

Operazioni di movimentazione dei fondali marini. Possibili implicazioni sanitarie

Giancarlo DONATI e Stefania De ANGELIS

Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto superiore di Sanità, Roma

Riassunto. - Le attività di movimentazione dei fondali comprendono: scavo di trincee, ricerca di idrocarburi in ambiente marino, ripascimento di spiagge, manutenzione o creazione di strutture portuali. Queste attività possono causare il rilascio di agenti microbiologici patogeni o di agenti chimici tossici e interessare acque dove vengono svolte attività di balneazione o aree di allevamento o pesca, con possibili implicazioni sanitarie.

Parole chiave: dragaggi, estrazione di idrocarburi, contaminazione spiagge.

Summary (*Operations involving the seabed: possible health implications*). - Some activities on marine sediments, such as excavation of the bottom, search for hydrocarbons, deposit of sands on beaches, and harbour dredging or works are considered. These activities may cause the release of pathogens or chemical contaminants in waters used for recreational, rearing or fishery activities, so representing a threat to human health.

Key words: dredging, off shore activity, sand contamination.

Introduzione

L'usuale gestione della risorsa marina prevede, oltre alla navigazione ed alla pesca, anche l'effettuazione di interventi a carico del fondale, che vanno dalla posa in opera di cavi o tubazioni alle realizzazioni di porti o ripristino della funzionalità di strutture esistenti, ricerca e/o sfruttamento di giacimenti di idrocarburi [1] e ripascimento di spiagge.

Tutte queste attività comportano o la movimentazione in spazi limitati del fondale stesso ovvero lo spostamento di porzioni di sedimenti da un punto ad un altro del fondale distanti tra loro. Operazioni tipiche del primo caso sono: lo scavo di una trincea per la messa in opera di cavi o tubazioni ed il successivo reinterro della stessa, così come la perforazione per lo sfruttamento di giacimenti di idrocarburi ed il rilascio in mare del materiale di risulta. Rientra nella seconda tipologia il prelievo di sabbie pulite da fondali per il ripascimento di spiagge poco distanti; o, infine, lo scarico in mare dei materiali derivanti dalla realizzazione di porti o dal ripristino della operatività degli stessi.

La ricaduta dei sedimenti sul fondale avviene nei due casi con modalità totalmente diverse, infatti nel caso di trincee i materiali scavati sono depositati accu-

mulandoli lungo la trincea stessa prima di essere utilizzati per ricoprirla; nell'attività *off shore* il fondale è soltanto rimaneggiato dagli ancoraggi cui, eventualmente, si aggiunge lo scarico di fanghi e detriti di perforazione. Se si effettua un ripascimento le sabbie sono scaricate sulla spiaggia o sotto costa con opportune tubazioni mentre per operazioni portuali i sedimenti da scaricare in mare sono stivati in una imbarcazione, una bettolina o la stessa draga, trasportati sul sito di discarica e, quando sono rilasciati in mare, si distribuiscono nella colonna d'acqua e sul fondale.

In particolare, anche in funzione della compattezza dei sedimenti [2], ad una certa profondità e prima di toccare il fondale del sito di discarica parte della frazione più fine, pelitica, si separa dalla massa dei sedimenti e si disperde nella colonna d'acqua venendo trasportata dalle correnti.

La frazione di sedimento che si deposita sul fondale viene, nel tempo, distribuita sullo stesso dalle correnti. La compattezza dei sedimenti varia in funzione dell'apparato utilizzato per il prelievo: una sorbona, pompa aspirante, versa nel mezzo di trasporto i sedimenti già fluidificati, che si distribuiscono ampiamente nella colonna d'acqua e sul sito di discarica; mentre una draga a benne preleva dal fondale il

sedimento compatto che resta in buona parte tale anche quando è rilasciato sul fondale.

Nel caso in cui il fondale soggetto a movimentazione sia stato interessato da un inquinamento microbiologico [3], le colonie batteriche presenti vanno incontro ad una serie di modifiche sia come stadio di sviluppo cellulare tipico di ogni genere, sia sotto l'aspetto del rapporto tra generi.

In particolare, all'interfaccia acqua-sedimento si ha una zona aerobia nella quale gli organismi sopravvivono in funzione della disponibilità di sostanza organica e dei nutrienti.

Procedendo in profondità nel sedimento si va verso l'anossia che diventa sempre più spinta, in tali condizioni le colonie batteriche sopravvivono in condizioni sempre più stressate sino a scomparire progressivamente ed in successione: i batteri fermentativi, i denitrificanti, i batteri solfato riduttori, sino ai batteri metanogeni; i batteri dei vari generi o si trasformano in spore come i batteri solfitoriduttori o scompaiono a favore della forma più resistente in ambiente anossico.

Tipico è il comportamento di *Vibrio cholerae* che in condizioni ambientali avverse (carenza di ossigeno e di elementi nutritivi), sopravvive riducendo la respirazione, le dimensioni e le proprie riserve cellulari, subendo cambiamenti morfologici.

Di questa realtà si deve tener conto nella caratterizzazione microbiologica di un sedimento marino. Infatti, poiché non tutte le cellule possono essere coltivate direttamente, devono essere utilizzati terreni di coltura che riportino allo stato vitale le forme dormienti prima della caratterizzazione vera e propria.

I riflessi sulla salute umana della movimentazione dei fondali possono essere diretti, dovuti al contatto con i materiali movimentati, o indiretti, a seguito del consumo di prodotti della pesca contaminati, come illustrato di seguito per le diverse tipologie di attività.

Scavi di trincee

Il deposito in mare di cavi telefonici, cavi elettrici, oleodotti, collettori fognari, prese d'acqua per il raffreddamento industriale e quant'altro simile a questi comporta solitamente, nei tratti sotto costa, lo scavo di trincee [4] ed il successivo interro dei materiali *de quo* per proteggerli dalle mareggiate, da erroneo ancoraggio di imbarcazioni da diporto, dall'intrusione di estranei, ecc. Nel caso in cui la batimetria lo consenta, le suddette operazioni (escavo, deposito, ricopertura) sono realizzate in rapida successione da un unico natante che realizza l'opera riducendo il tempo della turbativa ambientale.

Queste realizzazioni in linea di principio non hanno implicazioni sanitarie ma, solo occasionalmente e per fondali di particolare natura (ad esempio per la

presenza di mercurio sui fondali della Toscana o di arsenico nel golfo di Trieste), la movimentazione può comportare una eccessiva esposizione della fauna marina agli inquinanti con assunzione degli stessi e successiva loro immissione nella catena alimentare.

Operazioni petrolifere *off-shore*

La realtà industriale connessa con queste operazioni è più complessa della precedente, vale la pena descriverla brevemente per evidenziare le fonti di rischio.

La fase di ricerca di un giacimento di idrocarburi (gas o liquido) [5, 6] inizia utilizzando una nave appositamente attrezzata che effettua perforazioni di ricerca dopo essersi ancorata stabilmente al fondale con un numero elevato di ancore per contenere al massimo i movimenti della nave rispetto al fondale che potrebbero danneggiare le aste di perforazione. Individuato il giacimento si passa alla fase di produzione con piattaforme che poggiano sul fondale e restano operative anche per decenni.

Alla fine dell'attività estrattiva i pozzi, per ogni piattaforma se ne realizzano qualche decina, vengono chiusi, gli impianti ed i prodotti chimici [7] sono recuperati per altre piattaforme o, comunque, portati a terra, le strutture aeree o sommerse, che potrebbero costituire un pericolo per la navigazione, sono rimosse e portate a terra o rilasciate in mare in un sito che è diventato un'area di ripopolamento ittico.

Le fonti d'inquinamento possono essere così riassunte:

- durante la fase di ricerca si ha sicuramente il rima-
neggiamento dei sedimenti dovuto agli ancoraggi, con
possibili perdite accidentali di idrocarburi, lo scarico di
acque reflue civili e il rilascio in mare volontario o
accidentale di detriti e/o fanghi di perforazione;

- durante la fase di produzione si ha ancora il rima-
neggiamento dei sedimenti, con le possibili conse-
guenza appena menzionate; è inoltre possibile il
rilascio dei prodotti chimici utilizzati sulla piattaforma
e delle "acque di strato". Sono così definite le acque
che in percentuale più o meno elevata sono associate
agli idrocarburi.

Per queste attività, per altro limitate per l'Italia all'alto ed al medio Adriatico, le implicazioni sanitarie sembrano essere poco probabili e riconducibili soltanto al consumo di prodotti ittici contaminati dai prodotti e/o dai reflui eventualmente rilasciati, in quanto la balneazione a ridosso delle piattaforme è vietata così come lo è l'approdo di imbarcazioni che non siano al servizio delle piattaforme. E' tuttavia opportuno tenere presente che sono circa 90 le piattaforme operanti in Adriatico.

Ripascimento di spiagge

Negli ultimi anni molte spiagge sono soggette a continui fenomeni di erosione con riflessi negativi sull'economia delle zone rivierasche. Tali fenomeni sono riconducibili, su grande scala, alle ridotte quantità di sedimenti che i fiumi portano a mare e, su scala locale, alle recenti realizzazioni [8] di porti turistici che, nei tratti sotto corrente, provocano la deviazione delle correnti costiere e spesso l'arretramento delle spiagge.

Tale situazione può essere contrastata con appositi "pennelli" da terra verso mare o realizzando delle barriere discontinue a poca distanza dalla linea di costa che, creando delle aree di calma, facilitino il mantenimento in questi ambienti delle sabbie portate in sospensione dalle mareggiate e spostate dalle correnti. Purtroppo, talvolta, il tempo di ripristino dell'arenile è di alcuni anni e la granulometria dei materiali che si depositano è mediamente inferiore all'originale, conferendo alla spiaggia così ricostruita una consistenza fangosa quando bagnata e polverosa se asciutta.

Un altro metodo utilizzato consiste nel prelevare dal fondale delle sabbie di granulometria simile a quella del sito da ripascere e di scaricarle direttamente sull'arenile interessato ovvero rilasciarle in mare sotto costa e lasciare che sia il moto ondoso a spostarle gradualmente sulla battigia.

Dal punto di vista tecnico lo scarico sull'arenile si può effettuare prelevando le sabbie del fondale con una pompa rifluente e lanciando tramite una tubatura il misto di acqua ($\cong 70\%$) e sabbia ($\cong 30\%$) sulla battigia; ottenuta la quantità di sabbia desiderata la spiaggia può essere livellata con pale meccaniche. Queste operazioni possono essere realizzate in ogni mese, ma se sono effettuate a ridosso della stagione balneare si possono avere riflessi negativi sulla trasparenza delle acque sino a rendere non idoneo alla balneazione il tratto di costa se le operazioni continuano dopo il 1° aprile quando inizia il periodo di monitoraggio previsto dal DPR n. 470/82.

Il ripascimento sotto costa viceversa può essere effettuato soltanto nella stagione in cui le correnti costiere trasportano sulla battigia le sabbie del fondale: la spiaggia è, così, naturalmente alimentata e non sono necessarie ulteriori operazioni meccaniche sulla riva. Questo tipo di operazioni solitamente viene realizzato a fine inverno e la torbidità provocata non influenza il periodo di monitoraggio prima e di balneazione poi.

Il rischio sanitario associato con il ripascimento delle spiagge è diretto; è importante conoscere il livello di contaminazione delle sabbie del fondale da cui si propone il prelievo non solo dal punto di vista chimico ma soprattutto per la presenza di microrganismi che potrebbero provocare riflessi negativi sulla salute dei frequentatori delle spiagge quali: micosi, otiti, congiuntiviti sino ad affezioni gastroenteriche.

Nel caso di ripascimento la caratterizzazione chimica e chimico-fisica dei materiali da dragare già prevista per i dragaggi portuali dovrebbe essere integrata con quella microbiologica (enterovirus e miceti).

Dragaggi di ripristino della profondità del porto

I porti si possono insabbiare a causa delle mareggiate, delle correnti o per l'apporto di materiali solidi da terra. La riduzione della profondità del fondale come conseguenza di mareggiate, in genere, riguarda l'imboccatura del porto e nel caso in cui questa arrivi a rendere pericolosa la navigazione può essere attivata la "procedura d'urgenza" per procedere velocemente al ripristino della profondità *quo ante*.

L'insabbiamento per le correnti ha una maggiore gradualità temporale e anch'esso coinvolge in particolare l'area dell'imboccatura del porto.

L'apporto di materiali solidi da terra è più frequente per i porti-canale o per i porti di città rivierasche, a causa dell'immissione dei reflui civili, talvolta non trattati.

Le sabbie che si accumulano all'imboccatura del porto provengono quasi sempre dal mare aperto. Il grado di contaminazione presumibile è basso e può risultare conveniente, a seguito del necessario riscontro della qualità microbiologica, destinarle al ripascimento delle spiagge vicine, qualora ce ne sia la necessità.

Le sabbie che si depositano all'interno del porto di solito sono più contaminate e devono essere scaricate in aree marine già individuate e caratterizzate: come tipologia di fondale, per le correnti e per le risorse ittiche presenti in zona; se non, addirittura, in discariche controllate a terra. I materiali di dragaggio devono essere caratterizzati così come previsto dalle norme tecniche del DM 24 gennaio 1996 (*GU* 7/2/1996) per quanto non ancora modificato dalla successiva normativa in materia: DL.vo n. 258/2000 e Legge n. 179/2002 art. 21.

Per gli aspetti sanitari correlati con le sabbie destinate al ripascimento si è già detto; per le sabbie scaricate in mare vi può essere il rischio dell'esposizione della fauna e della flora marina agli inquinanti contenuti nei fanghi di dragaggio, soprattutto se l'area di scarico è a ridosso di zone di pesca.

Nuove opere portuali

Nuove opere possono essere realizzate esternamente ad un porto esistente, ad esempio oltre la diga foranea a costituire un prolungamento della stessa, ovvero all'interno del porto per la creazione di nuove

banchine d'attracco o, infine, per la creazione di un porto *ex novo*. In ogni caso, è possibile prevedere materiali più o meno inquinati a seconda della collocazione dell'area, se interna al porto o in mare aperto. Comunque il destino finale dei materiali dragati dovrà essere stabilito sulla base della caratterizzazione chimica, chimico-fisica e microbiologica da effettuarsi sui fanghi da movimentare.

Lavoro presentato su invito.
Accettato il 23 gennaio 2003.

BIBLIOGRAFIA

1. International Juridical Organization. *Protocol for the protection of the Mediterranean Sea against pollution resulting from exploration and exploitation of the sea-bed and its subsoil*. Rome: IJO; June 27 1987.
2. De Wolf P, Baeteman M. Ecological impact of dredged material disposal in Belgian coast waters. In: *Characterisation and treatment of contaminated dredged material. Proceedings of CATS Congress*. Antwerpen (Belgium): Technological Institute of the Royal Flemish Society of Engineers (K VIV); 1991. p. 13-24.
3. Pommepuy M, Guillaud J F, Leguyader F, Dupray E, Cormier M (Ed.). The fate of the bacterial load of dredged sediments. In: *Proceedings of the international seminar on the environmental aspects of dredging activities*. Nantes, 27 nov-1 dec 1989. p. 79-92.
4. Italia. Decreto legislativo 24 gennaio 1996. Direttive inerenti le autorità istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 11 della Legge 10 maggio 1976, n. 319, e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 31, 7 febbraio 1996.
5. Italia. Decreto legislativo 28 luglio 1994. Determinazione delle attività istruttorie per il rilascio dell'autorizzazione allo scarico in mare dei materiali derivanti da attività di prospezione, ricerca e coltivazione di giacimenti idrocarburi liquidi e gassosi. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 190, 16 agosto 1994.
6. Italia. Decreto legislativo 18 agosto 2000 n. 258. Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale (Suppl.)* n. 246, 20 ottobre 2000.
7. EOSCA, E&P Forum. *Harmonised offshore chemical notification format*. London: E&P Forum; 1994.
8. Italia. Legge 31 luglio 2002, n. 179 art. 21. Disposizioni in materia ambientale. *Gazzetta Ufficiale* n. 189, 13 agosto 2002.

Rosanna MANCINELLI e Maria Soccorsa GUIDUCCI