

SINTESI DI TESI

Caratterizzazione idrogeologica dell'acquifero presente all'interno di cordoni litoranei antropizzati

INTRODUZIONE

Scopo della ricerca

Lo scopo dello studio è stato quello di effettuare una caratterizzazione del sistema idrogeologico in una porzione dell'acquifero freatico costiero, situato in due differenti dune: una a Porto Corsini e l'altra a Marina Romea. La ricerca è stata effettuata mediante rilievi freaticometrici, acquisizione di parametri chimico-fisici, analisi geochimiche. Lo studio ha voluto quindi essere rappresentativo delle caratteristiche e delle problematiche che si creano negli ambienti costieri adriatici, in particolare nella zona di Ravenna ricercando primariamente le differenze che si instaurano tra un sistema sottoposto a pressione antropica (Marina Romea) e un sistema che negli ultimi decenni ha visto uno sviluppo naturale del sistema spiaggia-duna (Porto Corsini).

Come si lega alla gestione del territorio

Ciò che ha spinto lo svolgimento dell'indagine è stata la volontà di proteggere e ripristinare l'integrità di un sistema variegato e dal delicato equilibrio qual è il sistema dunoso del litorale Romagnolo. Quest'ultimo si vede protagonista di continue modifiche antropiche per il mantenimento di un'economia basata sul turismo e al contempo mostra grande importanza naturalistica e ambientale data la presenza di ecosistemi di fondamentale rilevanza ed interesse come il Parco del Delta del Po e data la protezione che da nei confronti di fenomeni quali mareggiate, erosione costiera, intrusione salina, spray marino.

Ragione per la quale non è sempre facile attuare politiche di corretta gestione utili a tutti i portatori d'interesse, valorizzando al contempo territorio e paesaggio.

Preservare un sistema ecologico è quindi un compito complesso. Nasce quindi la necessità di avere una visione integrata delle componenti che entrano in gioco nelle dinamiche ambientali. Tra queste di grande importanza sicuramente è l'acqua, in particolar modo l'acqua sotterranea e le sue caratteristiche.

Problematiche: erosione costiera

Nel corso del Novecento, il sistema ambientale litoraneo della regione Emilia-Romagna è stato oggetto di una profonda trasformazione che lo ha reso estremamente fragile.

Sebbene solitamente il cambiamento climatico sia da considerarsi come il principale responsabile dei mutamenti a cui è sottoposta la linea di costa, localmente molti altri parametri possono assumere una prevalenza significativa.

L'intera fascia costiera, con un sistema dunoso continuo lungo l'Adriatico, è stata urbanizzata a partire principalmente dal dopoguerra, determinando una progressiva perdita di terreni agricoli, di spiaggia e l'irreversibile distruzione di ampi tratti di duna. In particolare, gli insediamenti urbani sono incrementati del 400%.

La regimazione dei fiumi e l'escavo di inerti in alveo hanno portato a un crollo del trasporto di sabbia verso il mare e, quindi, a una forte riduzione dell'alimentazione naturale delle spiagge (meno del 95% dei sedimenti raggiungono la costa).

Nella seconda metà del secolo, l'intensificazione dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee e dei giacimenti di metano ubicati in prossimità della costa hanno determinato l'incremento della subsidenza della fascia litoranea e, conseguentemente, dell'erosione delle spiagge.

L'altro elemento di pressione che ha contribuito a minare l'equilibrio della costa regionale è stato la costruzione di opere trasversali (moli in cemento armato), a protezione dei numerosi approdi che sono stati costruiti sotto la spinta dello sviluppo della marineria militare e civile.

Il risultato di tutte queste pressioni è un 47% di tratti litorali che presentano perdita di materiale sabbioso.

Problematiche: intrusione salina

Un'ulteriore azione delle dune costiere è rappresentata dal contrasto all'intrusione di acqua marina nel sottosuolo. In particolare, tale opposizione viene effettuata dalla presenza di un acquifero dolce o da lenti di acqua dolce presenti nelle zone saturate lungo costa. La formazione di tale lente di acqua dolce al di sopra del livello del mare è permessa dal rilievo topografico unito alla presenza di un acquifero non confinato. Il principio Ghyben-Herzberg postula che in una falda omogenea, non confinata, la profondità dell'interfaccia tra acqua salata e acqua dolce è direttamente proporzionale all'elevazione della falda sopra il livello medio del mare.

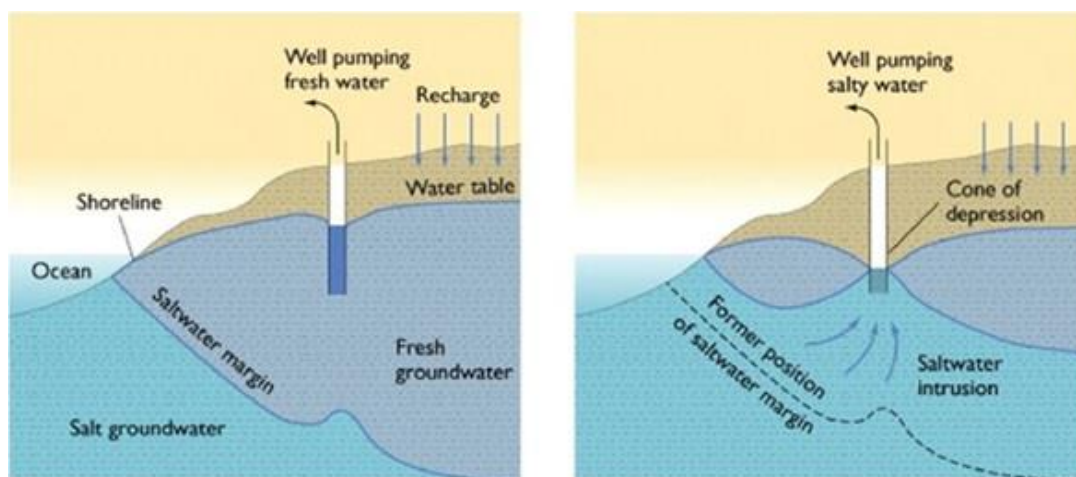


Figura 1 - Effetto di un eccessivo emungimento su una falda costiera

L'Agenzia Europea dell'Ambiente ha riconosciuto l'intrusione salina dovuta all'eccessivo sfruttamento di acque sotterranee come una delle principali minacce per le risorse di acqua dolce della zona costiera in Europa. L'acquifero freatico costiero di Ravenna risulta fortemente contaminato dall'intrusione salina poiché gli apporti idrici possono avvenire esclusivamente dalla ricarica superficiale, e le uniche aree in cui può avvenire la ricarica sono le fasce di duna in cui i depositi sabbiosi superficiali sono affioranti ma ciò nonostante i tassi d'infiltrazione sono moderati, anche a causa delle scarse precipitazioni e delle alte temperature che originano evapotraspirazione.

AREA DI STUDIO

L'area di studio di questa tesi ricade all'interno dell'area costiera compresa tra Porto Corsini e Marina Romea. La zona è una sottile penisola di circa 300 ettari circondata da corpi idrici superficiali salati. Essa è infatti delimitata a nord dal fiume Lamone, a sud dal canale Candiano, a est dal Mare Adriatico e a ovest dalla Pialassa Baiona. Al centro di questo lembo di territorio scorre, da nord a sud, un canale di drenaggio che va dal fiume Lamone a nord sino al canale Candiano a sud. Le sue acque vengono sollevate da un idrovora avente lo scopo di prosciugare mantenere asciutto il territorio, per garantire le attività antropiche dell'area, tra cui il turismo.

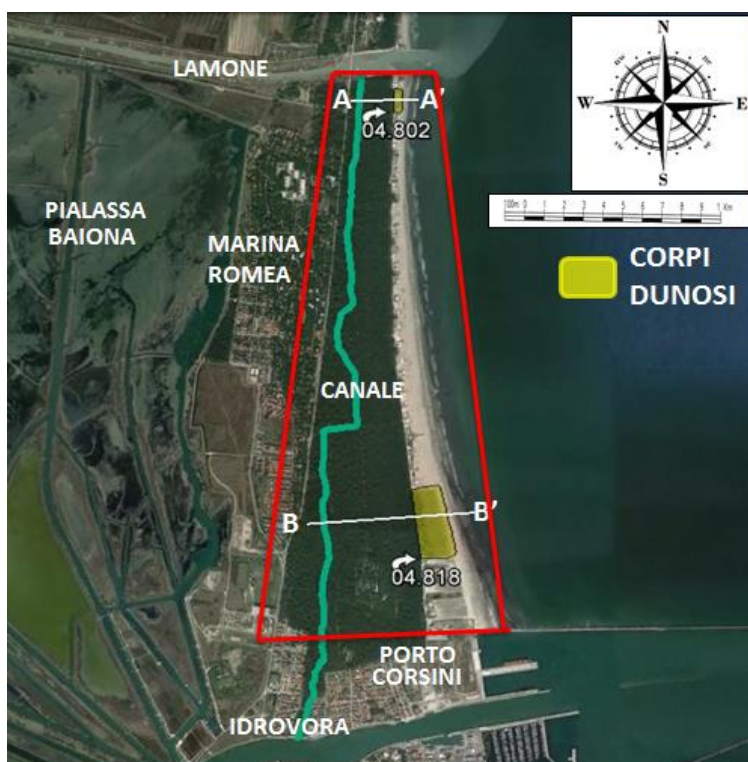


Figura 2 - Contesto territoriale. Marcata in rosso l'area di studio

Le due dune prese in esame mostrano caratteristiche totalmente differenti e la loro ubicazione ai confini del territorio analizzato permetterà una più facile determinazione dei fattori che agiscono sull'area d'interesse.

- Il corpo dunoso più a nord ha una superficie di circa 1 ettaro, dista mediamente 24 m dal mare e ha una larghezza di 65 m dopo la quale si trova la zona pinetale. La sua altezza massima è di 5 m.l.m.m, mostra la presenza di una piccola falesia, vede nelle vicinanze 2 stabilimenti balneari ed è raggiungibile tramite un accesso carrabile.
- La duna più a sud ha una superficie di 5,37 ettari, dista 65 m dal mare e ha una larghezza di 142 m prima della zona pinetale. La sua altezza massima è di 3 m.l.m.m, mostra una topografia morbida e uniforme, è accessibile tramite un percorso pedonale e dal 1983 è tutelata come area naturale protetta dell'Emilia-Romagna essendo parte della "Riserva naturale Duna costiera di Porto Corsini".

METODOLOGIA

Ai fini di una buona caratterizzazione dell'acquifero da Settembre 2015 è stata effettuata mensilmente una campagna di monitoraggio piezometrico e dei parametri chimico-fisici.

Tabella 1 – Scaletta delle attività svolte e suddivisione temporale

Mese	Attività
Giugno 2015	✓ Messa a dimora del sistema per il campionamento
Settembre 2015	✓ Rilievi GPS ✓ Rilievi freatimetrici ✓ Determinazione della conduttività e di altri parametri chimico-fisici
Ottobre 2015	✓ Rilievi freatimetrici ✓ Determinazione della conduttività e di altri parametri chimico-fisici ✓ Misure geochimiche e spettrofotometriche in campo ✓ Campionamento ✓ Analisi F-AAS ✓ Analisi IC
Novembre 2015	✓ Rilievi freatimetrici ✓ Determinazione della conduttività e di altri parametri chimico-fisici
Dicembre 2015	✓ Rilievi freatimetrici ✓ Determinazione della conduttività e di altri parametri chimico-fisici
Gennaio 2016	✓ Rilievi freatimetrici ✓ Determinazione della conduttività e di altri parametri chimico-fisici

Per il campionamento ci si è avvalsi di un sistema a minifiltri (*multi level sampler*), una tecnica innovativa che permette un campionamento diversificato lungo la profondità dell’acquifero.

RISULTATI

I risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio e dalle analisi in laboratorio sono stati utilizzati per la creazione di profili lungo le sezioni dell’acquifero, a seguito di elaborazioni statistiche. I software impiegati sono: Microsoft Excel 2010, GCDkit 3.00 ed EnviroInsite2014.

Verranno qui mostrati due esempi di tale elaborazione, in ordine: soggiacenza tavola d’acqua vs precipitazioni e salinità (ottenuta per conversione dalla conduttività dell’acqua). Per una descrizione più dettagliata vedere “Risultati” Cap.4 pag. 54 della Tesi.

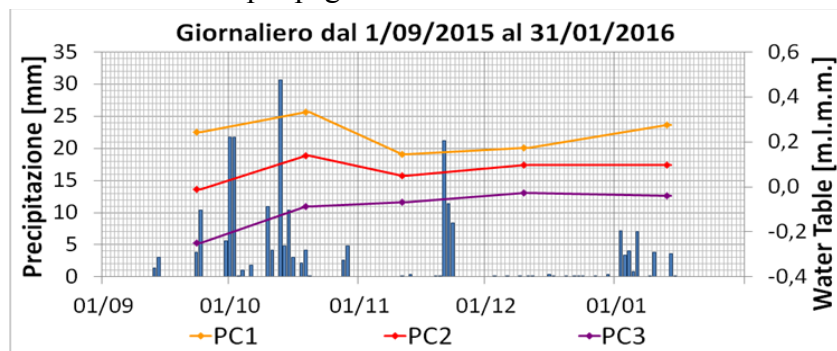


Figura 3 – Istogramma delle precipitazioni giornaliere e livelli piezometrici rilevati

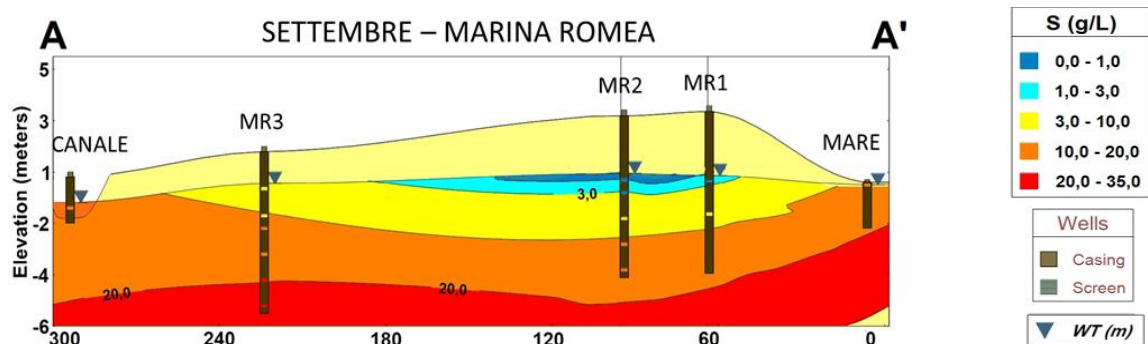


Figura 4 – Rappresentazione del profilo di salinità lungo la sezione A-A' per il mese di Settembre

DISCUSSIONI

La campagna di monitoraggio si è sviluppata su tre fronti: freaticimetria, salinità e classificazione idro-chimica delle acque (individuazione delle tipologie d'acqua "water type" mediante la classificazione di Stuyfzand con determinazione dell'indice BEX per evidenziare trend di addolcimento o salinizzazione).

Dalla prima indagine risulta che la soggiacenza della tavola d'acqua è strettamente relazionata alla topografia, alla distanza dell'idrovora, ai regimi del canale drenante, alle precipitazioni e alla temperatura. Giocano quindi un ruolo fondamentale il cambiamento climatico, la subsidenza e l'erosione costiera.

Dal monitoraggio della salinità si presenta uno scenario critico. L'acquisizione dei parametri chimico-fisici ci mostra infatti un'intrusione salina incalzante originata da una serie di fattori naturali ed antropici. Uno tra questi la vicinanza dei corpi idrici salati, si osserva infatti una risalita degli strati profondi più ricchi di ioni marini in prossimità dei corsi d'acqua e nelle postazioni a quote inferiori (*upwelling*). Tra i due siti il più vulnerabile sembra essere Marina Romea che mostra acque saline già a livelli della superficie piezometrica.

Le cause di questo fenomeno sembrano essere molteplici:

- l'erosione costiera che assottiglia la lingua di terra adibita a ricarica di acqua dolce da parte delle precipitazioni.
- un'estensione della duna minore rispetto a Porto Corsini
- la presenza di infrastrutture turistiche, che hanno frazionato la duna e rendono parte della superficie impermeabile.
- La maggiore vicinanza al canale di drenaggio che esercita un'azione di bonifica dell'area portando alla rapida scomparsa della risorsa idrica dolce superficiale messa in loco dall'infiltrazione delle precipitazioni.

Le analisi geochimiche ci mostrano una sovrabbondanza di ioni provenienti dal mare (Cl^- , SO_4^{2-} , Br^- , Na^+ , Mg^{2+} , K^+) con profili simili alla salinità. Un riscontro ci viene anche dalla classificazione di Stuyfzand (ottenuta sempre dalle concentrazioni degli ioni) e dall'indice BEX. Porto Corsini mostra un addolcimento generale, presumibilmente grazie alla sedimentazione a cui è soggetta la zona. Mentre Marina Romea evidenzia strati in via di salinizzazione forte, in accordo con i dati di salinità.

COCLUSIONI

Molte misure tecniche potrebbero essere adottate per contrastare questo fenomeno di intrusione salina:

- una miglior gestione del regime del corso idrico attraverso il canale di drenaggio e l'idrovora, magari pesando le quantità di acque asportate dal sistema di bonifica in funzione delle precipitazioni.
- prendere in considerazione (dopo attenti studi) l'ipotesi di ridimensionamento dei pennelli a nord della foce del Lamone
- un'imposizione di misure per il risparmio idrico durante la stagione turistica, organizzando ricariche artificiali delle acque di deflusso e creando bacini di ritenzione per immagazzinare l'eccedenza d'acqua dolce durante i periodi piovosi.

Lo studio effettuato rappresenta comunque le condizioni createsi durante soli 5 mesi dell'anno, da Settembre 2015 a Gennaio 2016, sorge quindi la necessità di svolgere ulteriori indagini, così da avere un quadro più completo dei processi che interagiscono sul bilancio idrico dell'area indagata per almeno un intero anno.