MARIO PEDINELLI (*)

UN DRAMMA ECOLOGICO IN ITALIA

Nella bonaccia giornalistica dell'estate 1974, improvvisamente una notizia esplosiva, condita con tutte le appendici più appetitose venne a sconvolgere le acque dell'Adriatico e a scatenare contemporaneamente un problema ecologico che interessò successivamente l'Europa ed in particolare l'Italia per tutto il lustro successivo: il 14 luglio 1974 la nave da carico jugoslava Cavtat (si pronuncia Zavtat con la Z dolce) speronata dal piroscafo panamense Lady Rita al largo di Otranto, affondò dopo poche ore col suo carico scendendo ad una profondità di circa 94 metri in un punto a poche miglia dalla costa. Il guaio era che il carico della nave consisteva in 906 fusti metallici contenenti i pericolosissimi «piombo tetraetile» e «piombo tetrametile», tristemente noti per le frequenti malattie professionali, talora seguite da morte, a cui la loro fabbricazione può dar luogo. A Trento (una delle pochissime località nel mondo ove il piombo tetraetile viene prodotto) il nome di tale prodotto chimico è da anni tristemente famoso per tutte le implicazioni sanitarie, sindacali ed umane che la sua lavorazione comporta.

Appena conosciutasi la notizia, la stampa, italiana ed europea, diede subito fiato alle trombe soprattutto in senso allarmistico, il che era abbastanza comprensibile, ma ampliando l'allarme sino a parlare di morte incombente sulle spiagge adriatiche e di pericolo diffuso in tutto il mare Adriatico. Si affermò che tutti i possibili bagnanti erano verosimilmente esposti al rischio e che la fauna ittica, passando vicino, alla zona inquinata dal piombo si sarebbe intossicata, diventando a sua volta fonte d'intossicazione secondaria per i pesci più grossi, che dei precedenti si fossero cibati, estendendo così la nefasta catena trofica fino all'uomo. Di qui l'allarme alle coste balneari italiane e jugoslave, alle flotte pescherecce interessate, una specie di spada di Damocle, sospesa chissà per quanti mesi o anni, dal

^(*) Socio deceduto il 21 febbraio 1980.

momento che i due composti chimici incriminati non si decompongono spontaneamente e possono rimanere immutati per periodi lunghissimi. Era un colpo gravissimo inferto al turismo circum-adriatico e in particolare a quello italiano e pugliese, direttamente implicati. I più pessimisti definirono l'affondamento della Cavtat «il più grave pericolo ecologico nella storia dell'umanità». Le Autorità tutorie a cominciare dal pretore di Otranto dott. Maritati intervennero chiedendo il recupero sollecito del pericoloso carico affondato. Con ritardo intervenne il Governo italiano, i cui vari Ministeri (della Marina Mercantile e di Grazia e Giustizia) si palleggiarono le competenze fino ad arrivare al 26 gennaio 1977, allorché un'apposita legge, quella n. 107, dette il via alle operazioni di ricupero del carico affondato, incaricandone una società del gruppo ENI, che iniziò i lavori verso la primavera del 1977. Nel frattempo il grande ritardo nelle operazioni effettive diede l'avvio ad una serie di interrogativi e di supposizioni nella stampa italiana ed europea: Perché il comandante della nave jugoslava ebbe a tardare circa tre ore prima di lanciare l'allarme? Perché in tale frattempo non tentò di avvicinarsi alle coste italiane in modo da spostarsi sopra fondali meno profondi sui quali la Cavtat sarebbe stata più facilmente raggiungibile da parte dei futuri recuperatori? Ma veramente il pericoloso carico consisteva di piombo tetraetile e tetrametile o non invece di esplosivi o gas asfissianti ancora segreti? E perché non di ingenti quantità di stupefacenti del valore di parecchi miliardi? O infine perché non di segretissimi missili o modernissime apparecchiature belliche sulle quali nessuno desiderava richiamare l'attenzione mondiale? Quali erano le nazioni interessate al misterioso e pericoloso carico? E infine quale mistero si celava sotto le sigle ermetiche R C 50 che contrassegnavano una parte del carico nei bidoni? (figg. 3, 4). Di certo si sapeva che solo il contenuto dei barili metallici era di produzione inglese, della ditta «OCTEL», affiliata alla americana Ethyl Gasoline Corporation, nomi tutti che potevano sollevare strane suspicioni nelle consuetudini colpevolistiche internazionali.

Di fronte a questa serie di interrogativi d'ordine generale, su di un piano internazionale o, se vogliamo, deontologico o addirittura etico, si contrapponeva un'altra serie d'ordine tecnico anzi pratico sulle condizioni in cui si trovava il relitto subacqueo: i fusti contenenti il tossico erano rimasti nelle stive della Cavtat o, in parte erano stati sbalzati fuori bordo, intatti, ovvero danneggiati spandendo il loro pericoloso contenuto sul fondo del mare? Va ricordato a tale proposito che di solito il carico dei barili di piombo-tetraetile e affini avviene parzialmente sopra coperta (e il regolamento prescrive che i barili vengano collocati «in piedi» per

evitarne il ruzzolamento a causa del rollio); era quindi possibile, anzi verosimile che per effetto della collisione alcuni barili fossero stati danneggiati spandendo sul fondo fra le sabbie e le melme il liquido contenuto. Va qui detto subito che il piombo-tetraetile e i prodotti che lo contengono (additivi per carburanti, aventi lo scopo di migliorare la qualità della benzina e di facilitare la «ripresa» delle vetture, delle automobili) sono dei liquidi dall'apparenza oleosa, ma dotati di un elevatissimo peso specifico (circa 1,6 volte quello dell'acqua) il che, unitamente alla immiscibilità con i liquidi acquosi fa sì che una volta versati nell'acqua, tali additivi al piombo scendono rapidamente verso il fondo e vi rimangono in grosse bolle che non si diffondono nell'acqua circostante, anzi eventualmente si insinuano fra le sabbie o nei crepacci del fondo marino, in cui restano incapsulati. Nemmeno le più forti burrasche, i cui cicli ondosi subacquei nella vicinanza delle coste riescono a sconvolgere il fondo marino, se più profondo di circa 20 metri, sono in grado di risollevare le eventuali pesanti bolle di piombo tetratetile verso la superficie, limitandosi al massimo a disperderle, sempre sul fondo, in varie direzioni.

Dai documenti di carico risultò che circa una ottantina di fusti metallici erano caricati sopra coperta e in un primo momento non si riuscì ad appurare se e quanti di essi fossero ormai giacenti fuori bordo sul fondale, né se risultassero squarciati o meno. A cose finite, nel 1978 si seppe poi che circa 14 fusti erano stati squarciati dalla collisione ed avevano versato fuori il loro contenuto e che un'altra ottantina avevano subìto perdite imprecisate.

Una situazione abbastanza preoccupante si presentava agli uomini della SAIPEM dopo la decisione governativa di dare l'avvio al ripescaggio della merce affondata.

Era certamente da escludere che per il recupero dei fusti potesse bastare una imbragatura di corde ovvero di rete metallica per due motivi: primo non si era sicuri che le condizioni della lamiera d'acciaio dopo oltre un anno di giacenza nelle acque marine potessero resistere allo sforzo di trazione verso l'alto; secondo, vi era il rischio che i fusti più o meno danneggiati lasciassero versare il loro contenuto tossico durante il tragitto verticale verso la superficie, estendendo così l'inquinamento ad una zona ben più larga ed estesa di quella iniziale. Per rendersi conto di tale pericolo si consideri che la profondità dell'acqua di mare al di sopra del relitto era quasi pari all'altezza del campanile di San Marco di Venezia. Si dovette così calare sul fondo una specie di contenitore metallico a tenuta in cui trasferire ogni singolo fusto, e destinato a raccogliere e contenere ogni

eventuale spandimento di liquido che potesse avvenire durante i vari minuti che il carico avrebbe impiegato per risalire fino alla superficie del mare. Qui il fusto recuperato e l'eventuale liquido pericoloso versato nel contenitore avrebbero dovuto venir bonificati e travasati in altri fusti metallici nuovi ed idonei. Un lavoretto non indifferente, tenuto conto che i liquidi tossici si sarebbero dovuti pompare con apparecchi ermetici per evitare le pericolose esalazioni i cui composti metallorganici possono dar luogo. Di qui la necessità per gli operatori di indossare speciali maschere antigas, di calzare guanti e stivali impermeabili, di indossare infine tute speciali; il che fu fatto.

Nell'aprile 1977 il pretore dott. Alberto Maritati si calò con un batiscafo alla profondità di 94 metri per rendersi conto dello stato dei lavori. Dopo essere risalito ebbe a dichiarare: «Se tutto va bene, prima di Natale l'ultimo fusto sarà sulla banchina di Brindisi.

In contrasto con tale ottimismo il Natale 1977 fu superato e, come dirò fra poco, si dovette arrivare all'aprile 1978 per porre la parola fine alla vicenda della Cavtat... ma... vedremo poi.

Di fatto il lungo incubo che per tanti anni aveva pesato sulle coste adriatiche potè ufficialmente considerarsi finito il 24 aprile 1978 allorché il senatore Vito Rosa, sottosegretario di Stato per la Marina Mercantile, in una semplice cerimonia ad Otranto, dichiarò che tutti i fusti affondati erano stati recuperati. Ma neppure dopo tale cerimonia ufficiale le vicende della Cavtat e del suo carico di piombo alchile trovarono pace.

Il 26 aprile 1978 nel n. 18 del settimanale tedesco «STERN» si poteva leggere che dei 906 fusti affondati non tutti erano stati recuperati, ma 112 di essi mancavano all'appello o per essere rimasti sul fondo marino allo stato di rottame ferroso o per essere risultati irrecuperabili, o infine per essere rimasti incastrati nelle stive della nave sommersa. Se pure fortemente ridimensionata l'angosciosa questione della Cavtat e del suo pericoloso carico si ripresentava alla ribalta, a parte la poco simpatica smentita data alle affermazioni del sottosegretario italiano per la Marina Mercantile.

A modesto ma documentabile parere dello scrivente, tutti coloro che del «giallo» della «Cavtat» si sono occupati, pur riempiendosi la bocca di «ecologia» e suoi problemi annessi, hanno dimenticato di affrontare la questione da un punto di vista chimico e dell'«inquinamento». Bisogna innanzitutto rammentare che i cosiddetti «Fluido etile» e «Fluido metile», nonché il citato misterioso CR50 i quali sostanzialmente costituivano il contenuto degli oltre 900 fusti della Cavtat, contengono circa il 60% in peso di composti organometallici piombiferi (esattamente il 61,48% di

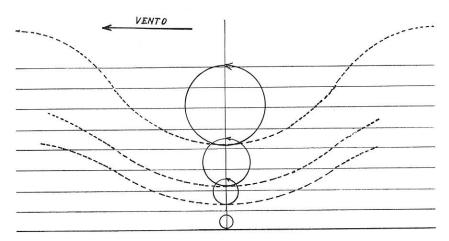


Fig. 1 - Profili d'onde di oscillazione e orbite circulari delle particelle di liquido secondo la teoria di F. J. van Gerstner (in mare aperto).

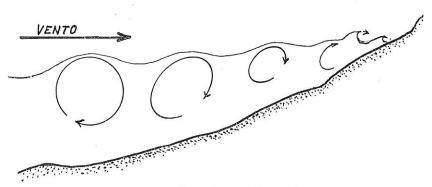


Fig. 2 - Formazione di frangenti.

piombo tetraetile e il 50,82% di piombo tetrametile), i quali a loro volta contengono circa il 60% di piombo metallico, che è il vero tossico. Infatti le formule chimiche dei due composti organometallici sono rispettivamente:

 $Pb(C_2H_5)_4$ piombo tetraetile

Pb(CH₃)₄ piombo tetrametile

entrambi pesantissimi ed immiscibili con l'acqua e le soluzioni acquose. A contatto con l'acqua essi si comportano analogamente seppure in senso contrario a quello dell'olio: questo non si mescola per nulla ma rimane a galla sull'acqua; i due composti organometallici non si mescolano, ma vanno a fondo e vi rimangono. Come l'olio, versato sul vino a proteggerlo, si ritrova anche dopo mesi ed anni tal quale, separato e non sciolto, nemmeno parzialmente, nel vino, così il piombo tetraetile dopo mesi ed anni si ritrova non disciolto nemmeno parzialmente ma separato sul fondo di un ipotetico recipiente. Pertanto nel caso del mare, come ho detto più sopra, eventuali bolle o gocce dei tetra alchili depositate o infiltrate sul fondale non verrebbero risollevate e riportate a galla nemmeno da energiche burrasche. Come ho già accennato in precedenza finché la profondità del mare rimane superiore alla metà delle lunghezze d'onda, i cicli ondosi subacquei hanno carattere di onde di oscillazione e non di traslazione. Le particelle liquide degli strati superficiali o anche inferiori descrivono orbite circolari in piani verticali con diametri e velocità decrescenti al crescere della profondità fino ad estinguersi al di sotto di una certa quota (vedi fig. 1). Se il fondo acclive rende lo strato acqueo sempre meno profondo le onde di oscillazione si trasformano in onde di traslazione che presso la costa terminano in frangenti spumosi e violenti (vedi fig. 2). Quindi a circa 3 miglia dalla costa otrantina e ad una profondità prossima ai 100 metri nessun oggetto posato sul fondo potrebbe risalire alla superficie tantomeno se esso ha un peso specifico superiore più di una volta e mezzo rispetto a quello dell'acqua marina.

Un interrogativo, che nessuno ha mai pubblicamente posto, ma che è chimicamente valido è questo: posto che i composti metallorganici siano entrati in contatto (come effettivamente sono entrati) con l'acqua marina, per quanto tempo essi sarebbero rimasti indecomposti, o, se si vuole, quanti mesi od anni sarebbero occorsi per la loro decomposizione?

Anche qui deve soccorrere la conoscenza delle reazioni chimiche organiche: le molecole più sopra schematizzate del piombo tetraetile e tetrametile (v. formula I) possono subire un attacco «elettrofilo» da parte dei sali (cloruri, bromuri e ioduri) contenuti nell'acqua di mare, ma tale attacco segue un decorso tipico e in certo senso ordinato: dapprima entra

nella molecola un solo atomo di alogeno, che così trasforma il composto tetralchile in un alogenuro di piombo trialchile (v. formula II); col procedere dell'attacco può entrare un secondo atomo nella molecola che così diventa un dialogenuro di pombo dialchile (v. formula III); infine col proseguire del tempo e del contatto, tutti quattro gli alchili della molecola vengono sostituiti e il piombo tetralchile diviene un semplice dialogenuro di piombo (v. formula IV):

| Pb(CH ₃) ₄ | Pb(CH ₃) ₃ Br | $Pb(CH_3)_2Br_2$ | $PbBr_2$ |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------|----------|
| I | II | III | IV |

Il bromuro di piombo e parimenti il cloruro e lo ioduro di piombo sono composti inorganici, cioè (detto alla buona) minerali pure insolubili nelle soluzioni acquose; appena essi si formano appaiono come microscopiche minutissime particelle, che eventualmente possono soltanto provocare una lieve torbidità delle acque nelle quali essi si sono formati, torbidità che presto le correnti sottomarine disperdono o, nel caso del Canale d'Otranto percorso da una corrente costiera volgente a Sud, sospingono fuori dal mare Adriatico verso le grandi acque del Mediterraneo centroorientale. In queste fasi prima della citata dispersione nel Mediterraneo si potrebbe parlare di composti di piombo metallico dispersi nell'acqua di mare. Ma quanto tempo debba intercorrere affinché i composti metallorganici del piombo si trasformino in altrettanti composti inorganici (cloruri, bromuri e joduri di piombo) nessuno è in grado di dirlo con una certa precisione, trattandosi di lentissime trasformazioni interfacciali tra due sistemi non miscibili e non omogenei. Certamente avendo a che fare con tonnellate di tali composti si deve pensare a tempi dell'ordine di anni.

Ritornando perciò ad esaminare l'ipotesi affacciata dalla rivista STERN di 112 fusti non recuperati e pertanto passibili di alterazione, si sarebbe trattato di 112 x 400 = 44.800, all'ingrosso di circa 45 tonnellate di fluidi antidetonanti al piombo vale a dire di circa 45.000 chilogrammi, contenenti cioè circa 27 tonnellate di composti organometallici, nei quali il metallo tossico, il piombo è calcolabile sulle 10 tonnellate. Ora per tale metallo non biogeno le pubblicazioni ecologiche più accreditate (7) ritengono quale massima concentrazione ammissibile nelle acque la quantità di 0,2 miligrammi di piombo per ogni litro d'acqua, vale a dire 0,2 grammi per ogni metro cubo d'acqua marina. Non occorre essere matematici per calcolare che alla percentuale ora indicata di 0,2 grammi di piombo per metro cubo, una massa di circa 10 tonnellate di piombo, cioè 10.000 chilogrammi arriverebbe ad inquinare un volume di circa 50.000.000 di metri cubi. Ora supponendo che l'elemento inquinante si diffonda regolarmente

rispetto al punto di affondamento, la zona inquinata avrebbe la forma di un'enorme cupola centrata su detto punto ed alta al massimo quasi un centinaio di metri. Ricorrendo alla formuletta mnemonica «della sfera il volume quale è: $4/3 \pi \cdot r^3$ », si calcola facilmente che una tale ipotetica cupola, alta nel suo punto massimo all'incirca 94 metri avrebbe un diametro di quasi 2 chilometri. Ho usato poco fa l'espressione «inquinato» per quanto in effetti si sarebbe ancora entro il limite massimo di tollerabilità secondo le norme internazionali più sopra citate. Si dovrebbe quindi parlare al massimo di impregnazione e non di inquinamento vero e proprio: pertanto tale zona di impregnazione non arriverebbe a toccare nemmeno la costa otrantina, distante 3 miglia, cioè quasi 5 chilometri. Altro che raggiungere la costa jugoslava! Inoltre per arrivare a simili condizioni bisognerebbe supporre che «tutto» il residuo carico inquinante si decomponesse nel modo ipotizzato in una sola volta; in effetti sappiamo che tale decomposizione richiederebbe mesi ed anni per essere completa, o, in altre parole, per raggiungere il limite sopra indicato dei 0,2 grammi di piombo per ogni metro cubo d'acqua di mare. Inoltre, per quanto abbiamo detto più sopra, a causa dell'intervento di correnti sottomarine e del moto ondoso, i prodotti della decomposizione, gli alogenuri di piombo, non si sarebbero accumulati nella «cupola» acquea ipotizzata, ma gradualmente si sarebbero diffusi all'intorno ed anzi trasferiti quasi insensibilmente verso Sud ulteriormente diluiti. Basti pensare che se l'ipotetica cupola di 2 chilometri di diametro aumentasse quest'ultimo fino a raggiungere la costa italiana, la concentrazione di piombo nell'acqua scenderebbe a circa 13 milionesimi di grammo per metro cubo, valore questo del tutto insignificante e quindi trascurabile agli effetti inquinatori.

Vorrei a questo punto evitare che mi si accusasse di voler ad ogni costo fare il difensore, non chiamato, dell'inquinamento della Cavtat. Ho voluto semplicemente dimostrare che con criteri strettamente scientifici, anche dopo la recente accusa affacciata dalla rivista tedesca STERN, ogni supposizione di reale incombente pericolo risulterebbe infondata. Non intendo con questo affermare che si sarebbe dovuto lasciare sul fondo del mare il pericoloso carico della Cavtat, ma che anzi il recupero si doveva fare, possibilmente con maggior sollecitudine.

Questa nota, più cronachistica che altro, è ormai alla fine; resterebbe da chiarire, per qualche curioso lettore, come mai lo scrivente abbia voluto qui affrontare tale argomento: A parte il fatto che per 32 anni della sua vita lo scrivente s'era occupato della produzione del piombo tetraetile egli, nell'estate del 1976, era stato interpellato dal direttore del Centro di geologia marina del Consiglio Nazionale delle Ricerche, presso l'Università

di Bologna, sugli eventuali rischi che l'approccio al carico della Cavtat avrebbe comportato e sulle protezioni che gli operatori avrebbero dovuto adottare.

Un ultimo chiarimento sulla misteriosa sigla CR 50 citata nel corso di questa nota: si tratta di un chiarimento esclusivamente tecnico. È noto che per la produzione del piombo tetraetile e tetrametile vien fatto reagire entro autoclavi a pressione cloruro di etile ovvero cloruro di metile con una lega metallica sminuzzata di piombo con sodio. Ora gli Americani, primi ideatori e fabbricanti degli organometalli di piombo quali additivi per carburanti oltre ai due, diciamo così, capostipiti, il piombo tetraetile (il più anziano) e il piombo tetrametile, hanno messo in commercio dei composti alchilici misti nei quali i gruppi alchilici della molecola variano da un metile più tre etili, a due metili più due etili, a tre metili più un etile ottenuti dalla reazione fra loro dei due capostipiti (come li abbiamo denominati), in presenza di particolari catalizzatori. Ora i tecnici della Società Octel hanno riscontrato che la ripartizione dei due tipi di alchili fra le quattro valenze del piombo (uno e tre; due e due; tre ed uno) avviene secondo le formule matematiche della probabilità e del caso (Random in inglese). Quindi le sigle CR 25, CR 50, CR 75, rappresentano le miscele dei due tetraalchili Compound Random 25%, Compound Random 50%, Compound Random 75% nelle quali cioè un quarto degli alchili o rispettivamente due quarti o i tre quarti sono rappresentati da uno dei gruppi metilici od etilici. Questo era il mistero della sigla sopra indicata: una mèra denominazione commerciale!

BIBLIOGRAFIA CITATA

- 1. J. J. Stoker, Water waves, New York, 1957.
- G. ALIVERTI, Onde Marine (da Enciclop. della Scienza e della tecnica), Ed. Mondadori, 1963.
- 3. FIESER e FIESER, Trattato di chimica organica, Ed. Manfredi, Milano, 1957.
- 4. D. Giusto, Inquinamento, 3, 55, 1977.
- 5. M. Pedinelli, Inquinamento, 9, 145, 1977.
- M. Pedinelli, Contributo biochimico per un indirizzo alla terapia delle intossicazioni da piombo-tetraetile, Atti Acc. Agiati, serie V, vol. II, 1953.
- 7. POLITECNICO DI MILANO, Lotta contro l'inquinamento delle acque, Rassegna della legislazione internazionale, Milano, 1969.

RIASSUNTO – Dopo aver sommariamente riepilogato i fatti dell'affondamento della nave Cavtat nel 1974, l'Autore espone alcune considerazioni di natura chimica, tendenti a dimensionare la vera portata del temuto inquinamento dell'Adriatico, visto sotto l'aspetto delle norme internazionali dell'inquinamento delle acque.

ZUSAMMENFASSUNG. Ein ökologisches Drama in Italien – Nach einer kurzen Angabe der Begebenheiten, welche zur Versenkung des Schiffes Cavtat in Jahre 1974 gebracht haben, macht der Autor einige Bemerkungen chemischer Natur, und damit die wirkliche Tragweite der gefürchteten Inquinierung des Adriatischen Meeres ins rechte Licht zu stellen. In der ganzen Behandlung sind hauptsächlich die internationalen Bestimmungen über die Inquinierung der Gewässer in Betracht genommen.

Indirizzo della famiglia dell'autore: dott. Mario Pedinelli - Via dei Mille, 31 38100 Trento - Italy

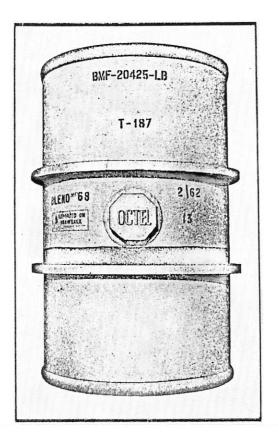


Fig. 3 - Uno dei fusti metallici del tipo di quelli caricati sulla nave Cavtat.



Fig. 4 - Lo stesso fusto metallico della figura precedente fotografato su una banchina.