

TRIBUNALE DI LAMEZIA TERME

CONSULENZA ESPLOSIVISTICA

DEL PROF. MARCO MORIN

PREMESSA

Una serena e fondata valutazione della “*Consulenza tecnica – balistica relativa al procedimento penale N° 681/xxxx*” eseguita da xxx “*esperto in balistica ed esplosivistica forense*” e da xxxxx “*esperto pirotecnico*” si prospetta quale impresa alquanto difficile e impegnativa. E questo non per la laboriosità che normalmente presenta l’incombenza di dover contestare un risultato non corretto (o solo non gradito alla Parte) ma perché la Consulenza in questione è totalmente priva di qualsivoglia fondamento scientifico e i relativi risultati sono del tutto inaccettabili.

Questa situazione costringe la Difesa a un notevole sforzo in quanto, come è giusto - ma solo fino a un certo punto: il legislatore dovrebbe mettere a disposizione dell’autorità giudiziaria adeguati strumenti investigativi anche in campo scientifico - deve assumersi l’onere di dimostrare a chi di esplosivistica non ha certamente il dovere di intendersene

(Giudici e Magistrati) tutti gli errori commessi dai Consulenti nominati dalla Procura di Lamezia Terme.

1.- DESCRIZIONE DEI REPERTI

- **Contenitori.** Dalle descrizioni fornite si tratta di contenitori in materiale plastico bianco (polipropilene) perfettamente cilindrici alti 10.40 centimetri e dal diametro, presumibilmente esterno, di 6.8 centimetri; lo spessore del materiale è di 3.4 millimetri. Le superfici interne, base e parte chiudente del coperchio, sono date dalla formula $S = \pi r^2$; se $r = 3.6$ $S = 29.4$. Il volume, tenendo conto degli spessori, è di circa 296 millilitri.

Secondo i Consulenti i tre barattoli contenevano rispettivamente 350, 390 e 380 grammi di un miscuglio che, secondo l'analisi fatta eseguire, era composto da alluminio, perclorato di potassio e zolfo. Prendendo per buono questo risultato e considerando che i pesi specifici dei tre componenti sono, nell'ordine, 2.7, 2.52 e 1.96 è evidente che i barattoli non solo non erano pieni ma che il materiale non era certamente compresso.

Nella descrizione delle "spolette" si indica la presenza di una carica di 1.804 g di "polvere nera pressata". Si parla poi di "stoppini imbevuti di pasta di polvere nera, aventi funzioni di miccia innescante". **In nessun caso però si specifica che cosa si intende per polvere nera:** se la vera e propria polvere nera o il cosiddetto "polverino" largamente impiegato in pirotecnia. Non si tratta di una osservazione oziosa: la **polvere nera** è un esplosivo che la legislazione vigente (Allegato A dell'art. 82 Regolamento Esecutivo T.U.L.P.S.) divide in

"Polvere pirica nera ordinaria da cannone, fucileria, caccia, cannone grandifugo, di qualunque provenienza e forma." (Categoria I, gruppo A, n. 1)

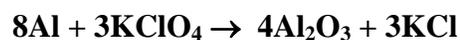
e in

"Polvere pirica nera ordinaria da mina (come mina-soda, mina-potassa, mina-Italia, mina-Titano, Espansite, Tre Stelle, ecc.) e da pirotecnici, di qualunque provenienza e forma." (Categoria I, gruppo B, n. 1).

Il **polverino**, che pur avendo la stessa composizione (e talvolta anche la granitura) della polvere nera non ne possiede le caratteristiche esplosive, è invece un miscuglio pirotecnico che rientra nella Categoria IV.

Il discorso riveste una certa importanza in quanto, come si vedrà più sotto, il materiale contenuto nei tre recipienti in sequestro deve essere considerato un miscuglio pirotecnico e non certo un esplosivo "*polverulento di tipo detonante*".

Poco interessa all'economia dell'indagine quanto esposto nell'allegata "**Consulenza tecnica**" eseguita dall'Ing. X. Y. e destinata alla "*Determinazione della pressione di rottura di un contenitore in materiale plastico*". In realtà il parere richiesto dal Consulente relativo alla "*determinazione della pressione necessaria a provocare la rottura del contenitore*" poteva avere un senso se si fosse tenuto conto che lo sbalzo di pressione che avrebbe sollecitato il recipiente era causato da una deflagrazione **altamente esotermica** per la presenza dell'alluminio. E' importante sapere che l'alluminio reagisce energicamente senza però in pratica produrre sostanze gassose (Meyer, R. – *Explosives* – Weinheim, 1987 – pagina 7 "*no gaseous products are formed*"- **ALLEGATO 1**); la reazione fra alluminio e perclorato di potassio è infatti la seguente:



L'ossido di alluminio Al_2O_3 ha una temperatura di fusione di 2980°C , il cloruro di potassio KCl sublima a 1500°C : l'alluminio pertanto anzitutto fornisce una grande quantità di calore ai corpi circostanti, compresi i gas formati dalle eventuali parallele reazioni di altre sostanze presenti. Nei **miscugli esplosivi** contenenti alluminio si osserva quindi un certo ritardo dell'effetto pressorio, fenomeno questo sfruttato soprattutto nelle armi subacquee.

In altre parole lo stimolo che il contenitore avrebbe sopportato sarebbe stato innanzitutto una intensissima irradiazione termica che senza dubbio avrebbe ammolito il materiale (il polipropilene omopolimero ha una temperatura di fusione di circa 98°C mentre il copolimero ha una temperatura di fusione di circa 82°C) alterandone anche in maniera rilevante le caratteristiche meccaniche. A questo proposito si rimanda a quanto disponeva già nel lontano 1965 il British Standards Institution nella Part 1. Effect of Temperature del volume *Methods of Testing Plastics* e a quanto prescrivono oggi gli omologhi protocolli ISO (International Organization for Standardization). In buona sostanza, tenendo presente quanto è successo al blocco di piombo (che non è degno di essere chiamato di Trauzl), appare probabile che se la miscela fosse stata incendiata il recipiente si sarebbe immediatamente lacerato con un forte fragore e con modesti effetti meccanici nello spazio circostante. E' possibile che questo aspetto non sia stato indicato all'ing. X. Y. che, certamente non specializzato nello specifico settore balistico-esplosivistico, si è limitato ad eseguire quanto richiestogli.

2. - GENERALITA' SUGLI ESPLOSIVI

Da pagina 16 a pagina 18 della relazione di consulenza troviamo una breve esposizione sugli esplosivi e sulle esplosioni. Da questo saggio emerge una conoscenza a dir poco sommaria e confusa dell'argomento. Già la definizione di “*esplosivo*” appare del tutto inadeguata: la farina di frumento, in sospensione nell'atmosfera con una concentrazione superiore a 40 grammi per metro cubo (cfr. Cross, J e D. Farrer – *Dust Explosions* – New York, 1982 – **ALLEGATO 2**, pagina 156), esplose “*in seguito ad azione esterna*” (fiamma, forte scintilla, ecc.) ma nessuno si sognerebbe di definirla come un “*esplosivo*” . Una corretta, anche se estremamente semplificata, descrizione dei fenomeni esplosivi è quella che segue.

La decomposizione delle sostanze esplosive può avvenire in tre modi diversi:

1) Decomposizione per *conducibilità calorifica* o *combustione lenta*. La durata è dell'ordine di diversi secondi o minuti e non si hanno effetti meccanici sensibili. Solo se la quantità di esplosivo è rilevante, la tensione dei gas prodotti può talvolta fare elevare la temperatura fino a determinare un effetto di scoppio vero e proprio.

2) Decomposizione per *deflagrazione*. E' il caso che si verifica per le cariche di lancio ed è la forma meno rapida di esplosione: la trasformazione in gas dell'esplosivo avviene però con rapidità sufficiente per determinare effetti di propulsione. Nella deflagrazione è possibile osservare tre fasi ben distinte:

a] l'accensione, che interessa quella parte di esplosivo su cui viene a cadere l'impulso iniziale (dardo di fiamma dell'innesco, rapido riscaldamento per compressione adiabatica di sacche d'aria causata da corpo percuotente, filo di resistenza reso incandescente elettricamente, ecc.).

b] l'infiemmazione. L'accensione iniziata in un punto della massa si propaga a tutto l'esplosivo con velocità più o meno elevata.

c] la combustione, fenomeno generale che può avvenire in modo più o meno rapido.

3) Decomposizione per *detonazione*. E' il caso che si verifica per gli esplosivi dirompenti. La rapidità di decomposizione è elevatissima e non risulta possibile distinguere nel fenomeno le tre fasi considerate nella deflagrazione.

Queste tre forme di reazione esplosiva non rappresentano altrettante forme ben distinte di decomposizione, poiché tra l'una e l'altra esiste una grande serie di gradazioni. In molti casi uno stesso esplosivo, inoltre, può, a secondo delle circostanze, passare dalla combustione lenta alla deflagrazione e da questa alla detonazione.

La detonazione può avvenire con maggiore o minore rapidità, e dar luogo ad effetti più o meno violenti, anche a seconda dell'energia del mezzo innescante impiegato. La reazione esplosiva può così assumere una infinità di forme diverse, i limiti delle quali sono segnati dalla combustione libera di strato in strato (tipica delle polveri di lancio) e dalla detonazione della sostanza contemporaneamente in tutto il suo volume (fulminato di mercurio).

Una definizione scientificamente esatta, anche se forse non semplice e non certo facilmente comprensibile, della detonazione è quella data nello studio *Physics of Energetic Material Decomposition* (<http://users.plinet.com/~Ibayliss/boom.htm>;

ALLEGATO 3):

The detonation of an energetic material is a shock-wave initiated, self-propagating process in which the axial compressive effect of a juxtapositioned shock wave produces a change of state in the energetic material.

In italiano si ha:

La detonazione di una sostanza energetica è un processo provocato da un'onda d'urto, auto alimentato e nel quale l'effetto di compressione assiale di una onda d'urto giustapposta provoca un cambiamento di stato nel materiale energetico interessato.

Una altra definizione accessibile è quella fornita da Goldstein, S.S., D.L. Jackson e B.T.

Neyer in: *Assessment of Current Methodologies to Establish Detonation Transfer Margins*

(in: Proceedings of the 34th Joint Propulsion Conference, Cleveland, July 1998 –

ALLEGATO 4) e cioè:

“Detonation is a specific type of explosive exothermic reaction and is always associated with a shock wave. This reaction may be initiated by heat from shock compression, but then the reaction rate accelerates to the point that sufficient energy is released to sustain a shock wave in the reaction products before any

appreciable expansion of those products occurs. Reaction product gases move behind the reaction front, or zone, which moves as a shock wave in the material. The energy transfer from reacted into unreacted explosive material is through these compression waves, and thus the process propagates. There is a minimum or threshold amount of energy necessary to start this reaction in any explosive. The threshold depends on the chemistry of the material, its density, and any confining materials around it. Since the reaction rate within the reaction zone is affected by the normal variables of temperature and pressure, initiation of detonation in an explosive element will only occur if the initiating shock, whether from an impact or a preexisting detonation process, contains sufficient energy. Energy in a shock is the integral under the pressure profile as a function of time, so the energy available depends both on the amplitude and the time duration of the shock.

Tradotto in italiano si ha:

“La detonazione è una specifica reazione esplosiva esotermica ed è sempre associata con una onda di shock. Questa reazione può essere innescata dal calore della compressione da shock, ma in seguito il livello di reazione accelera fino al punto in cui viene liberata energia sufficiente per alimentare una onda di shock nei prodotti di reazione prima che si verifichi una apprezzabile espansione di questi prodotti. I gas prodotti dalla reazione si muovono posteriormente il fronte, o la zona, di reazione; quest’ultimo si sposta come onda di shock nel materiale. Il trasporto di energia fra il materiale esplosivo che ha reagito e quello che ancora non ha reagito

avviene attraverso queste onde di compressione, e così il processo si propaga.

Per ogni esplosivo vi è una quantità minima, o di soglia, di energia necessaria per iniziare questa reazione. Questo valore di soglia dipende dalle caratteristiche chimiche del materiale, dalla sua densità e dal materiale che eventualmente lo circonda. Dal momento che il rapporto di reazione nell'ambito della zona interessata viene influenzato dalle normali variabili di temperatura e di pressione, l'innescamento della detonazione in una sostanza esplosiva si verificherà solo se lo shock innescante, sia esso derivato da impatto o da un preesistente processo detonante, contiene sufficiente energia. In uno shock l'energia è l'integrale in funzione della pressione e del tempo, e così l'energia disponibile dipende sia dalla durata temporale dello shock.”

Appare evidente che per una approfondita comprensione di queste definizioni è necessario possedere almeno qualche cognizione di esplosivistica. E' indispensabile conoscere la teoria di Chapman e Jouguet e i successivi lavori di Riemann, Hugoniot e Rayleigh. Ed è quindi necessario conoscere la differenza che corre, nell'ambito del fenomeno esplosivo, fra l'onda sonora, l'onda di shock e quelle di detonazione. E' altrettanto indispensabile conoscere correttamente gli esplosivi e le varie classificazioni con cui vengono suddivisi. In mancanza di questi essenziali requisiti sarebbe opportuno non avventurarsi in indagini di questo genere: anche se remoto, sussiste sempre il rischio di uno sgradito e impietoso controllo effettuato dalla Difesa.

Quello che è certo è che la miscela contenuta nei tre barattoli non può essere in alcun modo definita “*esplosivo ... del tipo detonante.*” questo in quanto, fra l’altro, la reazione “esplosiva” è stata innescata da un semplice filamento elettrico arroventato e non da un’onda esplosiva.

Gli esplosivi.

Un esplosivo è un corpo - generalmente allo stato solido ma talvolta anche allo stato liquido- che, per l’intervento di una causa esterna è in grado di sviluppare repentinamente una grande quantità di gas ad alta temperatura. Questo rapido sviluppo di gas trae origine in alcuni casi dalla decomposizione in elementi più semplici con distruzione di un edificio molecolare poco stabile oppure, più comunemente, da una reazione chimica (combustione), per effetto della quale gli elementi che costituiscono l’esplosivo si combinano tra di loro e danno origine a prodotti gassosi ad altissima temperatura.

Esempi del primo caso sono la decomposizione esplosiva dell’azotidrato di piombo



o quella del clorato di potassio



Normalmente nel secondo caso, per gli esplosivi attualmente in uso, la combustione avviene fra l’ossigeno (il comburente) ed uno o più corpi combustibili contenuti nell’esplosivo stesso.

L’ossigeno viene fornito da un suo composto: al momento dell’esplosione questo si decompone liberando l’ossigeno che immediatamente si combina con l’elemento combustibile presente. Il combustibile stesso potrà essere contenuto nello stesso

composto chimico che contiene l'ossigeno oppure in una sostanza diversa. In questo caso la sostanza comburente e quella combustibile dovranno essere intimamente mescolate.

In altre parole possiamo dire che l'esplosione consta di due diverse azioni chimiche:

A] la decomposizione del corpo che contiene l'ossigeno;

B] l'ossidazione del combustibile.

Perché avvenga l'esplosione è necessario quindi che in qualche modo inizi la decomposizione del corpo comburente in un punto della massa; il calore provocato dalla conseguente combustione è sufficiente a provocare l'ulteriore decomposizione di tutta la massa. E' altresì evidente che la decomposizione avverrà più o meno facilmente a secondo della minore o maggiore stabilità chimica del composto che contiene l'ossigeno. Questa minore o maggiore stabilità determina l'entità dell'impulso iniziale (riscaldamento, urto, sfregamento, ecc.), detto innescamento, necessario perché l'esplosione abbia luogo.

L'innescamento deve essere tale da provocare, in un punto della massa esplosiva, un aumento di temperatura sufficiente per causare la decomposizione del composto che contiene l'ossigeno (e che, come si è già detto, può anche contenere il combustibile).

CLASSIFICAZIONE DEGLI ESPLOSIVI.

E' possibile suddividere le sostanze esplosive in *miscugli esplosivi* e in *composti chimici esplosivi (esplosivi chimici)*. I primi sono costituiti da un'intima mescolanza di varie sostanze, che in genere non hanno da sole proprietà esplosive, delle quali alcune contengono l'ossigeno e altre il corpo combustibile. Tipico esempio di miscuglio esplosivo è la così detta **polvere nera** che è formata da nitrato di potassio KNO_3 , carbone

di legno e da zolfo in vari dosaggi: uno dei più comuni è 75, 15 e 10. Il nitrato di potassio è la sostanza che fornisce l'ossigeno necessario alla combustione, il carbone e lo zolfo sono i combustibili.

Gli esplosivi chimici sono costituiti da un principio unico, chimicamente definito, che contiene in se riuniti nella molecola sia l'ossigeno comburente quanto l'elemento combustibile. Si tratta generalmente di composti ossigenati ottenuti mediante l'azione della così detta *miscela nitrosolforica* (acido nitrico + acido solforico) su opportune sostanze organiche. A secondo della loro costituzione chimica si distinguono in eteri nitrici, ottenuti dalla nitratura degli alcoli (della serie grassa) e delle cellulose e in derivati nitrici ottenuti dalla nitratura degli idrocarburi della serie grassa o di quella aromatica e dei loro fenoli. A titolo di esempio ricordiamo innanzitutto quello che forse è il più importante degli esplosivi conosciuti e cioè la **nitroglicerina** $C_3H_5N_3O_9$, ottenuta per nitratura della glicerina, un alcole alifatico trivalente. Come ben si vede nella stessa molecola è contenuto il comburente (l'ossigeno) e i combustibili (carbonio e idrogeno). La nitroglicerina, molto raramente usata pura, trova vastissimo impiego come componente degli esplosivi di lancio e di quelli di scoppio (dinamiti).

Per nitratura del toluene, un idrocarburo aromatico, si ottiene il **tritolo** $C_7H_5N_3O_6$, uno degli esplosivi più usati soprattutto in campo militare.

Dal volume di un importante studioso italiano (Sallustio Regii – *Polveri ed esplosivi e loro effetti* – Roma, 1923 – **ALLEGATO 5**) ci sembra utile riportare alcuni concetti (pagina 24 e SS.).

Sebbene tutti gli esplosivi possano, in realtà, essere portati alla detonazione, pure, ciascuno di essi ha una forma

caratteristica di decomposizione, in base alla quale può esserne fatta una classificazione, basata sulla natura intrinseca dell'esplosivo.

Le sostanze che hanno la proprietà di detonare, quando in un punto della loro massa viene iniziata la reazione esplosiva, diconsi *esplosivi detonanti*. Per queste sostanze la detonazione rappresenta la forma caratteristica, e si può dire esclusiva, di decomposizione; esse non sono capaci di decomporsi per semplice combustione, perché anche nelle circostanze più favorevoli, e per quanto sia insignificante sia l'impulso iniziale, detonano sempre.

Oltre al fulminato di mercurio, appartengono a questa categoria il solfuro di azoto, l'azoturo di argento, il nitrato di diazobenzol, ecc. ed altre sostanze, di alcune delle quali viene proposto l'impiego in sostituzione del fulminato di mercurio, in molti dei suoi usi.

Anticipando i risultati siamo in grado di affermare subito che la miscela contenuta nei tre recipienti in sequestro **non** può assolutamente essere definita di “*tipo detonante*”.

Inesatta e non pertinente al caso in oggetto risulta poi quanto affermato a pagina 17 in materia di influenza della densità sulla velocità di detonazione. Innanzitutto si confonde la “densità cubica” con la “densità di caricamento”; si indica poi come generale un fenomeno (diminuzione della velocità di detonazione al superamento di un determinato

valore di densità) che invece interessa esclusivamente tre tipi di materie esplosive e cioè la monachite, la dinamite e la cheddite 60 bis. La scarsa conoscenza di questi elementi basilari di esplosivistica ha indotto i Consulenti del PM a eseguire in modo totalmente scorretto la prova con il cilindro di piombo. In particolare il mancato rispetto della prescrizione relativa al contenitore di stagnola ha variato, aumentandola, la densità di caricamento: per le materie deflagranti, aumentando la densità di caricamento aumenta la velocità della reazione sino ad aversi una vera e propria detonazione.

A questo punto, per non perdere inutilmente altro tempo, non resta che ignorare globalmente tutto il capitolo relativo alla GENERALITA' SUGLI ESPLOSIVI e passare al successivo.

3. - DETERMINAZIONE DEL POTERE DIROMPENTE

Nel precedente capitolo i Consulenti hanno parlato, in modo alquanto confuso, di POTENZA UTILE e di POTENZIALE DELL'ESPLOSIVO, concludendo che *“Si evidenzia che tale potenzialità, anche se in modo non matematico, è stata, invece individuata e dimostrata attraverso l'esperimento di Trauzl.”*

Questo nuovo capitolo **DETERMINAZIONE DEL POTERE DIROMPENTE** inizia con la seguente affermazione:

“Le metodiche usate per determinare il potere dirompente di un esplosivo sono generalmente due: il principio di TRAUZL e quello di BOCHARD.”

Si deve innanzitutto rilevare che i Consulenti del PM prima parlano di “*potenza utile e potenzialità*” e poi di “*potere dirompente*” come fossero qualità specifiche equipollenti. Come si vedrà più avanti in realtà non lo sono affatto.

Notiamo poi che il nome di *BOCHARD* **non è assolutamente conosciuto** in campo esplosivistico e non ci risulta esistere, attribuito a questo nominativo, alcun metodo o principio volto a determinare qualsivoglia caratteristica di prodotti esplodenti. Sarebbe molto interessante se i Consulenti del PM volessero chiarire questo punto.

Ma passiamo a questa “determinazione”.

E’ opportuno chiarire immediatamente che, per ragioni decisamente incomprensibili, i Consulenti hanno voluto utilizzare (sarebbe più esatto, come si vedrà più sotto, **hanno tentato di utilizzare**) un metodo **mai** impiegato nelle indagini esplosivistiche forensi. E che mai, in ogni caso, dovrebbe essere impiegato se non da veri specialisti e nel solo ambito di uno stabilimento di produzione di esplosivi. Il Trauzl risulta infatti ridondante, se non addirittura inutile e inoltre del tutto rischioso per una indagine criminalistica. E’ poi del tutto inutile nel caso si volesse provare un esplosivo o, ancora peggio, una miscela pirica contenente alluminio.

Ma innanzitutto vediamo come la prova deve essere eseguita in modo corretto.

3.1 – Il metodo di Trauzl.

E’ innanzitutto necessario disporre di un adeguato numero di blocchi di piombo tutti ottenuti da una medesima fusione in apposita forma in ghisa opportunamente

preriscaldata. Questo preriscaldamento è necessario per evitare la prematura solidificazione del primo piombo fuso che, al momento del getto, viene a contatto con la forma stessa. La prematura solidificazione può provocare alterazioni strutturali che compromettono l'omogeneità dei risultati e l'utilizzabilità quindi dei risultati stessi.

I cilindri devono avere un'altezza di 200 mm e un diametro pure di 200 mm; nel processo di getto viene contemporaneamente realizzato un foro assiale cieco della profondità di 125 mm e del diametro di 25 mm. Il piombo deve essere purissimo, di prima fusione – può però essere riutilizzato, previa depurazione, per non più di tre volte – e il metallo non deve essere scaldato molto oltre i 400° C.

Una volta si utilizzavano 10 g del materiale da provare: con le nuove disposizioni internazionali in vigore se ne utilizzano invece 10 cm³. Se l'esplosivo è solido deve, dopo essere stato essiccato nel vuoto sino a peso costante (Murer, A. – *Le sostanze esplosive* – Torino 1932 – pagine 160/161 – **ALLEGATO 6** – con le nuove norme l'essiccazione deve essere fatta, naturalmente, fino a volume costante), essere avvolto in un pezzo di stagnola (peso di 80-100 g per m²) a forma trapezoidale avente i due lati maggiori lunghi rispettivamente 120 e 140 mm e un'altezza di 55 mm (Comando della Scuola di Applicazione di Artiglieria e Genio – *Esplosivi* – Torino, N.D. – figura 23 a pagina 124 ; Sucasca, M. - *Test Methods for Explosives* - New York, 1995 - pagina 173; **ALLEGATO 7 e 8**) : nel caso di determinazione volumetrica questa operazione è agevolata dall'impiego di apposito congegno (Sucasca, op.cit. pagina 172 - **ALLEGATO 8**). Quando la determinazione era ponderale era sufficiente, utilizzando un cilindretto di legno quale sagoma (Belgrano, C. - *Gli esplosivi* - Udine, 1974, pagina 77 **ALLEGATO 9**), realizzare con la stagnola un bossolo di appropriata dimensione. Nel

detto bossolo veniva introdotto prima l'esplosivo e poi il detonatore n° 8 ben infilato nell'esplosivo stesso, realizzando così una specie di cartuccia.

Dopo aver accertato che il foro è perfettamente asciutto e dopo averne misurata la temperatura introducendo nel fondo un termometro, si introduce con la dovuta cautela la "cartuccia" e la si spinge fino a quando giunge a contatto con la base del foro.

Si procede poi all'intasatura introducendo sopra la cartuccia della sabbia prima calcinata e poi setacciata a freddo. La sabbia impiegata deve essere quarzosa e i granelli devono passare attraverso un setaccio avente 144 maglie per cm ed uno spessore dei fili di 0.35 mm; la densità gravimetrica deve essere di 1.35 g/cm³ e le particelle misurare meno di 500 µm.

Dopo aver provocato l'esplosione azionando il detonatore, ci si accerta che nella cavità che si è formata, e che deve presentare la caratteristica forma piriforme (cfr. **disegni A**), non vi siano residui di sabbia o di esplosivo: con un cilindro graduato da 1000 ml pieno si versa acqua fino a riempire il buco. La quantità di liquido ci fornisce il nuovo volume: sottraendo quello del foro originale (61.3 ml) si ha la misura che verrà poi comparata con quella determinata su identico blocco (della medesima fusione) da 10 ml di acido picrico. La prova deve essere ripetuta almeno tre volte e ogni risultato decisamente anomalo, certamente attribuibile a sempre possibili difetti di fusione, deve essere scartato. A questo proposito ricordiamo cosa ha scritto Camillo Belgrano a pagina 81 del suo già citato *Gli esplosivi* :

“Un'altra cosa importantissima nell'esecuzione della prova del trauzl è questa: la prova va sempre eseguita almeno in doppio, meglio in triplo, in quanto può avvenire che durante la colata del piombo negli stampi, si

formino caverne, che, con l'esplosione, si sfondano dando origine quindi a gravi errori sull'interpretazione del risultato.”

Abbiamo qui sopra sintetizzato natura e metodica di questo test che, è bene sottolinearlo, viene utilizzato esclusivamente per i cosiddetti “alti esplosivi”, cioè quegli esplosivi che hanno bisogno, per reagire, di una violenta onda d’urto. Da questo deriva la inderogabile prescrizione che dispone l’impiego di un detonatore N. 8: soltanto l’immediata detonazione dell’esplosivo sotto esame può provocare la già indicata dilatazione piriforme del piombo e fornire quindi un dato comparabile. La semplice violenta deflagrazione, anche se poi eventualmente trasformata in detonazione (**DDT = Deflagration to Detonation Transfer**) causa il cosiddetto sfoconamento della carica: si ha la creazione di un onda esplosiva diretta verso l’unica via di sfogo (nel caso del Trauzl verso l’apertura del foro) con erosione delle pareti e, se la temperatura è molto alta (come nel caso in cui è presente l’alluminio), con la lacerazione del materiale circostante. Si forma quindi cratere vagamente imbutiforme (cfr. **disegno B**) ben diverso dalla dilatazione piriforme interna provocata da esplosivo detonante opportunamente innescato. Ovviamente, in questo caso, la prova è assolutamente priva di qualsiasi significatività e utilità.

Il metodo Trauzl, oggi solo talvolta utilizzato dai produttori di alti esplosivi, presenta una qualche interesse se il materiale in esame è stato sottoposto anche ad altri tests e se sono stati effettuati i necessari accertamenti teorici. Da solo fornisce informazioni che possono esclusivamente trarre in inganno gli sprovveduti che lo ritengono in grado di “...individuare e dimostrare la potenzialità ...” di qualsivoglia esplosivo. Ed è quello

che, facendo astrazione dai gravissimi sbagli concettuali e procedurali commessi, è avvenuto in questo caso. I Consulenti del PM, reputando (erroneamente per molteplici ragioni, come si è dimostrato) che la cavità provocata dallo scoppio della miscela in esame era di 516 millilitri, hanno comparato questo dato con quelli ottenuti, riportando verbatim quanto hanno scritto a pagina 24 della loro relazione, nel seguente modo:

“Dalle tabelle estrapolate dal libro adottato dai reparti allievi artificieri <Appunti sui lavori dell’artificiere ad uso degli aiuti specializzati> edito dalle Arti Grafiche Nemi di Roma si apprende: ...” .

In italiano “**estrapolare**” significa (cfr. *Lessico Universale Italiano*, Vol. VII, pag. 302)

“Compiere un’estrapolazione; estendere la validità di un concetto, di una grandezza, di una funzione matematica, di un problema, oltre i limiti entro i quali essi sono originariamente contenuti o definiti.” Se noi compariamo la tabella riportata dai Consulenti del PM a

pagina 25 della relazione con quella pubblicata a pagina 20 del volumetto “Reparto allievi artificieri – *Appunti sui lavori dell’artificiere ad uso degli aiuti specializzati* – Roma, 1955”; **ALLEGATO 10**) vediamo che non di estrapolazione si tratta ma, anche perché la tabella è una sola, di una pedissequa copiatura di dati con l’ingiustificata eliminazione di altri, il tutto presentato in modo da far credere trattarsi di valutazioni quantitative specifiche ed univoche. Dati quindi assolutamente costanti e indiscutibilmente utilizzabili per ogni eventuale comparazione.

Avvalendosi di questi inaffidabili dati Consulenti del PM, commettendo l’ennesimo errore, hanno stabilito (pagina 25) “... *la forte pericolosità dell’esplosivo in reperto che si sovrappone tra (sic) gli esplosivi che sviluppano più energia.*” Nella tabella in questione la pentrite ha un valore di 515, il T₄ 450, il tritolo 310 e la polvere nera 30.

Utilizzando lo stesso ragionamento si arriverebbe a dedurre che la polvere nera ha una potenzialità di oltre 17 volte meno rispetto alla pentrite, di 15 volte meno rispetto al T₄ e di oltre 10 volte meno rispetto al tritolo. Nulla di più errato. Nelle opere di demolizione, se l'efficacia relativa del tritolo è uguale a 1, quella della polvere nera è pari a 0.55 (Department of the Army – *Explosives and Demolition* – Washington, 1971- pag. 1-2; **ALLEGATO 11**). Questa circostanza dimostra l'errore della argomentazione, errore scaturito dalla manifesta scarsa dimestichezza con l'argomento.

Vediamo alcune precisazioni e alcune opinioni sul metodo di Trauzl espresse da specialisti del settore.

Secondo Stanley Fordham (*High Explosives and Propellants* – Oxford, 1980 – pagina 63 **ALLEGATO 12**) quello di Trauzl è un metodo vecchio, superato dal pendolo balistico e utile solo per lo studio di esplosivi deboli.

Il metodo Trauzl è un sistema empirico, e in realtà molto incerto, per valutare l'energia relativa disponibile degli esplosivi (Cook, M. A. – *The Science of High Explosives* – New York, 1958 – pagina 271; **ALLEGATO 13**).

Secondo molti autori (P. F. Chalon – *Les explosifs modernes* – Paris, 1911 – pagina 446 e seguenti; **ALLEGATO 14**) il Trauzl in realtà non può fornire né risultati comparativi né risultati proporzionali: per rendersene conto è sufficiente fare delle prove con più cariche da 10 grammi del medesimo esplosivo e poi con cariche di 10, 15 e 20 grammi. Le cavità formatesi nel primo caso avranno tutte volume diverso; nel secondo fra le cavità non vi sarà alcuna proporzione. Inoltre esplosivi deboli possono fornire risultati sproporzionati rispetto alla loro reale potenza: miscele contenenti **alluminio**, ad esempio,

sviluppano un calore maggiore rispetto agli altri e così le cavità risultano molto maggior del dovuto.

Come viene spiegato da Sallustio Regii a pagina 293 della sua opera *Polveri ed esplosivi e loro effetti* (Roma, 1923; **ALLEGATO 15**) *il coefficiente di Trauzl corrisponde abbastanza esattamente alla quantità di calore, che si trasforma in lavoro quando si utilizza un grado di espansione uguale a $P/P_0 = 0.01$.*

Per poter avere risultati di una qualche significatività è necessario comunque osservare con rigore i protocolli operativi inizialmente fissati nel corso del V Congresso Internazionale di Chimica Applicata svoltosi a Berlino nel 1903 e successivamente modificati.

Il blocco deve essere ottenuto con piombo tenero purissimo e temperatura di fusione compresa fra 390 e 400° C (Giorgio, C. - *Tecnica degli esplosivi* – Udine, 1964 – pagina 75; **ALLEGATO 16**) colato in opportuni stampi di ghisa (**disegno C**) pre riscaldati e questo per evitare la formazione di caverne interne al blocco, caverne che potrebbero dare risultati errati in eccesso. La temperatura a cui il metallo viene portato non deve superare i 500° C.

Melvin A. Cook, a pagina 37 del già citato *The Science of High Explosives* e a proposito del Trauzl, scrive:

“Reproducibility is difficult and depends primarily on the care exercised in its use. It is too cumbersome and costly for routine use.”

In italiano si ha:

“La riproducibilità (dei risultati) è difficile e dipende innanzitutto dalla cura esercitata nel suo impiego. Si tratta di un metodo troppo malagevole e costoso per un impiego di routine.”

A pag. 171 e seguenti del suo Test Methods for Explosives (New York, 1995;

ALLEGATO 17) M. Sucasca precisa quanto segue.

Il blocco deve essere di piombo tenero fuso a una temperatura compresa fra 390 e 400° C. L'esplosivo da provare (10 g) deve essere rinchiuso in un foglio di stagnola avente le dimensioni di 120x150 nel modo seguente. Si forma un tubo cilindrico del diametro di 25 mm arrotolando il pezzo di stagnola intorno a un pistone di misura appropriata. 10 g di esplosivo vengono allora inseriti nel tubo. A una delle due estremità di questa carica viene praticato un foro per l'inserimento del detonatore.

omissis

Prima di effettuare il test si deve procedere alla calibrazione impiegando un cilindro ottenuto dalla medesima colata. Questa calibrazione si effettua con acido picrico puro avente la densità di 1 g/cm³: il volume della carica è di 10 cm³. Il valore di espansione netto di tale carica esplosiva, ottenuto con tre prove, deve essere compreso fra 287 e 300 cm³. Nondimeno possono essere accettati anche valori compresi fra 280 e 310 cm³. Ma in questo caso i valori ottenuti devono essere sottoposti a conversione. Detta conversione si ottiene moltiplicando il valore di espansione netto per il quoziente del valore medio dell'intervallo di calibrazione accettabile (294 cm³) e il valore ottenuto.

I Consulenti del P.M. non sanno che la misura deve riguardare esclusivamente la deformazione plastica del foro, deformazione che come si vede da tutte le pubblicazioni

assume una configurazione piriforme, e non certo il volume totale prodotto dalla eventuale deformazione plastica e dallo strappo di lembi e frammenti causato fortuitamente da sfogonatura per inadeguato intasamento ed errato innescamento. Nelle foto 54/60 allegate alla consulenza si osserva le rilevanti alterazioni dimensionali dell'imboccatura del foro che, da circolare con un diametro di 25 millimetri, dopo lo "scoppio" diventa irregolarmente rettangolare con i lati di 85 e 92 millimetri (cfr. pagina 24 e foto 54/60).

I Consulenti poi, come è ben visibile nella foto n. 61, hanno diligentemente riempito di liquido la cavità fino all'orlo ottenendo così una misura di 600 millilitri.

4. – GLI ERRORI COMMESSI DAI CONSULENTI DEL PM

Questa consulenza tecnico-balistica non può essere qualificata come una parodia in quanto questo implicherebbe una conoscenza almeno superficiale di quello che si vuole parodiare. Appare invece uno sprovveduto tentativo di improvvisazione in un settore del tutto sconosciuto, tentativo realizzato dando una scorsa a pochi testi didattici di basso profilo. L'unico testo citato, a pagina 24 della consulenza (peraltro con notazione bibliografica incompleta: correttamente bisognava scrivere "Reparto allievi artificieri – *Appunti sui lavori dell'artificiere ad uso degli aiuti specializzati* – Roma, 1955") è un libretto di poco più di 130 pagine destinato ai sottufficiali e graduati di truppa dell'Esercito.

4.1 Blocco di Trauzl.

- 1) Per la realizzazione dell'unico blocco impiegato probabilmente è stato utilizzato piombo qualsiasi, senza tenere conto che doveva essere metallo purissimo con una

temperatura di fusione ben determinata. A questo proposito i Consulenti non forniscono informazioni ma, considerando i criteri con i quali hanno proceduto, è quasi certo l'impiego di piombo di recupero, indurito da alte concentrazioni di antimonio. Fra l'altro, se il metallo fosse stato puro, difficilmente si sarebbero staccati grossi frammenti dal blocco al momento dello scoppio.

- 2) E' certo che per il getto non è stata utilizzata una apposita **forma** in ghisa opportunamente preriscaldata (Caprio, C. – Corso di esplosivi, Vol. I – Roma, 1948; pagina 50; **ALLEGATO 18**).
- 3) Il foro centrale è stato realizzato per trapanatura (pagina 22 della relazione) e non grazie alla sagoma al momento della fusione (vedi disegno in Caprio loc. cit. e in Belgrano ; in: Davis, T.L. – The Chemistry of Powder and Explosives – Norwell, 1943 - a pag. 24 (**ALLEGATO 19**) viene specificato che il blocco deve avere un “... *central hole made by the mold, ...*” e cioè “*un foro centrale modellato dalla forma, ..*” . Questa circostanza, oltre a provocare il difetto esaminato più sotto al punto 6), varia in modo imprevedibile la consistenza del circostante metallo.
- 4) Nel blocco sono stati affogati, in posizione approssimativamente simmetrica rispetto al foro centrale, due gruppi di fili di ferro e questo per creare un punto di presa per il trasporto del blocco. I punti di inserimento risultano a meno di tre centimetri dalla parete del foro centrale. Questa applicazione modifica completamente la struttura del blocco rendendo quindi inattendibile qualsiasi risultato. Se i Consulenti fossero stati a conoscenza del principio su cui si basa questo tipo di prova (formazione di una cavità a forma di pera dovuta alla deformazione radiale del metallo) forse avrebbero capito che l'inserimento nel blocco di materiale estraneo avrebbe variato in modo non

valutabile ed asimmetrico la resistenza del blocco stesso. Se fosse stato testato del vero esplosivo, e non una miscela pirotecnica, con una adeguata intasatura vi poteva inoltre essere il pericolo di una frattura del blocco con un conseguente pericolosissimo effetto bomba. Senza saperlo i Consulenti hanno corso insensatamente un gravissimo rischio e lo hanno fatto correre ai loro ignari collaboratori.

- 5) Come si è visto la prova di Trauzl è essenzialmente una prova comparativa. In questo caso si è usato un unico blocco (e la prova ne prevede almeno tre) per il solo esplosivo in esame, senza peraltro sottoporre a medesima prova l'esplosivo di riferimento (acido picrico).
- 6) Il volume del foro è risultato essere di **84 millilitri** (pagina 22 della relazione) invece dei **61.35** previsti dai protocolli e quindi oltre il 26% maggiore della misura prevista. I Consulenti, a pagina 19, scrivono che il cilindro di piombo ha “... *all'interno una cavità cilindrica di 2.5 cm. di diametro e con una lunghezza di cm. 12,5 (foto ...)*”. Le misure indicate sono quelle corrette ma il volume di 84 millilitri non corrisponde ne a quello costantemente indicato nei testi ne a quello ottenibile per via geometrica partendo dalle misure canoniche. Il volume di un cilindro retto è dato da $V = \pi d^2/4 h$
- $h = 0.7854 d^2 h$ Con $d = 2.5$ e $h = 12.5$ si ha $V = 0.7854 \times 6.25 \times 12.5 = 61.359$ millilitri. Appare evidente che il foro cieco praticato al cilindro per trapanatura non aveva assolutamente le misure rigidamente prestabilite. E neppure la forma: è forse superfluo ricordare come una punta da trapano lascia il fondo di un foro cieco **sagomato a cono**. Anche questo particolare, al momento della formazione delle onde pressorie, contribuisce ad alterare i risultati.

- 7) Il materiale testato, certamente non portato a secchezza sotto vuoto, non è stato inserito nella prevista lamina di stagnola. Non sono state quindi rispettate le norme relative alla densità di caricamento.
- 8) Non è stato impiegato il contemplato detonatore n° 8. Le considerazioni dei Consulenti, a questo proposito, sono del tutto prive di un qualsivoglia valore scientifico e impietosamente rivelano ancora una volta la meno che limitata conoscenza dell'argomento. Il sistema di accensione non doveva poi comunque essere inserito *sul fondo del cilindro* (rectius: del foro).
- 9) Mai e poi mai si sarebbe dovuto versare sull'esplosivo in prova uno strato di segatura. La segatura (wood meal o saw dust) aumenta in modo notevole le proprietà esplosive delle miscele a base di clorati e perclorati: a titolo di esempio si ricorda che clorato di potassio con 25% di alluminio dà un Trauzl di 160 millilitri mentre con la medesima quantità di segatura il Trauzl sale a 220 millilitri (A.A. Shidlovskiy – Principles of Pyrotechnics – Washington, 1997; pag. 109; **ALLEGATO 20**).
- 10) I Consulenti affermano (pagina 23) di aver versato della sabbia *preventivamente setacciata al fine di ottenere una identica granulometria*. Ma questo non è assolutamente sufficiente. La sabbia impiegata deve essere quarzosa e i granelli devono passare attraverso un setaccio avente 144 maglie per cm ed uno spessore dei fili di 0.35 mm (cfr. Filippo Sciortino – Sinossi di esplosivi – Scuola di Applicazione d'Arma di Torino, 1957; pag. 151; **ALLEGATO 21**). La densità deve essere di 1.35 g/cm³ e le particelle misurare meno di 500 µm (Suceska, M. – Test Methods for

Explosives – New York, 1995; pagina 173). E' superfluo ricordare che l'osservanza di queste prescrizioni è indispensabile.

- 11) Risulta che, al momento della prova, il blocco di piombo fosse appoggiato al terreno del piano campagna, **terreno bagnato** (“*Si da atto che dalle ore 8,00 alle 9,30 è piovuto copiosamente*”, pagina 22 della relazione). In realtà doveva essere appoggiato a una lastra di acciaio dalle misure di 100x100x5 centimetri (Suceska, M. – Test Methods for Explosives – New York, 1995; pagina 173) o almeno su un terreno compatto.
- 12) La temperatura atmosferica al momento della prova viene indicata *di circa 8/9°C* : non risulta che i Consulenti abbiano portato l'esplosivo e il blocco di piombo alle prescritte temperature di 15 o 20° C.

5. IL RICONOSCIMENTO DELLA MISCELA.

I Consulenti del PM scrivono (pagina 27):

“Al fine di individuare la composizione dell'esplosivo, o meglio al fine di individuare eventuali miscele esplosive, piccole quantità dei reperti, vengono sottoposti ad accertamenti chimici per stabilire la natura delle specie esplosive costituenti i reperti.”

A prescindere il fatto che agli accertamenti vengono sottoposti campioni del miscuglio contenuto nei recipienti in reperto e non certo *piccole quantità dei reperti* e che l'accertamento effettuato è uno solo e di natura **fisica** e non chimica, qualsivoglia accertamento doveva stabilire la natura delle sostanze e degli elementi presenti, materiale che non necessariamente doveva essere uno ad uno esplosivo. L'analisi diffrattometrica

effettuata dal prof. A. B. ha accertato esclusivamente “*la composizione mineralogica*” senza peraltro poter verificare la presenza di eventuali sostanze organiche quali gommalacca, destrina, licopodio, pece, asfalto, ecc. spesso utilizzate nei miscugli pirotecnici. Il certificato di analisi (pagina 34 della Relazione) ha peraltro correttamente specificato che il diffrattogramma “.. *ha evidenziato la presenza di:*” perclorato di potassio, alluminio e zolfo. Non ha escluso, e non poteva farlo, l’eventuale presenza di altre sostanze di genere organico.

Il **perclorato di potassio** è un forte ossidante che però, da solo, non ha alcuna proprietà deflagrante od esplosiva.

L’**alluminio** in polvere può essere al più assimilato a una sostanza piroforica: in presenza di abbondante ossigeno, brucia sviluppando fortissimo calore ma senza emettere sostanze gassose.

Lo **zolfo** è un elemento che si infiamma a 250°C: all’aria libera brucia lentamente formando soprattutto anidride solforosa e pochissima anidride solforica.

Nessuno dei tre componenti, di cui peraltro **non** è stata determinata la concentrazione, risulta appartenere alla categoria delle *specie esplosive*. Si tratta invece di sostanze largamente utilizzate in pirotecnica per la produzione di miscele propellenti, luminose e sonore.

6. RISPOSTA AI QUESITI.

Primo quesito. Secondo i Consulenti del PM il miscuglio “.. *risulta essere un esplosivo polverulento composto da PERCLORATO DI POTASSIO + ALLUMINIO IN POLVERE + ZOLFO*”. L’affermazione è **assolutamente scorretta** in quanto l’analisi del prof. A.

B. è stata limitata ad accertare la composizione mineralogica, senza pertanto verificare la presenza di eventuali sostanze organiche. Nel certificato si indica solo la presenza, non esclusiva e non quantificata, del perclorato, dell'alluminio e dello zolfo. La certezza dei Consulenti, se non puntellata da ulteriori più specifici accertamenti – accertamenti di cui peraltro non si fa menzione -, risulta da un punto di vista scientifico del tutto ingiustificata.

La domanda non era comunque appropriata in quanto, come si è visto, qualsiasi materiale deflagrante può, in opportune condizioni di intasamento e/o innescamento, detonare. Sarebbe stato preciso dovere dei Consulenti, se ne fossero stati a conoscenza, fare presente questa circostanza al magistrato e proporre una più corretta formulazione del quesito. Questo non è avvenuto e la risposta è stata coerentemente imprecisa:

*“Le prove (l’impiego del plurale, considerando che la prova è stata una sola, appare quantomeno ingiustificato) sperimentali con il sistema di Trauzl hanno dimostrato che la miscela in quelle condizioni è del tipo **detonante.**”*

Se in quella inadeguata imitazione di blocco di Trauzl fosse stata inserito e innescato, con le modalità impiegate dai Consulenti del PM, una qualsiasi polvere di lancio o un qualsiasi miscuglio pirotecnico, è certo che vi sarebbe stata una analoga esplosione. Ma non per questo la polvere di lancio o il miscuglio pirotecnico avrebbero assunto la qualifica di “esplosivo detonante”.

Secondo quesito. I Consulenti del PM, a pagina 31 della loro relazione, scrivono:

*“I valori ottenuti, utilizzando il sistema di Trauzl, hanno dimostrato che gli stessi sono sovrapponibili ad un esplosivo tipo la pentrite, ovvero appartenente a quegli esplosivi **dirompenti**.”*

A parte l'impiego totalmente scorretto di un metodo sicuramente inidoneo a qualsivoglia valutazione di un miscuglio contenente alluminio e l'altrettanto scorretto impiego del plurale in riferimento a un unico **valore** ottenuto da una unica **prova**, i Consulenti definiscono “esplosivo **dirompente**” una materia che nella precedente risposta hanno qualificato quale “esplosivo **detonante**”. In altre parole i Consulenti attribuiscono al medesimo miscuglio due qualità certamente differenti. Dimostrando così, ancora una volta, le a dir poco inadeguate conoscenze che possiedono della materia. L'effetto dirompente riguarda infatti la capacità dell'esplosivo di frantumare il materiale (roccia, terreno, metallo, ecc.) in cui è inserito o con cui è a contatto; l'effetto detonante riguarda invece un fenomeno reattivo dell'esplosivo in questione.

Quarto quesito. Strutturalmente i tre oggetti, di cui peraltro non si è verificato il comportamento, potrebbero al più essere considerati come “petardi”. E' del tutto infondato quanto sostenuto dai Consulenti del PM e cioè che “... *la mancanza della carica di lancio e di materiale che consenta un effetto fantasmagorico in un ordigno di tale entità, esclude il fine pirotecnico.*”. I Consulenti del PM paiono infatti ignorare che a) fra i prodotti pirotecnici esistono artifici esclusivamente destinati a produrre effetti sonori (petardi, tracchi, mortaretti, castagnole, bombe carta, ecc.); b) alcuni petardi commercializzati a Napoli e provincia sono ben più grossi di quelli in sequestro.

Non si può escludere che i recipienti in questione facessero parte di altrettanti razzi pirotecnici e che siano stati smontati per utilizzarli come petardi.

Quinto quesito. La risposta risulta, nelle sue varie articolazioni, del tutto inaccettabile. Alcuni aspetti sono stati da noi già approfonditi e così ci limitiamo a esaminare la frase (pagina 32) : “... *tipo di innesco formato da polvere nera e dalla presenza di sette stoppini finali per una rapida e forte spinta di accensione, ...*”. Trascurando la circostanza che non risulta sia stata accertata la vera natura della presunta “*polvere nera*”, i Consulenti del PM scrivono di *rapida e forte spinta di accensione*. Concetto questo errato nella sostanza e nella teoria. Errato nella sostanza in quanto i sette stoppini finali, ai quali viene attribuita una non provata “*alta velocità*”, non raggiungono il miscuglio pirotecnico racchiuso nei recipienti ma le spolette contenenti poco meno di due grammi di “*polvere nera*” pressata, destinata questa a incendiare il miscuglio pirotecnico. Errato nella teoria in quanto una *rapida e forte spinta di accensione* non sarebbe stata mai in grado di far detonare un esplosivo dirompente. Errato poi due volte in quanto i Consulenti del PM ignorano che negli esplosivi deflagranti (quale è la polvere nera) con l’aumento della densità cubica si ha la diminuzione di velocità della reazione esplosiva.

444444444

7. CONSIDERAZIONI.

Osserviamo innanzitutto che il metodo di Trauzl è idoneo solo a determinare il potere dirompenti dei cosiddetti “alti esplosivi” o “esplosivi detonanti”. In questo caso il suo impiego è stato del tutto fuor di luogo.

Ricordiamo che già lo Chalon (op.cit.) nel 1913 scrisse:

*“Non solo, esplosivi deboli possono fornire al blocco delle indicazioni sproporzionate con la loro reale potenza effettiva. Questo è il caso, ad esempio, degli esplosivi a base di nitrato di ammonio, in quanto essi sviluppano un grande volume di gas; è il caso ancora degli esplosivi che contengono **alluminio**, poiché questo sviluppa un calore maggiore degli altri.”*

Il medesimo concetto viene ripetuto da vari autori successivi: per tutti ricordiamo il Davis (op.cit.) che, a pagina 25, scrive:

*“La prova di Trauzl **non fornisce indicazioni attendibili** con esplosivi che contengono **alluminio** (come ad esempio l'Ammonal) o con altri che producono temperature molto alte, in quanto i gas infuocati erodono il metallo e i risultati sono alti.”*

E' opportuno notare come il Davis parli di veri esplosivi e non di miscele piriche: l'esplosivo Ammonal è infatti formato da nitrato di ammonio, **tritolo** e alluminio. Fra i differenti **veri** esplosivi contenenti alluminio ricordiamo il Tritonal (80% di **tritolo** e 20% di alluminio), il Torpex (41% di **T₄**, 41% di **tritolo** e 18% di alluminio) e il Tritolital (50% di **tritolo**, 25% di **T₄** e 25% di alluminio).

Considerando la natura della miscela da esaminare, il metodo Trauzl non era pertanto assolutamente da impiegarsi.

Abbiamo poi visto che, escludendo ogni dubbio alcuno, il metodo è stato impiegato senza osservare alcuna delle numerose prescrizioni che regolano la sua corretta utilizzazione.

Parimenti è risultato del tutto errato il tentativo di valutare l'unico risultato, peraltro vistosamente anomalo, ottenuto.

Quanto effettuato impiegando un raffazzonato e irregolare blocco di piombo, impropriamente definito “*esperimento*” e “*principio*”, non può essere assolutamente indicato come prova di Trauzl.

Malgrado la presenza di un “esperto pirotecnico”, il Collegio dei Consulenti non si è reso conto che il materiale contenuto nei tre cilindri doveva essere definito, sia ai sensi della vigente legislazione sia dal punto di vista tecnico, quale “**miscuglio pirotecnico**”.

A questo proposito forniamo le seguenti indicazioni.

George W. Weingart, nel suo volume *Pyrotechnics* (New York, 1947; **ALLEGATO 22**) fornisce numerose formule a base di ossidanti (nitrato di bario o perclorato di potassio) e alluminio, con e senza zolfo, per miscugli usati in torce a mano.

Davis (op.cit. **ALLEGATO 23**), a pagina 68 scrive:

“A mixture of potassium perchlorate 7 parts, mixed aluminium powder and flakes 5 parts, and powdered sulfur 2 parts burns with a brilliant light having a lilac cast.”

In italiano si ha:

“Un miscuglio di 7 parti di perclorato di potassio, 5 parti di polvere e scaglie di alluminio e 2 parti di zolfo in polvere brucia con luce brillante avente riflessi lilla.”

John A. Conkling, nel suo *Chemistry of Pyrotechnics* (New York, 1985: **ALLEGATO 24**), a pagina 60 ricorda come il perclorato di potassio, insieme all'alluminio, venga impegnato in pirotecniche nelle miscele chiamate “*flash and sound*”, cioè “*bagliore e suono*”. A pagina 67 informa invece che l'alluminio può essere utilizzato in scaglie o polverizzato: in quest'ultima forma risulta avere una reattività inferiore.

A pagina 34 del recente libro di Paul W. Cooper e Stanley R. Kurowski *Technology of Explosives* (New York, 1996), nell'ambito del capitolo dedicato alla Pirotecnica, scrivono sui “**Sound Producers**” (miscele produttrici di suono):

“The short loud bang producers are sometimes made of black powder that is heavily confined in a cardboard tube. More typically, however, sound is produced by photoflash mixes. These consist of various blends containing aluminium, magnesium, potassium perchlorate, and other additives.”

In italiano si ha:

“Gli artifici che producono un breve ma intenso botto sono talvolta confezionati utilizzando polvere nera compressa in tubo di cartone. Più spesso, peraltro, il suono viene prodotto da miscugli pirotecnici per “lampi

fotografici”. Queste consistono di combinazioni varie contenenti alluminio, magnesio, perclorato di potassio, e altri additivi.

Camillo Belgrano (op.cit. pagina 634; **ALLEGATO 25**) riporta fra le “**Composizioni per riprendere fotografie di notte**” una miscela composta dal 66% di perclorato di potassio e il 34% di alluminio.

E’ indubbio pertanto che il materiale contenuto nei cilindri in sequestro è, da un punto di vista tecnico, un miscuglio pirotecnico che rientra nella Categoria IV dell’allegato A – Elenco e classificazione dei prodotti esplosivi riconosciuti (art. 83 del Regolamento Esecutivo T.U.L.P.S.). Detta categoria infatti comprende:

1. Fuochi pirotecnici di tutte le specie e da segnale, senza innesco fulminante, preparati con miscele analoghe alla polvere pirica ordinaria con esclusione dei clorati, dei picrati, dei fulminati e delle dinamiti, salvo la eccezione di cui allo allegato B.
2. Miscugli pirotecnici come al precedente n. 1.

La eccezione contenuta al paragrafo 6, Capitolo II dell’allegato B non interessa nessuno dei tre componenti presenti nella sostanza in esame.

Considerando che quasi tutte le miscele pirotecniche, se poste in particolari condizioni di concentrazione o di pressione, possano sviluppare reazioni deflagranti anche violente (come si è visto si possono avere esplosioni di materiale organico polverulento in sospensione quale farina, amido, carbone, ecc. e parimenti l’esplosione di gas infiammabili quali metano, propano, butano, ecc. miscelati nell’aria in determinate concentrazioni), non è permesso definire il miscuglio in sequestro come “*materiale esplodente di tipo detonante*”.

8. CONCLUSIONI.

Per quanto dettagliatamente esposto e, riteniamo, inesorabilmente dimostrato si può solo concludere affermando che la “*Consulenza tecnica-balistica*” in oggetto non è assolutamente in grado di fornire alcuna risposta scientificamente accettabile ai quesiti proposti.

Dalle informazioni disponibili il materiale contenuto nei tre recipienti dovrebbe essere classificato come “**miscuglio pirotecnico**” e non certo come “*esplosivo di tipo detonante*”.

E' opportuno ricordare che risulta facilissimo preparare in casa dei veri esplosivi utilizzando materiale di facile acquisizione: semplicemente mescolando, ad esempio, il comunissimo fertilizzante a base di nitrato di ammonio con olio combustibile si ottiene il ben noto **ANFO** (**A**mmonium **N**itrate **F**uel **O**il), un esplosivo largamente impiegato in campo civile. Chiunque avesse preparato per fini delittuosi il miscuglio contenuto nei tre recipienti era certamente in grado di realizzare dei **veri esplosivi** con materiale di ben più facile recupero rispetto al perclorato di potassio.