

SPIAGGIA DEL POETTO

Riporto di seguito alcune considerazioni sulla vicenda della sabbia usata per il ripascimento. Le mie considerazioni fanno riferimento alla lettura delle dichiarazioni, esposte su questo argomento, da parte di tecnici e amministratori della Provincia di Cagliari. Alcune dichiarazioni mi hanno poi spinto ad effettuare alcune verifiche di laboratorio, i cui risultati sono riportati nella parte finale di questo scritto.

Granulometria

La spiaggia originaria è costituita da tre strati principali. Il primo strato è costituito da sabbia molto sottile (eolica), bianca, prevalentemente quarzosa. La potenza di questo strato varia da poche decine di centimetri fino a circa un metro. Il secondo strato è costituito da sabbia più grossa, che appare molto scura nelle fotografie mostrate dai tecnici della Provincia. Il terzo strato è composto da ciottoli e sabbie molto grossolane.

La distribuzione granulometrica della sabbia sparsa per il ripascimento della spiaggia è completamente differente rispetto a quella della sabbia superficiale originaria. La sua distribuzione granulometrica è invece piuttosto simile a quella dello strato intermedio.

Composizione

La sabbia superficiale originaria è costituita essenzialmente da quarzo e contiene piccole quantità di calcare di origine organica (gusci, alghe calcaree, etc.). La sabbia utilizzata per il ripascimento ha una composizione molto diversa da quella superficiale originaria; è invece più simile a quella degli strati più profondi della spiaggia originaria.

Ripascimento

L'idea che stava alla base dell'operazione di ripascimento consisteva nella sostituzione della sabbia mancante con sabbia molto simile a quella perduta dagli strati superficiali.

La sabbia che è stata utilizzata non può sostituire quella eolica superficiale perché è differente sia per distribuzione granulometrica, sia per costituzione mineralogica e chimica. Non si può nemmeno pensare che, nel breve periodo, si possa ottenere una riduzione della granulometria tale da rendere la sabbia che si è sparsa più simile a quella superficiale preesistente. La parte più fragile, e quindi più soggetta alla frantumazione, è quella costituita dai frammenti calcarei. La parte di sabbia silicea, la più dura, sarà difficilmente soggetta a frantumazione. In pratica, l'eventuale frantumazione produrrebbe una sabbia costituita da grani grossi, di silice o di silicati, e da grani sottili di calcare in quantità equivalente. Bisogna ricordare che la parte calcarea costituisce una frazione minoritaria nella sabbia superficiale preesistente.

Rimane la possibilità, presa in esame da qualche tecnico della Provincia, che la sabbia sparsa possa andare a rinforzare gli strati più profondi. La sabbia eolica verrebbe quindi a poggiare su uno strato di sabbia grossolana più potente e quindi, con la stessa quantità di sabbia eolica, si otterrebbe una spiaggia più ampia. Se l'ipotesi di lavoro fosse questa, il problema del colore della sabbia dragata diventerebbe assolutamente secondario. Se l'ipotesi di lavoro fosse questa, è chiaro che l'intervento avrebbe risolto ben poco dato che quella che è mancata è la sabbia fine superficiale mentre di quella più grossa se ne trova in abbondanza.

L'ipotesi fatta si presta tuttavia ad alcune osservazioni. La prima è che l'ipotesi di progetto era completamente differente. La seconda è che non si capisce come la sabbia, sparsa fino a questo momento, possa, in tempi accettabili, disporsi "naturalmente" al di sotto di quella eolica.

Sbiancamento

Sulla composizione chimica della sostanza scura presente nella sabbia dragata e sparsa sulla spiaggia, non esiste alcuna certezza sperimentale. Potrebbe trattarsi di sali minerali, ma potrebbe trattarsi anche di sostanza organica derivata dalla decomposizione anaerobica di altra sostanza organica (vivente).

L'ipotesi accreditata dai tecnici della Provincia è che lo strato scuro disposto sui granuli sia costituito da solfuri, forse di ferro. Dall'osservazione microscopica effettuata da alcuni ricercatori, questi strati scuri appaiono presenti anche nella porosità che si trova all'interno dei grani. Nelle fotografie mostrate da tecnici della Provincia appare soltanto una patina superficiale, probabilmente perché nelle fotografie compaiono soltanto grani a bassa porosità (quarzo, etc.).

Lo sbiancamento dei grani può avvenire per ossidazione del solfuro metallico a solfato solubile oppure a ossido metallico più anidride solforosa. Il prodotto finale ottenuto dipende dall'ambiente in cui avviene la reazione. In natura, questa ossidazione dovrebbe avvenire per effetto dell'ossigeno atmosferico, con un processo lento in cui hanno rilevanza sia la cinetica della reazione vera e propria, sia la cinetica del trasporto di materia dall'aria atmosferica verso la superficie del grano.

La reazione fra il solfuro solido e l'ossigeno può avvenire sia in presenza di ossigeno gassoso, sia in presenza di ossigeno disciolto in acqua. Se la reazione avvenisse all'interfaccia fra gas e solido essa sarebbe fortemente sfavorita sia per la bassa temperatura (il che comporta una bassa velocità della reazione chimica), sia per la bassa velocità dei fenomeni connessi al trasferimento dell'ossigeno dalla massa d'aria verso la superficie solida. Se la reazione avvenisse all'interfaccia fra liquido e solido, anche qui si dovrebbe tenere conto di alcuni effetti sfavorevoli: la bassa temperatura, la bassa concentrazione dell'ossigeno disciolto e la sua bassa velocità di trasferimento. In definitiva, i tempi necessari perché la reazione si completi sono molto lunghi. La reazione avverrebbe in un ambiente leggermente alcalino a causa della presenza dell'acqua di mare.

In ogni caso, l'ossidazione dei solfuri presenti nella porosità interna dei grani avverrebbe con velocità ancora minore (di qualche ordine di grandezza) rispetto a quella registrabile alla superficie esterna dei grani.

L'ossidazione sarebbe, inoltre, molto più lenta negli strati di sabbia più profondi rispetto a quanto accadrebbe negli strati più vicini alla superficie a causa della maggiore difficoltà nel processo di diffusione dell'ossigeno.

Il processo globale (ammesso che avvenga) sarebbe, in ogni modo, sicuramente molto lento. Ne è una prova il fatto che anche le fotografie riportate dai tecnici della Provincia mostrano che gli strati profondi presenti nella spiaggia preesistente al ripascimento, sono ancora molto scuri (anche in questo caso si tratta di solfuri?).

Alla luce di quanto detto, la prova effettuata con un acido forte (acido nitrico) non appare rappresentativa.

Se lo strato scuro fosse costituito da solfuro ferrico, la reazione con l'acido nitrico (in ambiente acido) produrrebbe acido solfidrico e nitrato ferrico. Si realizzerebbe quindi una reazione completamente diversa da quella di ossidazione del solfuro a solfato (o ad ossido) che si era ipotizzato di ottenere con l'esposizione all'ossigeno atmosferico. Una reazione analoga si registrerebbe se l'acido nitrico venisse sostituito con un altro acido forte, come acido cloridrico o acido solforico. L'unica differenza sarebbe costituita dal sale finale, che sarebbe, nei due casi, cloruro o solfato ferrico.

Se lo strato scuro fosse costituito da solfuro ferroso, l'acido nitrico (in ambiente acido) ossiderebbe il solfuro ferroso a solfuro ferrico producendo monossido d'azoto. Un altro possibile prodotto di reazione si otterrebbe per ossidazione dello ione solfuro a zolfo elementare. In presenza di acido in eccesso, sia lo zolfo che il solfuro ferrico produrrebbero acido solfidrico. L'azione ossidante dell'acido nitrico sarebbe molto forte, poiché l'agente ossidante si trova già disciolto nella fase liquida e vi è presente ad una concentrazione che è, presumibilmente, molto elevata. Anche in questo caso, si realizzerebbe una reazione completamente diversa da quella di ossidazione con ossigeno atmosferico.

E' impossibile aggiungere ulteriori commenti alla sperimentazione descritta dai tecnici della Provincia in quanto essi non riportano i valori di alcuni parametri (in particolare: temperatura e concentrazione dell'acido) che hanno rilevanza sulla riproducibilità della sperimentazione.

Un'ultima considerazione. Qualunque acido forte (come è, ad esempio, l'acido nitrico) attacca il calcare presente nella sabbia riportata per il ripascimento. Il calcare viene decomposto dall'acido per produrre acqua, anidride carbonica e il corrispondente sale di calcio. Nessun effetto di questo tipo sarebbe possibile registrare mettendo a contatto il calcare con l'ossigeno.

Sulla base di quanto riportato dai tecnici della Provincia e tenendo conto delle considerazioni ora fatte, abbiamo voluto condurre una piccola serie di prove sperimentali su un campione della sabbia del Poetto.

La sabbia utilizzata per le prove è stata campionata a cura di tecnici di Legambiente.

La prima prova consiste nel mettere a contatto la sabbia "tal quale" con acido nitrico a concentrazione 1 N (in pratica 63 grammi di acido puro disciolti in un litro d'acqua). La prova è stata condotta a freddo (20°C). Il risultato ottenuto dopo un tempo di contatto di 5 ore è il seguente. Le parti costituite da calcare (sia quelle separate, sia le incrostazioni visibili su diversi grani di altra composizione) hanno reagito con l'acido decomponendosi. Si è ottenuto: (a) una fase solida costituita dai grani che non hanno reagito con l'acido, (b) una fase solida costituita da particelle molto fini di prodotto di decomposizione, che rimangono in sospensione e (c) una fase liquida acida. I grani solidi sono, nel complesso, più puliti di quanto non fossero prima del trattamento. Tutti hanno mantenuto essenzialmente la colorazione iniziale.

La seconda prova consiste nel ripetere il trattamento descritto con la variante costituita dall'uso di acido cloridrico a concentrazione 1N. Temperatura e tempo di contatto sono rimasti invariati. È stato ottenuto lo stesso risultato descritto in precedenza per l'uso dell'acido nitrico. In particolare: (a) il calcare è stato decomposto dall'acido e (b) le particelle non decomposte hanno mantenuto essenzialmente la colorazione iniziale.

Una prova analoga alle due precedenti è stata condotta anche con acido solforico a concentrazione 1N e a freddo. Anche stavolta si è ottenuto un risultato qualitativamente identico ai due precedenti.

Il fatto che si ottengano risultati analoghi con i tre acidi fa ritenere che le uniche reazioni, che si sono verificate nelle condizioni delle tre prove precedenti, siano reazioni tra un acido forte e un sale di acido debole. Non si tratta cioè di reazioni di ossidazione o, almeno, le reazioni di ossidazione non sono quelle prevalenti. Questa osservazione avvalorata quanto detto nelle considerazioni fatte in precedenza in relazione al fatto che la reazione con acido nitrico e l'ossidazione con ossigeno atmosferico non siano assolutamente confrontabili.

Altre prove sono state condotte nel tentativo di ottenere una variazione del colore della sabbia. Un risultato positivo è stato ottenuto facendo uso di acido nitrico a concentrazione 65 % in peso e a temperatura ambiente. Dopo questo trattamento i grani appaiono schiariti e assumono una colorazione rosata.

È tuttavia necessario sottolineare che il valore di una prova di questo genere è, in pratica, nullo. L'acido nitrico a quella concentrazione è capace di portare in soluzione sostanze che altrimenti non potrebbero essere decomposte. Ad esempio, quasi tutti i metalli (ad eccezione di quelli nobili come

oro, platino, etc.) sono ossidati dall'acido nitrico. È privo di senso ritenere che con un ossidante come l'ossigeno atmosferico o l'ossigeno disciolto in una soluzione basica (come è l'acqua di mare) si possa avere lo stesso effetto.

Possiamo tuttavia, per pura speculazione, ammettere che questo risultato si possa ottenere. Anche così, rimane però indeterminato l'intervallo di tempo entro il quale questa reazione possa avvenire. Come si è detto in precedenza, la nostra reazione (fra un gas e un solido) avverrebbe molto lentamente e non esiste nessuna possibilità di stimare il tempo necessario affinché la reazione possa avvenire, facendo riferimento a reagenti differenti e a condizioni operative differenti.

Dal discorso fatto si possono trarre le seguenti conclusioni:

- mancano informazioni su tutto: cosa sia il composto nero, come si sia formato e quale sia il meccanismo della sua possibile trasformazione
- la prova con acido nitrico non prova nulla perché lo ione nitrato in acqua reagisce con il solfuro di ferro (se è lui) in modo differente da come reagirebbe l'ossigeno
- Il fenomeno di sbiancamento (se esiste) può essere studiato in laboratorio soltanto se si utilizzano esattamente gli stessi reagenti. Semmai, per aumentare la velocità del processo, si possono usare temperature leggermente più alte, una maggiore irradiazione, una concentrazione di ossigeno più elevata, etc.

Giampalo Mura
Università di Cagliari