

L'idrocarburo sulla superficie marina: caratteristiche qualitative e quantitative deducibili dall'osservazione ed impiegabili in ambito forense

Fabio Sarti (*), Marco Gonnelli (**), Giovanni Spaccavento (***)

(*) Accademia Navale M.M. di Livorno, Direzione Studi, Dipartimento Capitanerie di Porto
Viale Italia 72, 57127 Livorno, Tel. 0586.238663, fabio-sarti@marina.difesa.it

(**) Accademia Navale M.M. di Livorno, Direzione Studi, Dipartimento Capitanerie di Porto
Viale Italia 72, 57127 Livorno, Tel. 0586.238765, marco.gonnelli@marina.difesa.it

(***) Accademia Navale M.M. di Livorno, Direzione Studi, Dipartimento Capitanerie di Porto
Viale Italia 72, 57127 Livorno, Tel. 0586.238765, giovanni-spaccavento@marina.difesa.it

Riassunto

Evoluzione delle metodologie disponibili per la stima di caratteristiche qualitative e quantitative delle masse di idrocarburi sversate in mare. Deduzione dei volumi sversati a partire dalla correlazione esistente tra aspetto dell'area ricoperta dall'idrocarburo e spessore del film con particolare riferimento al Bonn Agreement Colour Code e al Bonn Agreement Oil Appearance Code. Introduzione alle tecniche di remote sensing finalizzate alla stima quantitativa: fondamenti scientifici ed applicazioni (CleanSeaNet, PRIMI). Valorizzazione dei dati in ambito operativo, forense ed eventualmente sanzionatorio: il caso della M/N "Humboldt Bay".

Abstract

Oil slick qualitative and quantitative characterization methodologies evolution. Spilled volume inference on coated film thickness and area appearance relation basis. The Bonn Agreement Colour Code and the Bonn Agreement Oil Appearance Code. Introduction to remote sensing techniques aimed at quantitative assessment: science and applications (CleanSeaNet, PRIMI). Operational and forensic data utilization: the "Humboldt Bay" case.

Premessa

Per secoli l'interesse degli Stati per l'ambiente marino si è manifestato nello sfruttamento indiscriminato e senza specifica regolamentazione del mare e delle sue risorse, in quanto utili per le economie nazionali. È stato solo alla fine del XIX secolo che un uso intensivo delle acque e delle sue risorse, la comparsa di nuove tecnologie, l'intensificarsi dei trasporti di sostanze particolarmente pericolose, hanno fatto nascere le prime preoccupazioni circa la tutela dell'ambiente.

Le molteplici utilizzazioni del mare e delle sue risorse, spesso in contrapposizione fra loro, imponevano dunque una regolamentazione internazionale dei rapporti tra gli Stati e i loro diversi interessi, tanto più che all'inizio degli anni '70 gli incidenti causati dalle petroliere Torrey Canyon e Amoco Cadiz e il clamore suscitato dai danni ambientali che ne derivarono, fecero temere seriamente per l'equilibrio ecologico, facendo emergere drammaticamente il problema della conservazione dell'ecosistema.

Finalmente si giunse alla consapevolezza che le sostanze pericolose alla deriva non conoscono confini nazionali e che pertanto bisognava dotarsi di uno strumento normativo che prevedesse, in caso di inquinamento, la mutua cooperazione tra stati finalizzata alla gestione strategico – operativa dell'emergenza.

L'accordo, meglio noto come "Bonn Agreement" fu sottoscritto nel 1969 da Belgio, Danimarca,

Francia, Germania, Paesi Bassi, Norvegia, Svezia, Gran Bretagna. Nel 1983 aderì la Comunità europea e nel 1987 sottoscrisse l'accordo anche l'Irlanda del Nord.

Le convenzioni internazionali, universali e regionali espresse in questo periodo, rispecchiano pertanto l'evoluzione dei tempi e delle opinioni; in altri termini denotano l'accresciuta attenzione della comunità internazionale alla tutela del mare e dell'ambiente nel suo complesso quale segno tangibile del passaggio da un iniziale approccio utilitaristico delle risorse marine ad una più matura concezione del patrimonio ambientale quale bene comune dell'umanità.

Sotto il profilo scientifico con l'espressione "inquinamento" si definisce l'alterazione in senso peggiorativo della qualità dell'acqua e del fondo marino rispetto alla composizione naturale ad opera di sostanze liquide o solide estranee. Ci si trova, dunque, di fronte ad un problema di non facile soluzione che impone scelte di natura politico-sociale: da un lato si avverte infatti la necessità di difendere l'ambiente e la salute, dall'altro sussiste l'esigenza di progredire verso il raggiungimento del massimo sviluppo tecnologico.

L'opportunità, dunque, di tutelare l'ecosistema marino, oggetto di un interesse collettivo, senza alcuna distinzione di zone e confini geografici, pone in evidenza l'insufficienza di misure unilaterali adottate dai singoli Stati che, necessariamente limitate agli spazi di mare sottoposti al governo di questi ultimi, non possono essere concretamente efficaci.

Si instaura così un diritto internazionale che può definirsi "dell'interdipendenza" la cui caratteristica principale è costituita dai poteri di gestione da parte della Comunità internazionale considerata nel suo complesso.

Questo nuovo indirizzo è stato inaugurato dalla dichiarazione scaturita dalla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente svoltasi a Stoccolma nel giugno del 1972 che, quale atto sovranazionale, consente di inserire in un quadro unitario principi e programmi costituenti l'ossatura del concetto di sviluppo sostenibile.

A livello generale l'IMO (*International Maritime Organisation*), agenzia delle Nazioni Unite specializzata nel campo marittimo è, insieme al *Comité Maritime International*, l'ente che ha avuto il merito di aver promosso norme pattizie internazionali tese a scongiurare o a tentare di arginare i pericoli dell'inquinamento.

Particolarmente rilevante è stato il ruolo di questo ente nella organizzazione delle Convenzioni riguardanti specificatamente l'inquinamento marino da idrocarburi: Convenzione di Londra del maggio del 1954 (OILPOL) e di novembre del 1973, parzialmente modificata nel 1978 "per la prevenzione dell'inquinamento da navi" (MARPOL).

Strettamente correlata alla MARPOL è la convenzione SOLAS del 1974 che fissa gli standard di sicurezza delle navi e la TSPP del 1978 sui criteri di arruolamento e i requisiti del personale di bordo.

L'altro pilastro internazionale nella lotta all'inquinamento da idrocarburi è la Convenzione sulla preparazione, lotta e cooperazione in materia di inquinamento da idrocarburi, OPRC conclusa nel 1990 ed entrata in vigore nel 1995 e così a seguire sino ai giorni nostri.

Tale normativa internazionale è stata affiancata, dalla legislazione comunitaria, in primis con il cosiddetto "Pacchetto Erika" e a seguire, nel 2000, con la normativa supplementare "Erika II", sino alle più recenti Dir. 2008/99/Ce e 2009/123/Ce. Il regime normativo interno in tema di responsabilità e risarcimento dei danni da inquinamento marino, oltre che dalle norme di esecuzione delle Convenzioni C.L.C. 1969, Fund 1971 e 1992 e di attuazione delle stesse (D.P.R. 27 maggio 1978 n. 504 e Legge 27 maggio 1999 n.177), è costituito essenzialmente dalla Legge 31 dicembre 1982 n. 979 "Disposizioni sulla difesa del mare", così come innovata dal D.lgs 6 novembre 2007 n. 202 (G.U. 261 del 9.11.2007), e dalla successiva Legge 8 luglio 1986 n. 349 concernente l'istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale, cui hanno fatto seguito, per quanto richiamabile in materia di inquinamento marino, dal D.Lgs. 152/2006, recentemente innovato con D.Lgs. 205/2010 (T.U. Ambientale). Ad esse fanno da corollario una serie di leggi settoriali per la tutela delle acque dall'inquinamento, la gestione dei traffici e così via. Al di là della stratificazione normativa e della innegabile conseguente difficoltà di coordinamento

tra fonti legislative, la produzione comunitaria e, ciò che più conta, quella nazionale hanno determinato il passaggio sostanziale dalla mera enunciazione di principi regolamentari, informatori del diritto, alla definizione di un diritto prescrittivo, di concreta attuazione.

La normativa italiana ha consentito, seppur in maniera perfettibile, l'introduzione di specifiche fattispecie di illecito ambientale (siano esse foriere di responsabilità prettamente penale, amministrativa e/o civile – aquiliana) con conseguente applicazione di misure sanzionatorie.

Affinché tale normativa interna possa trovare concreta applicazione e svolgere quel compito di tutela del patrimonio comune da ogni fenomeno perturbativo che la stessa legislazione internazionale le assegna, le previsioni giuridiche devono inserirsi e coordinarsi con i principi ordinatori e le prescrizioni del diritto sostanziale e procedurale, da applicarsi tanto nella fase investigativa e/o di contestazione dell'illecito, quanto in quella giudiziale, ove scaturisca un procedimento di accertamento e condanna del medesimo reato e/o del connesso risarcimento.

Quanto sopra ha aperto la strada a problematiche di carattere pratico-applicativo, oltre che squisitamente giuridiche, altrimenti nemmeno astrattamente proponibili, sulle quali gli operatori del diritto e soprattutto gli organi ispettivi e repressivi istituzionalmente preposti (polizia giudiziaria) si sono confrontati. L'analisi della idoneità a costituire fonte di prova nell'ambito forense delle rilevazioni di fenomeni inquinanti compiuta con gli apparati oggetto del presente elaborato che, di seguito, si affronteranno costituisce, all'interno del dibattito dottrinario e giurisprudenziale, uno degli aspetti più problematici e di maggior interesse, al fine anche di ottimizzare l'azione amministrativa-penale di contrasto agli illeciti ambientali.

Idrocarburi in mare

Gli idrocarburi, composti organici contenenti soltanto atomi di carbonio e di idrogeno, costituiscono una classe estremamente ampia di composti al cui interno possono essere operate distinzioni basate su proprietà chimico-fisiche delle molecole. Ai fini di questo studio interessa dividere la classe in due categorie principali:

- 1) Persistenti (Grezzi, Oli combustibili, Bitumi);
- 2) Non persistenti (Benzine, Kerosene, Diesel);

in modo da porre in evidenza le proprietà che assumono rilievo nel trattare eventuali sversamenti tra cui:

- la densità o propensione al galleggiamento (misurata in relazione a quella dell'acqua distillata, dipende dalla quantità e qualità dei legami degli atomi di carbonio, normalmente indicata in °API, fornisce un'indicazione circa la capacità dell'olio di galleggiare);
- la viscosità o resistenza allo scorrimento (caratterizza la resistenza allo scorrimento di una sostanza come la resistenza che le particelle di un corpo incontrano nello scorrere le une rispetto alle altre, è espressa in centistokes in funzione della temperatura alla quale è misurata);
- la volatilità o propensione all'evaporazione (gli idrocarburi più leggeri hanno una maggiore tendenza ad evaporare, ad esempio a 200 C° il gasolio evapora al 100%, un crudo medio evapora al 40%);
- il punto di intorbidamento (*cloud*) e il punto di scorrimento (*pour*) che indicano, rispettivamente, la temperatura più bassa alla quale il combustibile può essere pompato nel sistema di alimentazione senza creare problemi e la temperatura al di sotto della quale un idrocarburo non scorre;
- Il punto di infiammabilità o *flash point* (temperatura minima alla quale i vapori di un combustibile si accendono in presenza di fiamma, dipende dalla pressione atmosferica ed è normalmente misurato alla pressione standard di 1013 mbar);
- Il contenuto in asfaltene (wt%) o propensione all'emulsione (la capacità di un grezzo di formare un'emulsione di olio in acqua è influenzata dal contenuto in asfaltene, infatti, oltre lo 0,75%, se sono soddisfatte condizioni quali il tenore in cere, lo spessore delle chiazze e la viscosità, all'aumentare del contenuto in asfaltene crescerà la produzione di emulsioni).

Nel corso di un inquinamento in mare, la propensione all'emulsione assume particolare rilevanza in quanto al formarsi di emulsioni di acqua in olio, questo può inglobare acqua sino all'80% del suo volume. Generalmente, le emulsioni formate dagli oli leggeri (asfaltane >0,5%), sono stabili mentre quelle formate dagli oli pesanti (asfaltane <0,5%), sono instabili e tendono alla dispersione, ad esempio la cosiddetta "mousse di cioccolato" è un'emulsione stabile, spesso di colore marrone-arancio.

I porti e i punti di scarico del petrolio grezzo o dei prodotti raffinati costituiscono una causa permanente di inquinamento, cui contribuiscono sensibilmente i cantieri di demolizioni navali. Petrolio ed altri idrocarburi vengono versati frequentemente in mare dalle raffinerie rivierasche, a causa di perdite incontenibili di modesta quantità se considerate singolarmente ma, ingenti, qualora protratte nel tempo. Lo scarico delle acque di lavaggio delle petroliere, eseguito deliberatamente e spesso a poca distanza dalle coste e gli incidenti che subiscono talvolta queste navi possono riversare in zone ristrette quantitativi enormi di petrolio greggio. In tutto il mondo la lavorazione e il trasporto del petrolio introducono in mare 1.500.000 tonnellate all'anno di idrocarburi.

Mentre le cause permanenti di inquinamento, in quanto previste e prevedibili, possono venire contenute, disciplinate e più facilmente perseguite, le cause accidentali costituiscono l'aspetto del fenomeno non solo più appariscente ma anche più pericoloso, in quanto conseguenze di eventi improvvisi, non sempre tempestivamente accertabili nella localizzazione e nella dimensione.

Nell'acqua gli idrocarburi formano ampie macchie galleggianti che possono essere attaccate lentamente da organismi microbici e da processi fotochimici.

Il risultato è, comunque, una sottrazione di ossigeno all'ambiente sia perché il petrolio galleggiante impedisce all'ossigeno atmosferico di raggiungere le acque marine sottostanti, sia perché i batteri per degradarlo consumano ossigeno.

Gli sversamenti inducono sugli ecosistemi marini sia effetti acuti, quando i componenti dell'olio interferiscono con i processi cellulari dell'organismo (in modo tale che la morte segue immediatamente per tossicità, soffocamento od asfissia), sia effetti cronici, quando si registrano una serie di anomalie sulle abitudini di nutrizione, di comportamento, riproduttive e di vita in genere.

Evoluzione dei sistemi di rilevazione quali-quantitativa degli idrocarburi sulla superficie marina

Nel corso degli anni, differenti organizzazioni, sensibilizzate dal succedersi di eventi disastrosi in mare, hanno lavorato alla produzione di strumenti in grado di quantificare le masse sversate, a partire dai dati osservabili. I primi tentativi condividono un approccio al problema basato sulla stima delle aree interessate e sul loro aspetto. Nel 1993 il Bonn Agreement introdusse l'uso del BACC (*Bonn Agreement Colour Code*) per correlare il colore assunto dalla macchia di idrocarburo

BA Code	Approximate thickness (µm)	Approximate volume (m ³ /km ²)	Appearance / Colour
1	0.02	0.02	Silvery
2	0.1	0.1	Grey
3	0.3	0.3	Rainbow
4	1.0	1	Blue
5	5.0	5	Blue/brown
6	15-25	15-25	Brown/black
7	>100	>100	Dark brown/black
	see note		Brown/orange mousse

Tabella 1 – Bonn Agreement Color Code.

concerning counter pollution activities) del Bonn Agreement decise, pertanto, di sottoporre a revisione il BACC.

Gli studi, condotti dal SINTEF (Fondazione per la Ricerca Scientifica e Industriale Norvegese) condussero alla redazione di un nuovo codice BAOAC (*Bonn Agreement Oil Appearance Code*) accettato dalle parti contraenti del Bonn Agreement e dalla Commissione di Helsinki.

Dagli studi condotti emerse la necessità di addestrare il personale al riconoscimento dell'aspetto degli sversamenti, soprattutto in considerazione del fatto che, fortunatamente, la diminuzione in frequenza degli incidenti di rilevanti entità impedisce agli operatori di avere esperienza pratica degli spessori maggiori.

Code	Description Appearance	Layer Thickness Interval (μm)	Litres per km^2
1	Sheen (silvery/grey)	0.04 to 0.30	40 – 300
2	Rainbow	0.30 to 5.0	300 – 5000
3	Metallic	5.0 to 50	5000 – 50,000
4	Discontinuous True Oil Colour	50 to 200	50,000 – 200,000
5	Continuous True Oil Colour	200 to More than 200	200,000 – More than 200,000

Tabella 2 – Bonn Agreement Oil Appearance Code.

Il progresso tecnologico, che fino ad ora ha consentito di determinare con sempre maggiore accuratezza l'estensione degli sversamenti, ha conseguito un risultato ulteriore offrendo finalmente la possibilità di stimare non solo le aree, ma anche i volumi degli idrocarburi. Il sistema

sviluppato dal Progetto PRIMI presenta alcuni elementi di forte innovazione, essendo il primo sistema operante a:

- integrare le osservazioni satellitari (utilizzando sia dati SAR che ottici) di rilascio di idrocarburi in mare con la previsione della loro dispersione fornita da modelli numerici;
- individuare la presenza di idrocarburi in mare e le loro caratteristiche (tipo di idrocarburo, volume ed età della macchia) utilizzando dati SAR di COSMO-SkyMed, ERS, ENVISAT, RADARSAT ed ALOS;
- monitorare gli eventi di inquinamento da idrocarburi utilizzando i dati satellitari Ottici (MODIS, MERIS) e classificando le macchie di petrolio in modo automatico;
- produrre automaticamente le previsioni per la dispersione degli idrocarburi per le 72 ore successive alla loro individuazione da satellite;
- monitorare i Mari Italiani e, più in generale l'intero Mediterraneo, con la maggiore frequenza possibile, grazie all'uso combinato di più satelliti;
- produrre automaticamente rapporti per gli utenti tramite il Portale Utente (<http://vlbiop.mt.asi.it>) e dare accesso a cataloghi e archivi degli eventi di inquinamento osservati anche durante la pre-operatività di PRIMI;
- fornire mappe mensili di probabilità di dispersione di rilascio di idrocarburi lungo le rotte delle petroliere nel Mar Mediterraneo.

EMSA (Agenzia Europea per la Sicurezza Marittima) Clean Sea Net.

Il sistema denominato Clean Sea Net (CSN) realizzato sotto l'egida dell'EMSA giusta quanto prescritto dalla direttiva comunitaria 2005/35CE (ratificata in Italia con D.lgs. novembre 2007) consente di effettuare il monitoraggio satellitare delle acque marine con lo scopo precipuo di localizzare e monitorare eventuali inquinamenti da idrocarburi.

Le rilevazioni restituiscono immagini satellitari, rilevate mediante satelliti muniti di Radar ad apertura sintetica (Syntetic Aperture Radar SAR).

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha aderito al programma C.S.N., delegando i compiti operativi al Comando Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera. Dal primo gennaio 2011 è stato creato l'"EMSA Clean Sea Net Data Centre", un sistema di seconda generazione (CSN V2), ottenuto dall'evoluzione del precedente che consentirà agli stati membri di condividere una piattaforma comune di dati di supporto relativi alle attività di monitoraggio, individuazione, contenimento e bonifica delle aree marina interessate da inquinamento. Completa l'architettura del suddetto sistema un modulo previsionale che assume in *input* i dati meteo marini forniti dal portale "MyOcean" al fine di fornire in *output* accurate stime circa gli spostamenti, *plottati* nel tempo, degli *oil spill* (Oil Spill Drifting).

Il sistema satellitare di monitoraggio CSN analizza le immagini satellitari per rilevarne, in maniera del tutto automatica, le eventuali presenze di idrocarburi sulla superficie marina. Successivamente, entro 30 minuti circa dalla rilevazione, le immagini - corredate dalle informazioni ancillari - sono inviate allo Stato membro competente per territorio. Qualora l'elaborazione delle immagini dia luogo all'identificazione di aree sospette di inquinamento il sistema provvede ad inviare allo stato membro competente anche un avviso di allerta.

Inoltre, presso la postazione remota ubicata presso la Centrale Operativa del Corpo delle Capitanerie di porto, attraverso il *browser web* un operatore può correlare – tramite tracce AIS (*Automatic Identification System*) – la posizione geografica dell'inquinamento segnalato con le eventuali unità navali presenti in zona o con rotta compatibile. Tuttavia, al fine di migliorare l'addestramento dell'algoritmo di identificazione degli *oil spill*, è richiesto ad ogni stato membro di fornire un *feedback* circa la reale presenza dell'idrocarburo segnalato. In tal modo si è permesso al sistema di raggiungere affidabilità sempre più spinte popolando, nel contempo, un prezioso data base contenente i dati storici rilevati contestualmente sia dalle immagini radar che dalle verifiche *in situ*. A testimonianza dei progressi nel settore del monitoraggio ambientale mediante sistemi satellitari si ritiene degno di nota citare il *case history* inerente la Motonave “Humboldt Bay” – cargo battente bandiera liberiana – individuata il 18 agosto 2010 in posizione compatibile con un *oil spill* rilevato dal sistema di che trattasi. Sulla scorta delle informazioni attinte dal sistema AIS la Centrale Operativa del Corpo delle

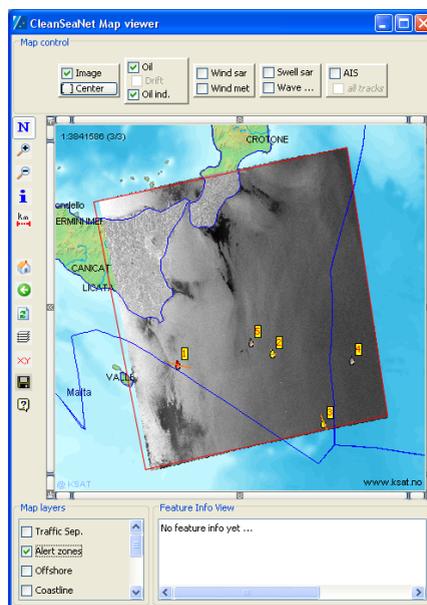


Figura 3 – Screen shot Clean Sea Net.

Capitanerie di porto ha richiesto, secondo quanto previsto dalle norme comunitarie che regolamentano le visite Port State Control (P.S.C.), un'ispezione a bordo della motonave da effettuarsi nel porto di destinazione (Ankara – Turchia). Durante la visita ispettiva sono emerse irregolarità talmente gravi da indurre le competenti autorità al fermo della nave.

Le appena ricordate attività di polizia condotte sotto il coordinamento del Comando Generale del Corpo sono state particolarmente apprezzate dagli organi di vertice dell'EMSA tanto da citarle, quali *best practics*, durante la presentazione del Clean Sea Net di seconda generazione.

L'impiego forense e nelle indagini di Polizia Giudiziaria dei dati tele rilevati.

Dalla disamina dei sistemi sin qui descritti si può affermare che l'azione di contrasto all'inquinamento ambientale e, nello specifico marino, demandata al Corpo, è validamente supportata da una molteplicità di strumenti operativi altamente tecnologici che consentono la rilevazione, l'archiviazione e la gestione di numerosi dati che, associati o meno ai controlli *in situ* ed ai relativi campionamenti, permettono la “contestualizzazione” del reato ambientale e la conseguente perseguibilità.

Ne discende, però, sulla scorta di quanto già anticipato in premessa, che laddove il personale del Corpo si trovi a rivestire funzioni di P.G. e, per l'effetto, divenga braccio ed occhio operativo del magistrato inquirente, lo stesso personale debba improntare la sua azione al pieno rispetto dei principi che regolamentano l'attività investigativa, prima, e quella probatoria - dibattimentale, poi, qualora dalla notizia di reato si giunga nelle aule del Tribunale penale.

La domanda da porsi, pertanto, è la seguente: possono i dati rilevati con le strumentazioni descritte fungere da prova o da fonte di prova in ambito forense e, se sì, a quali condizioni?

La risposta a tale quesito è piuttosto complessa e, in questa sede, non può che essere accennata.

Ad ogni modo, onde inquadrare correttamente la questione, occorre compiere una prima distinzione tra strumentazioni che producono informazioni “qualitative” costituite da indicatori immediatamente apprezzabili e valutabili (immagini, riproduzioni video, foto o audio) ed apparati che forniscono dati “quantitativi” ovvero valutabili solo in associazione a parametri definiti a priori, previa “lavorazione” e/o decommutazione degli stessi.

Per quanto attiene le rilevazioni qualitative, può ritenersi che sul punto si sia raggiunta, tanto in dottrina, quanto in giurisprudenza, una posizione condivisa.

Secondo Santoloci, Cristelli, Zanelli ed altri autorevoli autori, in conformità a quanto espresso anche dalla Suprema Corte “i rilievi fotografici costituiscono un atto formale e proceduralmente valido ed efficace, se realizzato con una serie di foto commentate con didascalie, in modo da formare una vera e propria verbalizzazione ispettiva e descrittiva”.

In particolare, i rilievi fotografici sono da considerarsi, ai fini processuali, quali atti irripetibili ai sensi e per gli effetti dell’art. 431, comma 1, lettera b c.p.p, attestazioni, cioè, atte a cristallizzare la realtà dei fatti, del tutto utilizzabili in via dibattimentale.

Va precisato che, l’ “irripetibilità” degli atti non deriva – come molto più spesso accade nel sistema delle prove per i rilievi in laboratorio su liquidi o sostanze deperibili – dalla circostanza che la lettura del dato non consente un’ulteriore e successiva decodificazione del medesimo per distruzione e/o esaurimento del supporto che lo contiene, ma per la natura stessa dell’oggetto fotografato e della tecnica di rilevazione.

In altri termini, in primo luogo, irripetibile è la realtà riprodotta nell’immagine (ad es. lo sversamento di idrocarburi in mare dalla motonave Alfa in navigazione) che per il semplice decorso del tempo si evolve in qualcosa di sostanzialmente diverso dal reperto della prima immagine, oltre al fatto che il reato stesso può, nella specifica condizione di tempo e luogo, coincidere con un’azione istantanea, non ripetibile o non ripetuta e reiterata. In secondo luogo, lo stesso strumento di rilevazione può essere caratterizzato da irripetibili condizioni spaziali, temporali, meteorologiche, fisiologiche, ambientali e/o di refrazione, umidità, quota, inclinazione e/o altro che non possono essere riprodotte in maniera identica in altro momento. Per completezza di discorso, si sottolinea che, per non vedersi frustrata l’idoneità ad assurgere a prova valida in dibattimento, occorre distinguere se la rilevazione è effettuata nell’ambito di un accertamento amministrativo, in contraddittorio o meno con la controparte o, in ambito penale su istanza dello stesso P.M..

Nella prima ipotesi ove le decodifiche in laboratorio avvengano alla presenza della controparte (soggetto accertato, ma formalmente non ancora indagato), il rilievo fotografico ivi prodotto, potrà essere validamente ed inconfutabilmente utilizzato in sede penale – ove accerti la sussistenza di un reato – fungendo da piena prova.

Diversamente, ove la decodificazione avvenga unilateralmente, senza contraddittorio ed emerga l’esistenza di condotte penalmente rilevanti, tale rilievo non costituirà prova piena, ma, lungi dal perdere completamente l’efficacia probatoria, costituirà comunque atto utilizzabile dal P.M. nel proprio fascicolo, secondo il codice di rito.

Seguiranno, pertanto, le necessarie notificazioni di garanzia alla parte e la successiva attività di polizia giudiziaria a supporto delle indagini.

Resta inteso che, qualora l’impiego degli strumenti di rilevazioni venga attivato su richiesta formale del P.M. e dovessero, all’atto della rilevazione, emergere ipotesi di flagranza di reato decadrà l’obbligo di compiere tutti gli atti di garanzia verso l’indagato normalmente previsti dal codice e potranno compiersi tutte le azioni autonome richieste dal caso (perquisizioni, sequestri etc..).

Altre ben più complesse considerazioni di natura giuridica conseguono all’impiego dei sistemi produttori dati di natura “quantitativa”.

In via preliminare, giova sottolineare che è proprio la normativa in materia ambientale ad imporre la quantificazione di indicatori misurabili, per la configurazione stesso del reato di inquinamento.

Anche nel campo marittimo trova applicazione il concetto di “inquinamento formale” piuttosto che di danno sostanziale, a similitudine di quanto avviene con l’impianto giuridico fissato dal D.Lgs. 152/2006. La normativa richiamata individua i parametri entro il quale il corpo ricettore “può”

essere inquinato, cosicché, paradossalmente, solo il superamento di specifici parametri tabellari permette di distinguere tra inquinamento “lecito”, irrilevante ai fini penali ed inquinamento “illecito”, costituente fattispecie criminosa. E’ intuibile che siffatta impostazione che, di fatto, trasforma il reato di inquinamento da reato di condotta a reato di evento (e per di più di evento oggettivamente stimabile), vincoli e comprime ulteriormente il sistema probatorio.

A ciò si aggiunga che, allo stato attuale della normativa, non vi è un’unica ipotesi tipizzata di “reato di inquinamento”, ma più reati cosiddetti “satelliti” richiamati dal codice penale o da leggi speciali, ciascuno caratterizzato da elementi costitutivi differenti e specifici.

In tale contesto, ad una prima impressione, sembrerebbe che la piena valenza probatoria possa assegnarsi solo alle cosiddette “prove prestabilite” a forma vincolata (ad esempio sistema di prelievi in loco e analisi in laboratori accreditati). Ebbene, la giurisprudenza più recente, ormai costante da diverso tempo, sta aprendo la strada ad un nuovo orientamento che valorizzi il sistema probatorio libero, superando il limite della prova formale prestabilita.

Competerà, pertanto, alla magistratura inquirente – e di converso alla P.G. che allega le proprie indagini al fascicolo d’atti del P.M. – dimostrare il danno (ed il relativo superamento tabellare) anche con metodi logico-induttivi diversi dalle analisi di laboratorio su campioni del corpo ricettore, purchè tali metodi abbiano criteri scientificamente apprezzabili.

Si torna, pertanto, ancora una volta, alla necessità di definire quali requisiti debbano soddisfare i sistemi che forniscono dati quantitativi.

Soccorrono al proposito le considerazioni già svolte dalla dottrina in materia di prove atipiche, di cui all’art. 189 c.p. (o, in ambito amministrativo art. 2712 c.c.) o, più precisamente, di “riproduzioni meccaniche ed informatiche” di cui al D.Lgs. 82 del 7 marzo 2005 che, all’esito di un acceso dibattito giurisprudenziale, ha in buona parte codificato le regole per l’impiego di strumenti quali l’autovelox, l’etilometro, le telecamere delle ZTL (in ambito amministrativo) o in tema di accertamenti medico legali per gli esami ematici o le indagini sul DNA.

Ciò che accomuna tutti questi strumenti è la circostanza che l’informazione costituente prova del reato (o dell’illecito amministrativo) non è auto evidente nel dato spurio, ma deriva da un procedimento di decodifica che permette l’estrazione dall’input di un dato numerico (o comunque misurabile) che, associato a parametri noti e predeterminati, consente di dedurre un giudizio inequivocabile e condivisibile da parte di tutti coloro che eseguono il medesimo procedimento sul medesimo dato. In altri termini ciò che assicura al dato così acquisito il valore di prova (o quantomeno di elemento di prova liberamente apprezzabile dal giudice) è l’idoneità del procedimento di acquisizione *ab origine* e decodifica del dato, più che la natura del dato stesso.

Alcuni esempi, mutuati dai procedimenti aventi ad oggetto l’impiego di autovelox in tema di illeciti amministrativi, chiariranno meglio quanto sin qui esposto: in giudizi aventi ad oggetto la presunta inattendibilità della rilevazione compiuta dagli autovelox, i Tribunali, con giurisprudenza consolidatasi negli anni, hanno rigettato le eccezioni dei trasgressori, affermando l’idoneità delle rilevazioni a costituire legittima fonte di prova, sul presupposto che:

- gli strumenti sono regolarmente omologati e la ditta costruttrice fornisce schede tecniche che ne consentono il corretto utilizzo;
- gli strumenti prevedono un margine di tolleranza pari ad una percentuale prestabilita, cosicché al trasgressore viene contestato il superamento dei limiti tabellari, previa depurazione del 10% rispetto all’indice rilevato dall’apparecchio;
- tutti gli strumenti che intervengono nel processo di rilevazione e decodifica (pellicola, banchi di sviluppo o, più recentemente, *software* ed applicativi) sono opportunamente tarati e calibrati da ente estraneo agli agenti accertatori;
- il personale addetto alla rilevazione è specificatamente formato;
- fatta salva la competenza e professionalità degli operatori, il fattore umano non può interferire sull’attendibilità dei dati in senso pregiudizievole al soggetto accertato.

Fatte le doverose differenze, può affermarsi che anche in ambito di rilevazione di illeciti ambientali, il procedimento di formazione della prova deve soddisfare i medesimi criteri.

Si consideri, inoltre, che al di fuori delle ipotesi penali, ispirate ai diversi principi di presunzione di innocenza (*in dubio pro reo*) e di formazione della prova in sede dibattimentale – fatti salvi gli atti irripetibili-, nei casi di illeciti amministrativi, a supporto della piena valenza probatoria dei rilievi irripetibili -, nei casi di illeciti amministrativi, a supporto della piena valenza probatoria dei rilievi acquisiti in conformità ai criteri descritti, si aggiunge la presunzione di legittimità degli atti amministrativi, a norma dell'art. 2700 c.c. e la sostanziale inversione dell'onere della prova a carico del trasgressore che voglia inficiare la validità del medesimo atto amministrativo ex art. 2697 c.c.

Sulla base delle considerazioni che precedono, si ritiene dunque che il telerilevamento possa costituire un valido ausilio nelle indagini compiute dalla P.G a contrasto degli illeciti ambientali, potendo validamente produrre prove (ove si omologhino le risultanze telerilevate alle immagini fotografiche e si ricomprenda anche le prime tra gli atti irripetibili) o, quantomeno, fonti di prova.

Come autorevolmente asserito sin dal 2001 da Casacchia “un'immagine telerilevata fornisce una ripresa della superficie terrestre in funzione di tre parametri fondamentali, la risoluzione spaziale (che seleziona la scala dei fenomeni da studiare), l'ampiezza delle bande spettrali in base alle quali è possibile caratterizzare spettralmente l'oggetto territoriale in esame (risoluzione spettrale) e la risoluzione radiometrica che coincide con quella che di solito si chiama sensibilità di uno strumento. In funzione dell'interazione tra questi parametri l'immagine telerilevata fornisce un'informazione spettro-radiometrica caratteristica della superficie esaminata ed espressa tramite grandezze fisiche quali la radianza e la riflettanza. Queste grandezze sono pertanto ricavabili dalle immagini telerilevate per poter effettuare indagini quantitative, ovvero non solo basate sulla fotointerpretazione qualitativa dei dati.

E' noto che al concetto di misura di una grandezza fisica è sempre associato quello di affidabilità della misura stessa, ovvero la determinazione di quanto questa descriva la realtà osservata.

Nel caso del telerilevamento le misure di grandezze fisiche o di parametri ambientali sono determinate dalle condizioni strumentali del sensore che riguardano lo stato di calibrazione spettrale e radiometrica e da quelle ambientali dell'esperimento, riferite principalmente alle caratteristiche meteo-climatiche dell'area di studio. Di particolare importanza è anche l'angolo di incidenza solare da cui dipendono la quantità di energia incidente e le caratteristiche geometriche del sistema satellite-target-sorgente. L'uso quantitativo dei dati telerilevati prevede quindi che il contributo di tutti questi elementi sia tenuto nella debita considerazione e che il prodotto finale, spesso rappresentato da una carta tematica, sia basato su dati certi o validati in situ, di cui sia nota l'accuratezza. Tutto ciò contribuisce a definire la qualità del dato tele rilevato.

La necessità di produrre dati calibrati e validati è emersa sia nell'ambito di grandi progetti di cooperazione internazionale riguardanti lo studio di processi a scala planetaria, sia nelle applicazioni sviluppate a scala locale. In tale ambito le procedure di calibrazione strumentale sono in genere effettuate dalle agenzie o istituzioni che gestiscono la realizzazione dei sensori satellitari, come pure dovrebbero essere sotto lo stretto controllo delle agenzie che forniscono le immagini. La validazione dei dati, invece, intesa come verifica dell'accuratezza della misura del dato fisico, ha subito nell'ultimo ventennio un notevole impulso che ha determinato la creazione di numerosi siti di calibrazione al terreno e di data base dedicati.

Ne discende, dunque che le procedure di calibrazione e validazione dei dati telerilevati sono indispensabili per effettuare misure assolute delle grandezze fisiche, confrontare data set diversi, sia acquisiti a distanza di tempo con lo stesso strumento che con strumenti diversi, e per monitorare fenomeni di lungo termine”.

Sulla base di quanto sopra asserito, pertanto, torna ad assumere rilevanza l'affidabilità e misurabilità delle rilevazioni, conformemente a quanto già osservato per gli strumenti di rilevazione quantitativa (vedesi *autovox*).

Non può sottacersi, inoltre, che il telerilevamento satellitare è stato considerato sin da epoca risalente quale uno dei migliori strumenti tecnologici in grado di controllare l'applicazione delle norme di diritto ambientale, tant'è che il cosiddetto “Manuale 1993”, completando una norma stabilita dalla Convenzione Internazionale del 1973, ripresa dalla MARPOL, autorizzava

espressamente l'uso di immagini satellitari come strumento di prova per inquinamenti causati dagli idrocarburi, come, in effetti, già avvenuto nel disastro naturale di Chernobyl nel 1986, nella catastrofe naturale del 1970, occorsa al Mar d'Aral e successivamente nel 1992 nell'incidente provocato dalla petroliera greca Aegan in danno delle coste della Coruna.

Perché gli atti, oggetto di telerilevamento, possano resistere anche in sede dibattimentale alle eccezioni della difesa, a parere di chi scrive è necessario che si rispettino compiutamente e senza deroga alcuna i criteri precedentemente sintetizzati.

Allo stato attuale nulla osta alla produzione di un valido certificato di omologazione sugli apparati in dotazione, né all'applicazione del margine di tolleranza sui dati rilevati (previa fissazione dell'entità della percentuale di correzione da applicarsi da parte di competente ente istituzionale).

Ciò che difetta, invece e si ritiene non procrastinabile è la certificazione /taratura /omologazione delle procedure di estrazione dei dati, mediante accreditamento presso Organismo di certificazione del laboratorio di telerilevamento presso il quale giacciono i banchi di calibrazione ed i medesimi sistemi di rilevamento.

E' indispensabile, infine, che tutto il personale impiegato segua procedure standardizzate e scientificamente testate di acquisizione, estrazione, archiviazione e gestione dei dati e venga all'uopo formato, garantendo allo stesso costante aggiornamento sulla scorta dell'evoluzione tecnologica degli apparati, oltre che, per quanto di competenza, sui contenuti della normativa in materia di illeciti ambientali, oltre che sulle tecniche e procedure di polizia giudiziaria ambientale, onde garantire quell'approccio sinergico all'interno del Corpo e nei rapporti con le altre Forze di Polizia che costituisce il criterio di efficacia ed efficienza dell'azione di prevenzione e repressione degli illeciti.

Si ringrazia l'Avv. Chiara Benelli per il supporto e la collaborazione forniti nella stesura del presente articolo.

Bibliografia

- Santoloci M. (2011) "Tecnica di Polizia Giudiziaria Ambientale"
- Caligiore A. (2011) "Manuale sulle principali tecniche antinquinamento da idrocarburo in mare", Imago editore
- Caiazzo L. (2011) "Per un mare più pulito – il sistema Clean Sea Net (CSN) sviluppato dall'Agenzia Europea per la Sicurezza Marittima", *Notiziario della Guardia Costiera*, Feb. 2011: 75 -79
- Rak G. (2010) "Navigazione internazionale e protezione dell'ambiente nel mediterraneo);
- Fodella A. e Pinesca L. (2009) "La protezione dell'ambiente nel diritto internazionale" ed 2009;
- Franza A. (2006-2007) "Rivista Diritto dell'Ambiente"
- Mattia S. (2005) "L'aereofotogrammetria" Dip. Pianificazione del Territorio Università di Firenze
- Cristelli G. – Zatelli G. (2004) "Le foto: atti irripetibili importanti" su http://www.simoline.com/clienti/dirittoambiente/file/polizia_articoli_14.pdf;
- Direttive Generali del Ministero dell'Interno n. 17452/ 8 -2001 e 17452/10 -2002
- Casacchia R. (2001) "Iniziative nel campo della certificazione e qualità dei dati telerilevati", *Rivista Italiana Telerilevamento*, 22:41-46.
- Cassano G. – Cosentino C. (2000) "Il danno ambientale – Lineamenti Giurisprudenza Normativa".
- Olivari G "Controlli di Polizia Ambientale: cenni sulla raccolta ed elaborazione dei dati acquisiti" su http://www.dirittoambiente.net/base1.php?a=polizia_articoli&b=polizia&c=&page=13&g=9;
- Casini R "Aspetti di tecnica d'indagine e di cooperazione interforze nel contrasto dei reati ambientali" su <http://www.lexambiente.it/acrobat/Casini.pdf>;