

CLASSIFICAZIONE E USO DEGLI ESPLOSIVI DURANTE LA GRANDE GUERRA
NEGLI APPUNTI DI UN UFFICIALE ROMAGNOLO
DELL'81° BATTAGLIONE GENIO ZAPPATORI

a cura di Angelo e Umberto Nataloni



Fig. 1 – Berretto con stemma del Genio Zappatori

PREMESSA

Le origini del Reggimento Genio risalgono al 1860, anno in cui si costituì a Piacenza il 2° Reggimento Zappatori, che nel 1867, a sua volta, attraverso la fusione con il 1° Reggimento Zappatori, diede vita al Corpo Zappatori del Genio. Brevemente soppresso alla fine del 1873, nell'ambito della riorganizzazione del Regio Esercito, fu immediatamente ricostituito il 1° gennaio 1874 ed acuartierato in Casale Monferrato come 2° Reggimento Genio.

Dalla sua costituzione il Reggimento prese parte a tutte le guerre Risorgimentali; durante la Prima Guerra Mondiale il Reggimento mobilitò 42 Battaglioni, 122 Compagnie zappatori con 52 sezioni da ponte, 11 parchi di C.A. e numerosi altri reparti minori, tutti impiegati in zone d'operazioni e più volte citati nei Bollettini di

Guerra per spirito di sacrificio, attaccamento al dovere, amore di Patria. In particolare nella battaglia del Piave si distinsero il 79° Btg. Zappatori a Fagarè (16 novembre 1917) che riportò l'encomio del Comandante della 3° Armata e il 61° Btg. Zappatori a Monte Badenecche e Tondarecar (dicembre 1917). Infine durante l'offensiva del 1918 si distinse particolarmente la 208° Compagnia dell'88° Btg. Zappatori, per l'ampliamento della testa del ponte di Capo Sile.

)

INTRODUZIONE: la storia degli esplosivi

La scoperta del primo esplosivo fu accidentale. Nel 1845 il chimico tedesco Christian Friedrich Schönbein mentre eseguiva un esperimento in casa sua, rovesciò a terra una miscela di acido nitrico e acido solforico che poi pulì adoperando uno straccio di cotone che mise quindi ad asciugare in vicinanza della stufa. Appena questo fu asciutto, esplose letteralmente disintegrandosi. Senza rendersi conto, Schönbein aveva trasformato la cellulosa del cotone in nitrocellulosa mentre l'acido solforico aveva agito da disidratante assorbendo l'acqua che si era formata nella reazione fra la cellulosa e l'acido nitrico. Spesso si sente parlare di scoperte e invenzioni che si sarebbero verificate per caso e questa potrebbe rientrare fra quelle, ma il caso, come diceva il biologo francese Louis Pasteur, favorisce solo le menti più preparate. Il chimico tedesco si rese immediatamente conto di aver sintetizzato una sostanza esplosiva che avrebbe potuto sostituire la polvere nera a quel tempo impiegata nei campi di battaglia per lanciare i proiettili attraverso le canne dei cannoni e dei fucili. La comune polvere nera (o polvere da sparo) è in realtà il più antico esplosivo conosciuto e il suo paese d'origine fu forse la Cina dove veniva usata in tempi antichi per scopi pirotecnici o incendiari. Peraltro il suo uso fu introdotto come polvere da sparo in Europa nella prima metà del 1300 dal domenicano tedesco Berthold Schwarz e fu impiegata fino al 1850 mentre nel frattempo erano già state prodotte altre sostanze esplosive.

Di fatto la polvere da sparo è una miscela di nitrato di potassio (salnitro), carbone e zolfo, generalmente nelle proporzioni di 75 a 15 a 10. Scoppia se incendiata in luogo angusto e produce una gran quantità di particelle incombuste che generano un denso fumo e questo anneriva gli artiglieri i quali venivano facilmente individuati dal nemico e diventavano essi stessi facile bersaglio; inoltre quella polvere di carbone intasava le canne dei cannoni e dei fucili. Nella reazione chimica che determina l'esplosione il salnitro fornisce al carbonio e allo zolfo l'ossigeno necessario alla loro combustione.

COSE' UNA REAZIONE ESPLOSIVA

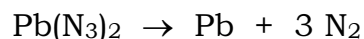
Si definisce reazione esplosiva una reazione chimica nella quale, avviene la trasformazione rapidissima di alcune sostanze ad elevato contenuto energetico in altre, prevalentemente gassose, a contenuto energetico decisamente inferiore. I gas, a temperature e pressioni elevatissime, producono, come conseguenza, enormi spinte sul mezzo circostante dando luogo ad una serie di effetti diversi a seconda della natura del mezzo in cui l'esplosivo è stato inserito.

Tranne che per alcuni rari casi, normalmente le esplosioni sono caratterizzate da reazioni di ossidazione. Le molecole degli esplosivi contengono infatti atomi di ossigeno che agiscono da comburente e uno o più atomi di altri elementi, normalmente carbonio, idrogeno e zolfo, che svolgono il ruolo di combustibili. Sono presenti inoltre alcuni atomi di azoto che hanno la funzione di tenere separata la parte combustibile da quella comburente. Inoltre, affinché l'esplosione sia efficace, è necessario che non ci sia un eccessivo squilibrio quantitativo fra parte combustibile e parte comburente. Si possono pertanto distinguere reazioni ad ossidazione completa e reazioni ad ossidazione incompleta.

La reazione tipica che sta alla base dei fenomeni di esplosione è la combustione, la quale non è propriamente un fenomeno esplosivo, ma può, in determinate circostanze, sfociare in esso. La combustione è una forma di decomposizione che quasi tutti gli esplosivi presentano quando vengono accesi con una fiamma: differisce da quella dei comuni combustibili in quanto non ha bisogno dell'ossigeno dell'ambiente per sostenersi. È perciò di grande importanza valutare se la molecola di un esplosivo contenga sufficiente ossigeno per tutte le reazioni che avvengono in esso o se questo ossigeno è in difetto.

Da questo punto di vista la reazione esplosiva può essere di due tipi:

a) decomposizione in elementi più semplici, cioè demolizione di un edificio molecolare poco stabile in frammenti più stabili. Essa è caratteristica di quei rari esplosivi che non contengono ossigeno nella molecola. Tipico esempio è l'azotidrato di piombo:



b) combinazione degli elementi combustibili con quelli comburenti. La reazione, come abbiamo detto, è un'ossidazione e può essere completa quando la sostanza esplosiva contiene nella

sua molecola l'ossigeno sufficiente o addirittura eccedente per combinarsi con tutti gli elementi combustibili delle molecole stesse e dare composti stabili al massimo grado di ossidazione; solo l'azoto, data la sua scarsa affinità con l'ossigeno, rimane libero allo stato molecolare. Esempi tipici sono la nitroglicerina:



o la polvere nera:

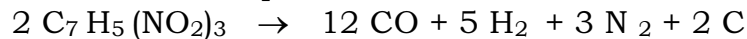


A proposito di queste due ultime reazioni si noti che la nitroglicerina ha ossigeno esuberante per l'ossidazione completa dei prodotti di reazione (e in effetti una parte non reagisce), mentre la polvere nera ne ha in quantità esattamente sufficiente.

Appare inoltre degna di nota la presenza dell'azoto in quasi tutti gli esplosivi in cui gioca un ruolo fondamentale perché, come nell'esempio portato sopra, si trasforma in azoto molecolare senza consumare ossigeno. Esso inoltre, quando è legato all'ossigeno, presenta un'energia di scissione decisamente minore di quella che lega il carbonio all'ossigeno.

I casi di ossidazione incompleta si hanno quando la sostanza esplosiva non dispone di ossigeno sufficiente per ossidare al massimo grado tutti gli elementi combustibili.

L'esempio più tipico è quello del tritolo, il quale presenta la seguente reazione di decomposizione:



GLI APPUNTI DEL GENIERE PIERO ZAMA: classificazione e uso degli esplosivi

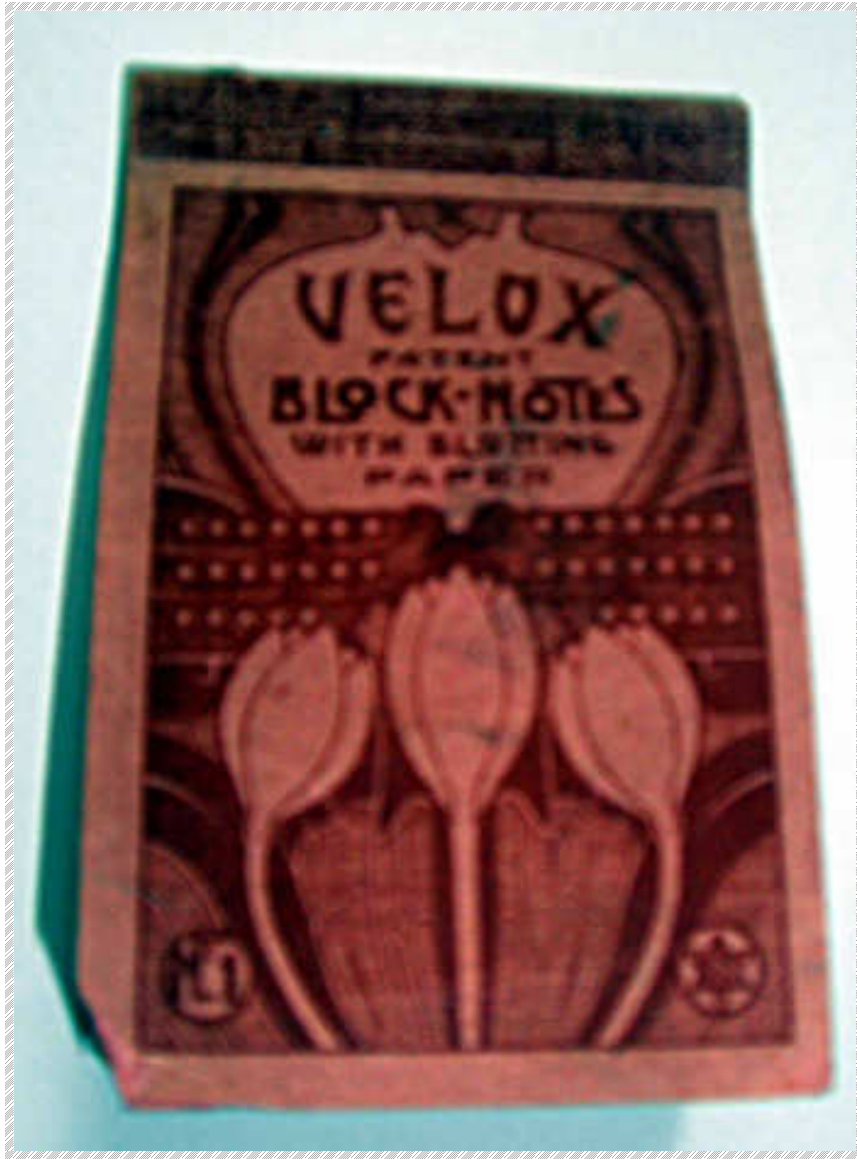


Fig. 2 – Fotografia del blocchetto di appunti del Geniere Piero Zama (coll. AN)

Quelli che seguono sono gli appunti delle lezioni relativi alla classificazione degli esplosivi tratti dal taccuino dell’Aiutante Maggiore dell’81° Battaglione Genio Zappatori, Tenente Piero Zama di Faenza che così ricorda quei momenti:

“Per noi, ufficiali del Genio, ci fu un breve intervallo, e cioè, in giorni alternati del marzo ci tenne lezioni molto interessanti un alto ufficiale del Genio.

I temi ci erano noti: sempre gli stessi, come è naturale: uso degli esplosivi nelle varie circostanze, passaggi sui corsi d'acqua con materiali regolamentari e di circostanza, lavori su terra di diversa natura, e calcoli relativi ecc.

Conoscevo tutte queste cose ma in quelle lezioni appresi altre maniere e particolari espedienti che ignoravo. Ottime lezioni e per me divertenti”.

(Giorno 16 marzo 1918 ore 8 ½: Esplosivi)

Esplosione – Effetto – Protezione

Composizione degli esplosivi a) Miscugli

b) a formula chimica definita

Si dividono in

a) esplosivi deflagranti (che hanno la proprietà di trasformarsi progressivamente e sono i miscugli)

b) esplosivi detonanti (che hanno la proprietà di trasformarsi istantaneamente e sono quelli a formula chimica definitiva)

Gli esplosivi deflagranti esplodono sotto l'azione del calore; gli altri hanno bisogno dell'urto (capsula innesco).

La capsula è quella che determina l'urto mediante il gas di combustione che sviluppa (onda esplosiva che è un lavoro interno della massa. L'onda fisica invece agisce esternamente alla massa ed ha effetti fisici e chimici.

Classificazione degli esplosivi

Esplosivi deflagranti = polvere pirica o polvere nera (carbone-zolfo-salnitro)

-	Nitrati	Fulminato o cotone collodio	Dinamiti	a base inerte a base attiva (gelatina)
		Esplosivo a base nitroglicerina		a base mista
			Polveri senza	Balistite Cordite Solenite

<i>Esplosivi Chimici</i>	-	<i>Esplosivi aromatici</i>	fumo	Bilite
				<i>Acido pirico</i> <i>Trotil o Tritolo</i> <i>Acrafite (Austria)</i> <i>Melinite (Francia)</i> <i>Lydite (Inghilterra)</i>
	-	<i>d'innescamento</i>		<i>Clorato di Potassio</i> <i>Fulminato di Mercurio</i>
	-	<i>diversi</i>		<i>Cheddite</i> <i>Echo</i> <i>Ammonal</i> <i>Tabuline</i> <i>Vinite</i> <i>Siberite</i> <i>Piombite</i>

Giorno 17 marzo 1918 ore 10: *Esplosivi*

Esplosivi deflagranti: polvere nere o polvere pirica

<i>E' un miscuglio di:</i>	<i>salnitro (nitrato di potassio)</i>	75
	<i>carbone</i>	15
	<i>zolfo</i>	10
		100

Il tipo è quella inglese.

<i>La polvere è a grana</i>	-	<i>fine (come il riso)</i>
	-	<i>grossa (come le nocciole)</i>

Quella a grana fine si usa in cartucce con un foro per la miccia. Perché sia buona la polvere non deve sporcare né lasciare tracce di combustione. Si conserva in recipienti di 30-40 kg. (Il miscuglio antico era 75 di salnitro, 12 ½ carbone, 12 ½ zolfo)

Detonanti moderni: sono a base di nitrato e fulmicotone (=nitrazione di cellulosa – bagno nitro e H_2SO_4 . I gruppi nitrosi (NO_2) sostituiscono H di idrogeno.

Il fulmicotone si ha in cilindretti. Bruciando all'aria aperta fa una luce rossastra e non detona.

Trattando la cellulosa in altro modo, cioè sostituendo 8 atomi di idrogeno con 8 di nitriti si ha il cotone collodio che è solubile nella nitroglicerina, mentre non lo è il fulmicotone che è solubile nell'acetone.

Nitroglicerina è un composto chimico esplosivo, formato di sole sostanze esplosive. Si tratta la glicerina, coll'acido nitrico e solforico. E' un composto instabilissimo. L'impasto colla farina fossile ha la stessa qualità della glicerina, ma è stabile. Si tratta di dinamite ed è a base inerte (farina fossile – polvere di mattone ed altre terre). Se insieme usiamo anche delle sostanze attive come il salnitro, si formano dinamiti a base mista. La gelatina esplosiva è una dinamite a base attiva ed è la mescolanza di nitroglicerina con cotone collodio (gelatina gommosa: 83% di nitroglicerina e 17% di cotone collodio) (gelatina esplosiva: 92% di nitroglicerina e 8% di cotone collodio).

La gelatina sotto l'azione del fuoco brucia come quasi tutti i detonanti. Fra essi, il fulminato di mercurio esplosione anche sotto l'azione del calore (per cui si fanno le capsule). Se però si incendia una massa di gelatina può esplodere per la pressione che subiscono le parti interne. Gli esplosivi sviluppano sempre gas velenosi o per lo meno dannosi. Per maneggiare (tagliare) la gelatina si usano sempre utensili di legno e non di metallo. Il trasudamento può provocare avvelenamento.

Innescamento (capsula e miccia). Negli esplosivi deflagranti non occorre eventualmente la capsula: basta il fuoco che vi può portare una miccia. Occorre però aumentare l'intasamento. Coi detonanti l'intasamento ha molto meno interesse: anzi non è assolutamente necessario, perché l'aria stessa può fare da intasamento. Usando la gelatina all'aperto occorre aumentare la velocità di trasformazione in gas e quindi aumentare l'innescamento con l'innesto di fulmicotone. Nelle salsicce dove siano numerose cartucce di gelatina l'una dopo l'altra, può darsi che per effetto dell'onda fisica le ultime non esplodano. Per evitare questo si mette un innesco di fulmicotone ogni 7-8 cartucce nelle cariche allungate e ogni 8-10 nelle cariche concentrate. La gelatina offre un grave inconveniente poiché gela a 8 gradi circa sopra lo zero. Congelando, la nitroglicerina tende a liberarsi ed a portarsi in superficie e siccome esplosione per fregamento e per calore, occorrono moltissime precauzioni nel maneggio della

gelatina gelata. L'innescamento si può fare legandovi attorno alcune capsule o col fulmicotone.

La gelatina si gela a bagno maria, avendo però l'avvertenza di non superare i 60° per evitare l'esplosione (o metterla in segatura di legno calda).

Trasudamento. Si manifesta in seguito a gelo e disgelo, o per forti calori o per compressione. Se il trasudamento non attraversa la carta paraffinata o pergamena, si cambia la carta. Quando il trasudamento sia molto grande occorre distruggere la cartuccia assorbendo però prima la nitroglicerina con terra fossile o segatura di legno.

Acidificazione: è un altro inconveniente. Cioè la gelatina tende a mettere in libertà acidi nitrosi. Ciò si verifica col tornasole. Se da azzurra è diventata rossa, la gelatina è acida ed occorre distruggerla.

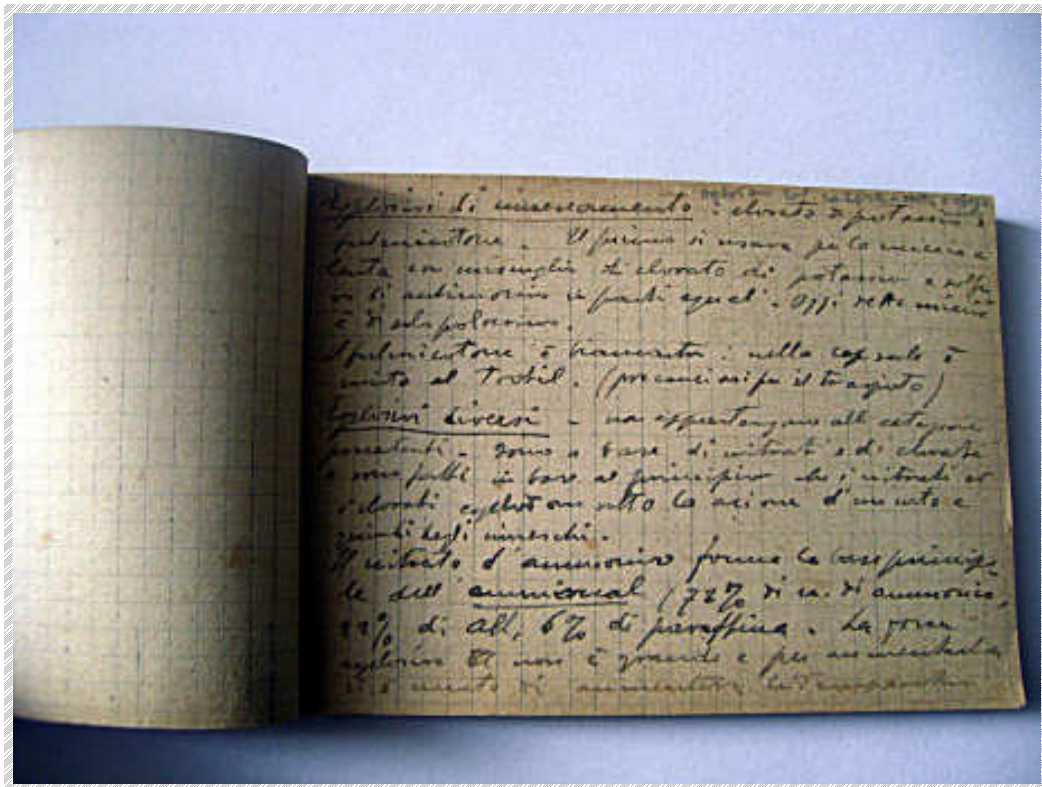


Fig. 3 – Fotografia del blocchetto di appunti del Geniere Piero Zama (coll. AN)

(Giorno 18 marzo 1918 ore 8,30. Esplosivi)

Occorre massima prudenza nel maneggio degli esplosivi detonanti.

Polveri senza fumo: si chiamano così perché dall'effetto dell'esplosione non si hanno residui solidi, e quindi pochissimo fumo. Sono Balistite – Solenite – Cordite – Filite. Sono formati di composti chimici esplosivi, cioè esplosivi di formula dinamica. Vengono impiegati specialmente nelle armi da fuoco. Hanno la caratteristica di avere una velocità di combustione come i deflagranti (quindi hanno la progressività). Hanno però maggiore effetto della polvere nera avendo maggiore temperatura e quindi più sviluppo di gas (è in forma pulvirulenta).

Balistite: miscuglio di nitroglicerina e cotone collodio. Ha forme vaste (cerchietti, granulare); brucia con fiamma rossastra = velocità quasi come la polvere nera. Nei lavori di mina deve essere innescata con fulmicotone per poter sviluppare le sue qualità di detonante. Un innesco di f.c. ogni 500 gr di balistite. Essendo pigra a detonare. Naturalmente l'innesco va unito alle capsule. La b. è ottimo esplosivo. Resiste all'umido e al calore: anzi il miglior intasamento è l'acqua. La balistite può tenersi qualche giorno e dopo prosciugata non perde le sue qualità.

Solenite = 1/3 di nitroglicerina, 1/3 di fulmicotone disciolto nell'acetone, 1/3 cotone collodio. Ha le stesse qualità della balistite.

Cordite = 58% nitroglicerina, 37% fulmicotone e il resto cotone collodio e vasellina. Ha forma filiforme.

Filite = come la balistite. Ha forma filiforme.

Esplosivi della forma aromatica – Derivati dal benzolo si ottengono sostituendo all'idrogeno e NO_4 nei suddetti composti.

Acido pirico – Solido, cristallino, giallo, intacca tutti i metalli ad eccezione dello stagno. Si è sostituito con il Trotil. L'acido pirico si usa nelle armi. Fuso è molto più stabile, ma più pigro per detonare. Da noi si chiama Perlite, in Francia melenite e l'usano nei petardi. La melenite per i Francesi è come la gelatina per noi. In Austria si chiama cerolite e si usa quasi unicamente nelle cariche di lancio (armi), In Inghilterra si chiama Lydite.

Trotil – esplosivo solido, aspetto gialla paglierino. Non intacca i metalli. Quindi nelle micce detonanti si usa dentro l'involucro di piombo. E' più sicuro dell'acido pirico ed ha effetto uguale o maggiore. Si usa anche per le cariche di lancio.

Esplosivi di innescamento – clorato di potassio e fulmicotone. Il primo si usava per la miccia lenta in miscuglio di clorato di potassio e solfuro di antimonio in parti uguali. Il fulmicotone è pressato nelle capsule misto al Trotil (precauzioni per il trasporto)

Esplosivi diversi – non appartengono alle categorie presenti. Sono a base di nitrati e di clorati e sono fatti in base al principio che i nitrati e i clorati esplodono sotto l'azione d'un urto e quindi degli inneschi.

Il nitrato di ammonio forma la base principale dell'ammonal (72% nit. di ammonio, 22% di all. , 6% di paraffina. La forza esplosiva non è grande e per aumentarla bisogna aumentare la temperatura e perciò si unisce l'alluminio come combustibile).

Questi combustibili diversi hanno il vantaggio di non gelare. Sono però molto idroscopici. Hanno tutti bisogno dell'intasamento. Per esempio la piombite se non è intasata non lavora affatto.

Echo – è a base di nitrato di ammonio (62%) più 5 ½ % di nitrocellulosa, 25% di alluminio, 7 ½ % di sostanza organica. Detona con capsule.

Vibrite - nitrato di ammonio (76,25 %) più silicio di calcio (15,75 %) e nitro naftalina (8,00 %). Detona con capsule.

Sabulite – come la nitrite col Trotil al posto del silicio di calcio.

Siderite – come la nitrite solo nelle capsule delle bombe Sipe.

Piumbite – è nitrato di piombo e nitro naftalina.

Cheddite – esplosivo francese a base di clorato di potassio 98 %, paraffina 7 %, vasellina 3 %. Si innesca con capsule. Ha vari colori.

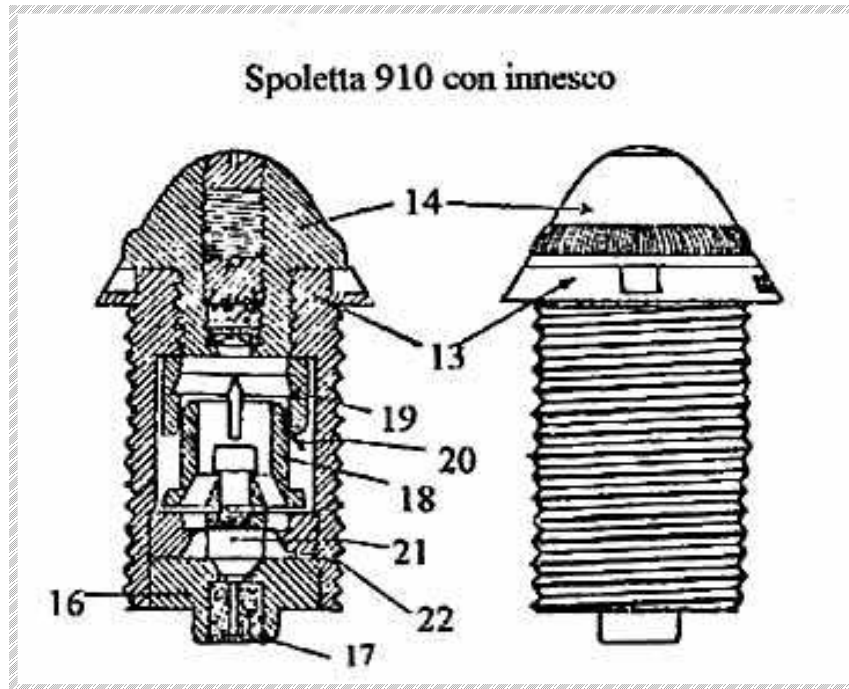


Fig. 4 – Schema per la SPOLETTA A PERCUSSIONE MOD. 910. Si compone di un *corpo di bronzo* (13) che ha: esternamente una filettatura per l'unione alla granata e due incavi per la chiave; superiormente un foro a chiocciola per l'unione dell'innesco, inferiormente una *appendice* (16) che contiene un *cilindretto di polvere nera* (17).

Internamente è cava e contiene:

- un *percuotino con spillo d'acciaio* (18);
- una *ghiera del percuotino* (19) con *molla a crociera* (20);
- una *valvola conica* (21) con *molla ad alette* (22) avvitata al percuotino.

(Giorno 20 marzo 1918 ore 8,30. Esplosivi)

Le operazioni che si compiono per fare esplodere una certa carica si chiamano innescamento ed il mezzo che si adopera si chiama innesco. Per i deflagranti basta una miccia. Per la balistite e, in genere, per le polveri senza fumo occorre un innesco più robusto (uso tramontato del bosso letto anziché del fulmicotone. La miccia può essere:

- *a lenta combustione*
- *detonante*

Quella a l.c. tipo regia marina o regolamentare è un tubetto di legno con dentro del polverino (4 minuti per metro)

Miccia del commercio. Calzetta o tubetto di cartone (con polverino A5), 1 filo da 1 m $\frac{1}{2}$ di velocità. Ve ne è di isolato con catrame.

Compassamento dei fuochi o brillamento contemporaneo delle cariche di compassamento.

Ma colla miccia a lento non si ottiene mai il risultato del brillamento contemporaneo. Si ricorre quindi alla miccia detonante (5 km al minuto secondo se acido pirico e stagno) (Trotil e piombo. 3900-4000 metri al minuto)

Inneschi: capsula. E' un tubetto di rame con fulminato di mercurio e Trotil. La capsula H1 ne ha gr. 0,3. La H10 ne ha gr. 3 di fulminato di mercurio. Ordinariamente si usano i Numeri 6-7-8 (1 - 1 ½ - 2 gr.). L'accensione si può ottenere anche elettricamente.

Le capsule elettriche sono uguali a quelle comuni: hanno in più due reofori che fanno capo ad una spirulina di platino collegata con una pastiglietta di fulmicotone e polverino rinchiusa in un cartoncino. Vi sono capsule francesi, americane, ecc. Le francesi hanno i reofori più lunghi e sono verniciate di blu. Per rendere incandescenti le spirali si usa un esploditore. Da noi si usa l'esploditore Cantono consistente in una cappetta parallelepipedica con internamente una dinamo multipolare auto eccitatrice in serie (corrente continua). Sull'asse della dinamo è collegata una puleggia la quale nella parte superiore porta due denti che servono per la funicella da tirare. Gli attacchi al circuito principale è sempre bene siano fatti in derivazione.

Si possono far saltare fino a 10-12 capsule francesi.

Con l'esploditore Perego si possono far saltare 2 capsule francesi. Con questi esploditori gli attacchi vanno fatti in serie.

Si possono far saltare anche attacchi misti. Verificare sempre scrupolosamente i circuiti e tutte le connessioni. Per i conduttori si usa il cordoncino telefonico per linee volanti.

(Giorno 21 marzo 1918 ore 8,30. Esplosivi)

La miccia detonante è la sola capace di fare esplodere la carica, però si usa, egualmente con la capsula ed anche con l'innesco di fulmicotone. Il fuoco si comunica alla detonante mediante miccia a lenta combustione alla cui estremità si mette una capsula collegata coll'altra che fa capo alla detonante.

Congiunzioni. Il sistema parallelo ha il difetto di spezzare spesso la miccia detonante. Si usa invece un sistema continuo il cui collegamento è con stecchette di legno e spago in guisa che sempre si possa verificare il contatto delle due capsule. Si usano brugoli purchè non combacino esattamente e lascino una fessura.

(Giorno 21 marzo 1918 ore 10,30. Esplosivi)

Camera di mine è quello scavo che si fa in un certo mezzo che è destinato ad inserire l'esplosivo. Quando è caricato dicesi fornello. Se è all'aperto si hanno le cariche esterne e l'aria è il mezzo. L'effetto dell'esplosione è la formazione di una grande quantità di gas che produce una pressione sulle pareti dell'ambiente. Tale pressione si irradia dal centro del fornello e diminuisce gradualmente fino a diventare uguale alla pressione atmosferica. Sfera di esplosione o superficie sferica di esplosione è quella determinata dai punti in cui la pressione è uguale a 1,033 cioè alla pressione atmosferica. Chiamiamo con **h** la linea di minore resistenza cioè la distanza minima tra il centro del fornello e la superficie esterna del mezzo dove si fa esplodere la carica e **R** il raggio della sfera di esplosione.

Se **R** < **h** non si hanno effetti esterni cioè si ha fumacchio

Se **R** > **h** si ha effetto esterno cioè si ha la proiezione del mezzo e precisamente della parte conica. La forma non si sa bene cosa sia, ma si ammette che sia un cono netto avente per base la circonferenza di intersezione della sfera di esplosione con la parete del mezzo e per altezza **h**. Questo cono si chiama imbuto reale di esplosione e il raggio della sua base circolare si chiama raggio dell'imbuto (**r**). L'imbuto che resta effettivamente si chiama imbuto apparente e **P** la sua altezza. Attorno alla base dell'imbuto si trovano delle fenditure che possono considerarsi circonscritte da una circonferenza che si chiama circonferenza di commozione. Sfera di commozione è quello in cui detta circonferenza è interessata. **F** è il raggio di detta sfera.

Calcolo delle cariche: le tre quantità **C** (carica) **r** e **h** sono in relazione intima fra loro. La carica è sempre legata al mezzo e alla qualità di esplosivo. Supponiamo di avere un mezzo e di disporvi nell'interno una carica **C**. La sfera di esplosione sarà dipendente unicamente dalla qualità del mezzo e dell'esplosivo. Quindi se oltre alla carica individuo **h** e **r**, potrò individuare il terzo incognito. Avendo per esempio fissato **h** posso conoscendo **C** trovare che **r** = **nh**. Se stabilisco **h** e **r** troverò quella **C** che mi darà quei risultati. La formula delle cariche mobili indipendentemente dal mezzo è $C_m = \alpha m^4 N$ dove $N = \sqrt{1 + n^2} - 0,41^3$. **α** è uguale al coefficiente dipendente dalla qualità di esplosivo ed è empirico, avendo **α** = 0,16 (gelatina) = 0,20 (balistite) = 0,56 (polvere nera). **N** dipende da **n** che in casi specifici è così stabilito:

1,50 per fornelli in strade rotabili

1,40 per cariche nelle arcate dei ponti

1,80 – 2,10 per fornelli in galleria in muratura secondo l'ampiezza della galleria ed il raggio della volta.

L'indice sarà tenuto maggiormente quanto maggiore è la concavità degli archi verso il fornello. Per tenere conto della non omogeneità del mezzo, in genere, è consigliato fare sempre mine sovraccariche cioè tenere sempre $n > 1$ non calcolando di avere sempre l'effetto delle mine ordinarie. I valori del manuale vanno sempre moltiplicati per il coefficiente del terreno.



Fig. 5 – Granate esplosive M15

CONCLUSIONE

Quanto sopra non è un manuale per terroristi, ma vuole riportare semplicemente alla luce le conoscenze chimiche di allora. E nel contempo, preso atto della instabilità di certi esplosivi, sconsigliare chiunque trovi occasionalmente un ordigno e/o materiale esplosivo durante le escursioni nei campi di battaglia ad improvvisarsi artificiere.

RINGRAZIAMENTO

Al Prof. Nino Drei di Faenza che mi ha messo a disposizione il materiale originale, ma che purtroppo non ha potuto vedere la pubblicazione di questo articolo.

FONTI CONSULTATE

- **I principali esplosivi utilizzati nella Grande Guerra** di Paolo Antolini, Museo Civico del Risorgimento di Bologna, 2006
- **Il munizionamento del cannone da 65/17** di Andrea Bianchi, sito della Società Storica per la Guerra Bianca, 2000
- **Cose di scienza** di Antonio Vecchia, Mariano del Friuli (GO), Edizione della Laguna, 1999
- **Dizionario della armi** di Letterio Musciarelli, Milano, Mondadori Editore, 1978



Fig. 6 – Scavo di una galleria di mina. Per il caricamento della camera di scoppio gli italiani usavano per lo più gelatina esplosiva a base di nitroglicerina