

TESTO CONCESSO DA CARABINIERI INVESTIGAZIONI SCIENTIFICHE



Le Indagini su Esplosivi

LE INDAGINI TECNICHE A SEGUITO DI REATI COMMESSI CON L'USO DI ESPLOSIVI

Riguardo all'attività di indagine tecnico-scientifica di tipo esplosivistico, dobbiamo distinguere due diversi casi:

a. indagini condotte su ordigni esplosivi integri: è possibile effettuare accertamenti tecnici tesi a determinare le caratteristiche (ad esempio, sistema di attivazione, sistema di innesco e natura e quantità della carica esplosiva), la funzionalità, la potenzialità e la micidialità dell'ordigno;

b. indagini condotte a seguito di detonazione di un ordigno esplosivo: sono finalizzate alla individuazione del tipo e quantitativo di carica esplosiva, del sistema di attivazione/innesco e delle modalità di confezionamento dell'ordigno utilizzato nell'attentato.

Le indagini condotte a seguito di un attentato compiuto con l'impiego di ordigni esplosivi sono estremamente difficili e complesse ed il successo delle stesse dipende, in modo determinante, da una corretta attività di sopralluogo e repertamento condotta sul luogo dell'esplosione.

Una volta individuata la posizione del cratere o breccia e quindi del punto ove era originariamente collocato l'ordigno, si può attuare una ricerca mirata di reperti riconducibili a parti dell'ordigno ovvero a quelli che, più di altri, hanno la probabilità di recare tracce di esplosivo incombusto (utili, quindi, agli accertamenti di laboratorio tesi a determinare la natura della carica esplosiva impiegata). Una esplosione, infatti, può lasciare invisibili tracce di esplosivo non detonato che, sfuggendo alla reazione di combustione, sono state proiettate, dall'onda sferica di pressione associata all'esplosione, nell'ambiente circostante.

Da un accurato esame descrittivo del cratere (diametro del cratere, altezza dell'alveolo, disegno del cratere apparente e del cratere reale, etc.), è possibile, tra l'altro, stimare il quantitativo di esplosivo impiegato.

ACCERTAMENTI TECNICI DI LABORATORIO

Per quanto attiene gli accertamenti tecnici volti a risalire al tipo di esplosivo impiegato in un attentato, si procede, al preventivo trattamento dei reperti di cui sopra con opportuni solventi organici e con acqua pentadistillata per poi sottoporre gli estratti ottenuti ad analisi chimica mediante le sottotestate tecniche strumentali:

per la ricerca di sostanze esplosive di natura organica, analisi degli estratti organici mediante: Gascromatografo interfacciato a Spettrometro di Massa per "Impatto elettronico", "Ionizzazione chimica positiva e negativa" (GC-MS);

Cromatografo Liquido con rivelatore UV - visibile Diode Array;

Gascromatografo e Cromatografo liquido interfacciati con rivelatore TEA;

Spettrometro a mobilità ionica.

per la ricerca di sostanze esplosive di natura inorganica, analisi degli estratti acquosi mediante:

Elettroforesi Capillare con rivelazione UV - visibile a Diode Array ;

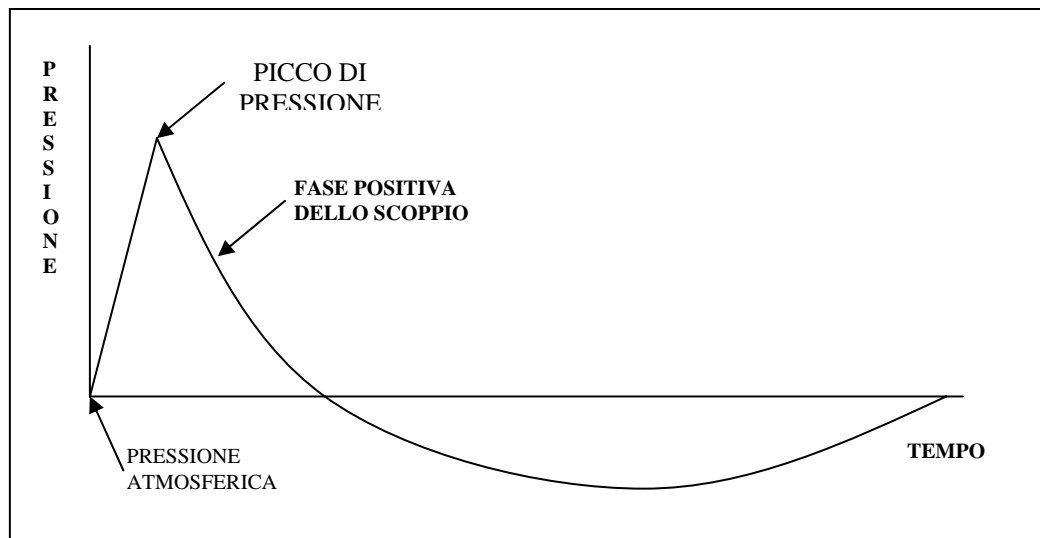
Cromatografo ionico a conducibilità soppressa.

Per ciascuna delle citate strumentazioni sono state messe a punto metodiche analitiche per l'analisi quali - quantitativa di esplosivi (organici ed inorganici) ed infiammabili, rilevando

tracce di sostanza sino a livelli di decine di picogrammi con possibilità di conferma del dato analitico mediante, almeno, una seconda tecnica analitica.

L'esplosione

L'esplosione è un fenomeno caratterizzato da una rapida e irrefrenabile liberazione di energia che si manifesta come calore, luce, sovrappressioni, onde sonore e onde sismiche; generalmente è associata a una reazione chimica che comporta la rapida trasformazione di sostanze reagenti (combustibile e comburente) in prodotti gassosi con una concomitante liberazione di energia all'ambiente.



La reazione che sta alla base di una esplosione è la combustione; essa consiste nella ossidazione di una qualsiasi sostanza combustibile -sia essa gassosa, liquida o solida- con sviluppo di calore e spesso di luce. L'ossidante (comburente) può essere l'ossigeno atmosferico oppure l'ossigeno che si libera da composti che lo contengono quali, ad esempio, il Nitrato di Ammonio o il Perclorato di Ammonio.

Il processo della combustione, che si può manifestare come il semplice ardere di una fiamma, in certe condizioni può dare luogo a fenomeni esplosivi quali la deflagrazione e la detonazione a seconda della velocità (cinetica) della reazione ossidativa. Nel caso dell'esplosione ci troviamo di fronte a reazioni estremamente veloci che comportano la cessione di energia in un tempo brevissimo: dell'ordine del decimo o centesimo di secondo nel caso della deflagrazione e del millesimo di secondo nel caso della detonazione.

Per valutare gli effetti distruttivi di una esplosione è importante considerare:

il rapporto tra la velocità di produzione di energia e la superficie totale che include il sistema reagente;

l'intasamento, ossia il confinamento dei reagenti, che consente di capitalizzare l'energia prodotta dal processo ossidativo di combustione. Nel caso di una miscela combustibile/comburente confinata all'interno di un contenitore, una volta attivato il processo di combustione (scintilla, urto, ecc.), avvengono i seguenti fenomeni:

rapido aumento della temperatura del sistema a seguito di una scarsa dispersione di calore;

aumento della velocità di reazione;

rapido aumento della pressione del sistema dovuto alla produzione di gas ad alta temperatura.

Nel momento in cui la pressione dei gas riesce a vincere la resistenza meccanica del contenitore si ha lo scoppio dello stesso con improvvisa espulsione di gas caldi e conseguente produzione di onda di scoppio od onda d'urto.

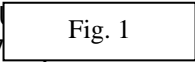
Le caratteristiche dell'onda d'urto vengono studiate mediante misuratori di pressione (dispositivi elettronici ed ottici) che, nel caso di scoppi che avvengono nell'aria -ad esempio- consentono di registrare il primo rapido aumento della pressione (fronte d'urto), la sua successiva graduale diminuzione (fase positiva dello scoppio) e la fase di risucchio in cui la pressione diminuisce sotto il livello atmosferico ed il vento inverte la sua direzione.

Dallo studio degli effetti e dell'entità dei fenomeni associati all'onda d'urto, grazie a criteri di similitudine forniti dalle leggi che regolano il moto dei fluidi (ad esempio: dipendenza della pressione e impulso dell'onda d'urto) e dalla distanza rispetto al luogo dell'esplosione (dimensioni e morfologia del cratere, danni riportati da strutture limitrofe al luogo dell'esplosione, ecc.) è possibile risalire alla presunta quantità di esplosivo impiegato.

Gli Esplosivi: loro descrizione e classificazione.

Si tratta di sostanze ad alto contenuto energetico la cui esplosione non è altro che il manifestarsi della loro trasformazione in sostanze a più basso contenuto energetico (cioè più stabili termodinamicamente) con cessione all'ambiente del "gap" di energia. Sebbene favorito termodinamicamente, perché detto processo chimico di trasformazione possa realizzarsi è necessario innescarlo (ossia occorre superare una barriera energetica, detta energia di attivazione), fornendo al sistema un'opportuna energia dall'esterno (urto, percussione, scintilla, sistemi di innesco-detonatori). Una volta attivato, il processo di decomposizione si autopropaga all'intera massa di esplosivo.

In base ai diversi criteri impiegati, si ha:

Classificazione Normativa: le principali fonti normative in materia di esplosivi o prodotti esplodenti sono gli artt. 46-57 del T.U.  sive modificazioni, gli artt. 81-i 10 reg. P.s. nonché gli artt. 435 (detenzione), 679 (omessa denuncia) e 679 (omessa denuncia) del Codice Penale. In particolare, ai sensi dell'art. 81 Reg.p.s., gli esplosivi si distinguono in cinque categorie:

Categoria I: Polveri e prodotti affini negli effetti esplodenti.

Categoria II: dinamite e prodotti affini negli effetti esplodenti.

Categoria III: detonanti e prodotti affini negli effetti esplodenti.

Categoria IV: artifici e prodotti affini negli effetti pirotecnici.

Categoria V munizioni di sicurezza e giocattoli pirici.

Classificazione d'uso: gli esplosivi in base al loro uso si possono classificare in:

militari: in Italia -ad esempio- il Tritolo anche se lo si può ritrovare in alcuni prodotti commerciali come ad esempio i razzi antigrandine ad uso agricolo (presente nella testa di scoppio) la cui detenzione e impiego sono, ovviamente, rigorosamente disciplinati;

civili: ad esempio Dinamiti, ANFO, Slurries o Water gels;

pirotecnici: fuochi e giochi pirotecnici.

Classificazione chimica. Possiamo distinguere gli esplosivi in:

Esplosivi Lenti (Low Explosives) ed esplosivi dirompenti (High Explosives).

Tra gli esplosivi lenti di tipo inorganico si annoverano la polvere nera (miscela di nitrato di potassio, carbone, zolfo), la polvere nera modificata (come il Pyrodex : miscela di nitrato e perclorato di potassio, carbone, zolfo e stabilizzanti come il benzoato di sodio e la diciandiamide), le Flash powder (miscela di perclorato di potassio, polvere di alluminio, zolfo o solfuro di antimonio-III) e le polveri per giochi pirotecnici (miscele di nitrato di bario o di stronzio, polvere di alluminio o magnesio).

Tra gli esplosivi lenti di tipo organico abbiamo: le polveri senza fumo (come le balistiti impiegate come cariche di lancio nel munizionamento) a singola base, contenenti nitrocellulosa e stabilizzanti (difenilammina e centralite) e a doppia base contenenti nitrocellulosa, nitroglicerina e stabilizzanti.

Tra gli esplosivi lenti possiamo ricordare anche certe miscele esplosive artigianali, realizzate miscelando in maniera opportuna materiali facilmente reperibili sul mercato (esplosivi ottenuti per miscelazione di nitrato di ammonio (fertilizzante) o clorati e/o perclorati con sostanze organiche utilizzati come combustibile, come ad esempio gli zuccheri).

Gli "High Explosives" sono caratterizzati da un'alta velocità di propagazione della reazione di decomposizione (la velocità di propagazione dell'onda esplosiva è compresa tra i 1000 e gli 8000 metri/secondo) e per esplodere hanno solo bisogno di un semplice urto (nel caso dei più sensibili come lo stivato di piombo, il fulminato di mercurio e di argento, l'azotidrato di piombo-tutti costituenti delle capsule di innesco, la nitroglicerina, ecc.) oppure, generalmente, dell'innesco mediante detonatore.

Tra gli "High Explosives" si possono ricordare:

il tritolo o 2,4,6-trinitrotoluene (TNT), esplosivo di tipo militare tra i più usati sia in guerra che in tempo di pace a causa della sua stabilità, facile manipolazione, conservazione (la luce ha però sul tritolo un'influenza notevole in quanto porta ad una sua graduale degradazione fotochimica in derivati chinossimici). Si presenta come un solido cristallino di colore variabile tra il giallo paglierino e il marrone e lo si può incontrare sotto forma di polvere, granuli, scaglie o ammasso solido (saponette). Viene ottenuto per nitratura del toluene con miscele solfonitriche (acido nitrico ~ acido solforico).

Le dinamiti sono esplosivi commerciali largamente impiegati nei lavori da mina i cui componenti principali sono la nitroglicerina (NG) e l'etilenglicoldinitrato (EGDN, in genere presente in quantità superiore all' NG, con la funzione anche di anticongelante) nel caso delle dinamiti nitroglicerinate, oppure il dietilenglicole dinitrato (DEGDN) o il metriol trinitrato (MTN) nel caso delle dinamiti senza nitroglicerina (nitroglycerin free dynamites). Altri componenti delle dinamiti sono la nitrocellulosa (la cui dissoluzione nella nitroglicerina porta alla formazione di una miscela gelatinosa), il nitrato di ammonio o di sodio, il carbonato di calcio e gli anticongelanti (ad esempio i dinitrotolueni-DNT). Le dinamiti sono commercializzate in forma di candelotti.

Water gels/slurries: sono esplosivi commerciali piuttosto recenti che stanno rapidamente sostituendo le dinamiti essendo più sicuri ed economici; sono soluzioni acquose di nitrato di ammonio gelificate con un polisaccaride (come Guar Gum) che ha anche la funzione di combustibile. Nel gel può essere disperso un ossidante o un combustibile addizionale (ad esempio scaglie di alluminio) insieme a sostanze sensibilizzanti (monometilamina nitrato ed esamina nitrato); per facilitare la fase di innesco della detonazione si introducono nitrati sotto forma di granuli porosi (realizzando così delle inclusioni di aria) oppure microsferi di vetro del diametro inferiore ai 100 micron;

pentrite o tetranitropentaeritrite, un nitro estere impiegato nelle micce detonanti e, in associazione con l'RDX, in esplosivi plastici come il Semtex (esplosivo commerciale cecoslovacco);

RDX (USA) o T4 (Italia) o Hexogene (Germania e Francia) o ciclotrimetilentrinitramina e l' HMX o ciclotetrametilentrinitramina (quest'ultimo presente come sottoprodotto nella sintesi dell'RDX ottenuta per nitratura dell'urotropina secondo il processo Bachmann) sono sostanze esplosive impiegate in esplosivi di tipo militare come il Composition B, il Composition C4. Come la pentrite, l' RDX è una sostanza esplosiva più sensibile del TNT per cui si è ritenuto prudente impiegarlo flemmatizzato con sostanze del tipo oli minerali, vaselina, cera d'api, resine sintetiche, ecc. ma soprattutto, per maggiore praticità e minori costi di produzione, con paraffina. Per l'ottenimento di esplosivi plastici al T4 aventi una consistenza analoga agli stucchi per vetrai, viene impiegata come flemmatizzante la vaselina (89% di T4).

esplosivi binari, ottenuti per miscelazione di due componenti, come il PLX (miscela liquido - liquido di nitrometano ed etilendiammina), l'Astrolite (idrazina e nitrato di ammonio) e il Kinestik (nitrato di ammonio, nitrometano ed un colorante) che rappresenta l'esplosivo binario commerciale tuttora più venduto.

Inneschi

Gli inneschi -cioè i detonatori-, le capsule e le micce sono dispositivi impiegati per provocare la detonazione delle sostanze esplosive. Mentre per innescare la reazione di esplosivi lenti, come la polvere nera o il Pyrodex è sufficiente la scintilla provocata da una miccia accesa, per gli alti esplosivi è generalmente necessario l'impiego di capsule o detonatori che a loro volta esplodono con violenza per semplice percussione o per il calore prodotto da una miccia accesa o ancora mediante azione elettrica attraverso un esploditore. L'esplosione di capsule o detonatori genera la propagazione di un'onda esplosiva in grado di provocare la decomposizione istantanea di masse di esplosivo ad esse collegato.

I detonatori normali consistono in un bossolotto metallico o di alluminio, o di rame, o di ottone contenente verso il fondo una carica di alto esplosivo (come ad esempio TNT, pentrite, o T4) e verso la bocca, in cui viene inserita una miccia a lenta combustione, una carichetta di esplosivo innescante/primario (molto sensibile) come il fulminato (il bossolotto in questo caso non deve essere di alluminio ma di ottone o rame), l'azotidrato e/o lo stifnato (in un bossolotto di alluminio). I detonatori vengono classificati con un numero (il più comune è il detonatore detto "del numero 8").

I detonatori o inneschi elettrici sono comuni detonatori ai quali viene aggiunto, a contatto dell'esplosivo primario-innescante, una miscela fusa di tiocianato di piombo e clorato di potassio nella quale sono immersi due fili di rame collegati sul fondo da un sottile filo di platino-iridio che, in seguito al passaggio di corrente (generata da esploditori magneto elettrici a batteria o a condensatore), si accende e fa esplodere il detonatore.

Le micce si suddividono in due tipi principali: micce a lenta combustione (ordinarie) e micce detonanti. Le prime sono costituite da un'anima di polvere nera estremamente fine detta in gergo "polverino" chiusa da due nastri di cellophan o di apposita carta, quindi avvolta da due (miccia comune a due coperti), tre (miccia extra a tre coperti) o più coperture di fili di juta e infine da una catramatura esterna; le micce impermeabili presentano un ulteriore rivestimento in guttaperga o plastica. La velocità di combustione della miccia (generalmente 120"-125" per metro lineare) dipende da diversi fattori tra i quali la quantità e la qualità del polverino costituente l'anima e, seppure in misura lieve, la pressione atmosferica.

Le micce detonanti sono caratterizzate da un'elevata velocità di combustione, dai 4500 ai 6500 metri/secondo, e necessitano di un detonatore (ad esempio del numero 8 posto a loro diretto contatto). Il tipo di miccia detonante oggi maggiormente impiegato, sia per uso civile che militare, è quello alla pentrite: la pentrite, che sostituisce la polvere nera nell'anima della miccia, è avvolta in una speciale carta, quindi da tre serie di avvolgimenti a spirale e da una viplatura esterna.