali in Mare;
- 2) Sistemi di protezione delle coste dall'erosione;
- 3) Sistemi di smaltimento a mare delle acque reflue civili e industriali;
- 4) Analisi degli effetti legati alla realizzazione di Opere Marittime (porti, dighe a gettata e a scogliera, chiuse, scali di alaggio, bacini di carenaggio) sul Territorio, al fine di preservarlo;
- 5) Definizione delle carte di vulnerabilità e monitoraggio delle zone a rischio.

Il Politecnico è concretamente impegnato nello studio dei punti strategici di salvaguardia ambientale sopra riportati, sia con ricerche di base che attraverso proficui rapporti di collaborazione con Enti Pubblici e Privati, che si auspica possano ulteriormente migliorare. Gli studi dei punti strategici di salvaguardia ambientale vengono condotti attraverso l'accorta combinazione di: 1) Modelli matematici; 2) Modelli fisici; 3) Misurazioni *in situ*.

Nei vari laboratori del Politecnico vi sono apparecchiature e strumentazioni, anche d'avanguardia, per lo studio su modelli fisici di problemi di dinamica costiera bi- e tridimensionale e per lo studio della diffusione di acque in mare. Presso gli stessi laboratori, inoltre, sono disponibili modelli matematici per lo studio dell'evoluzione del moto ondoso, delle correnti di circolazione e della diffusione di acque reflue civili e industriali.

A riguardo di queste due ultime tematiche, particolarmente innovative e di interesse, è ben noto che le comunità costiere spesso adottano il mare come mezzo recettore dei liquami urbani e industriali. A questo scopo è necessario studiare le correnti di circolazione, al fine di comprendere la loro influenza sui processi idrodinamici e biologici, il loro contributo alla dispersione dei carichi inquinanti, la relazione esistente con gli agenti atmosferici. Una programmazione razionale dello smaltimento delle acque reflue dovrebbe evitare l'insorgenza di fenomeni di eutrofizzazione, l'accumulo di metalli pesanti e di composti tossici che assimilati dagli organismi marini potrebbero rientrare nel ciclo alimentare dell'uomo. Bisognerebbe inoltre evitare danni all'ecosistema di entità tali da rendere non balneabili dei tratti di costa.

Il tema di ricerca, dunque, è quello della "diffusione", legata alla capacità delle acque costiere di ricevere, diluire e disperdere i carichi inquinanti presenti in alte concentrazioni. La cosiddetta diluizione "iniziale", tipica della fase di risalita del getto di acque reflue verso la superficie del mare, è ovviamente influenzata dalla velocità e dalla direzione delle correnti marine. Diventa indispensabile, allora, conoscere la direzione predominante, la velocità e l'entità della turbolenza dei flussi marini. La simulazione numerica dei campi idrodinamici, attraverso modelli di circolazione, costituisce un potente mezzo di valutazione dell'evoluzione qualitativa e dello stato di rischio ambientale del corpo idrico recettore. I modelli idrodinamici sono poi combinati con modelli di qualità delle acque per ricavare soluzioni valide sia dal punto di vista economico che ecologico.

Riconosciuta, dunque, l'importanza dello studio delle correnti di circolazione marine, ai fini di un corretta progettazione di un sistema di smaltimento di acque reflue, presso il Politecnico si stanno attualmente svolgendo studi di correntometria e di diffusione dei reflui facendo uso di modelli matematici e di rilievi *in situ*. Le misurazioni *in situ* vengono condotte con attrezzatura all'avanguardia. In particolare, si utilizza un correntometro, installato su un'apposita imbarcazione, in grado di misurare il profilo delle tre componenti di velocità (in direzione Nord, Est e verticale) in

una sezione, la cui posizione geografica è individuata da un DGPS (sistema satellitare di rilevamento della posizione) e una giobussola. Durante le campagne in mare, oltre alle misurazioni correntometriche, si rilevano la salinità e la temperatura dell'acqua e si prelevano dei campioni, al fine di misurare importanti parametri bio-chimici.

Quanto detto non può non far ricordare che talune popolazioni, come quella indigena neozelandese Maori, hanno da sempre visto e trattato il mare non solo come una fonte di cibo, ma anche come un elemento di sacralità (*tapu*) da rispettare. Gli studi che si stanno conducendo, con rilevanti sforzi economici, sono indispensabili, data l'importanza delle tematiche ambientali innanzi individuate, anche per dare delle risposte alle richieste che provengono da Enti Territoriali predisposti alla pianificazione e gestione degli interventi.