



Associazione Culturale **Compagnia di San Martino**

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

LA POLVERE NERA. Invenzione, storia e tecnologia

di "*Bonaventura*" da Arimino

Nessuno può dire con esattezza quando fu scoperta la prima miscela propulsiva, ma una cosa è certa: tanto per incominciare, nei secoli in cui la si usava la polvere nera non si è mai chiamata così.

Il nome che oggi le viene dato risale agli inizi del nostro secolo, quando si dovette distinguerla dalle polveri cosiddette senza fumo, o nitrocomposte; prima infatti si conosceva un solo prodotto, valido per i cannoni, gli archibugi ed i lavori minerari, che era noto semplicemente come "polvere da sparo".

Detto questo, a quando risalga l'invenzione della primigenia polvere da sparo rimane un mistero, anche se gli antichi cinesi conoscevano miscugli esplosivi in grado di produrre una emissione rapida di enormi quantità di gas e quindi capaci di sviluppare notevoli energie di spinta.

Vi sono poi riferimenti a civiltà come quella araba e bizantina, e in ogni caso il filone greco-arabo sembra il più accreditato, in quanto arriva fino ai due maestri medievali Ruggero Bacone e Alberto Magno.

La discussione sull'argomento potrà continuare a lungo tra gli studiosi, ma per ora quello che abbiamo stabilito con certezza è che l'invenzione della polvere avvenne con tutta probabilità in Europa, in un periodo compreso verosimilmente tra il 1225 ed il 1250. Sappiamo che il salnitro era conosciuto in Europa intorno al 1250, il "*Liber Ignum*", di Marcus Grecus, probabilmente una traduzione di un'opera araba della metà de XIII secolo, descrive sia il salnitro che la polvere da sparo, e contiene ricette sia per composti incendiari che per la polvere da sparo nella sua forma più rudimentale.

Il francescano Ruggero Bacone, fra i suoi scritti, pubblicò una formula per la fabbricazione della polvere da sparo; egli descrive nel 1268 l'esplosione della polvere che "tuona e lampeggia" e ne dà la composizione.

Bacone non fu però l'inventore, ma con ogni probabilità fu solo colui che raccolse notizie da fonti precedenti, alcuni sostengono migliorando una formula araba, le rielaborò e le pubblicò: sette parti di salnitro, cinque di carbone di legno di nocciolo e cinque di zolfo.

Riuscì a scoprire che, se la polvere pirica è racchiusa in un recipiente rigido, l'effetto è maggiore: inoltre insegnò perfino le operazioni atte a purificare il salnitro, atto importante ai fini dell'efficacia. Le opere di Bacone in cui si parla della polvere da sparo sono del 1257 e del 1265; e con questo abbiamo fatto chiarezza sulla leggenda di Bertold Schwartz, il monaco tedesco che avrebbe inventato la polvere nera intorno alla metà del XIV secolo; come abbiamo visto era nota quasi un secolo prima, e al massimo si può dire che portò la polvere pirica in Svizzera: il leggendario monaco nero probabilmente non è mai esistito.



Associazione Culturale **Compagnia di San Martino**

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

A questo punto abbiamo delineato verosimilmente il periodo in cui venne alla luce la polvere nera propriamente detta, anche se rimangono interrogativi e paternità sulla scoperta, e per chiudere definitivamente la questione mi avvalgo di una citazione:

"La polvere da fuoco, questo trovato meraviglioso che cambiò la faccia al mondo, questo mezzo potente di guerra che signoreggia la forza brutale e uguaglia le condizioni dei combattenti dando la prevalenza alla forza morale ed al sapere, non uscì di getto dal cervello di un genio, né fu opera del caso. Come in tutte le grandi scoperte che onorano la mente umana, l'invenzione della polvere non è che il prodotto della cooperazione di moti intelletti che nel corso dei secoli lavorarono per un medesimo scopo.

Il fortunato che dà l'ultimo tocco allo sviluppo di una idea attorno alla quale studiarono ed operarono più generazioni, il fortunato che trova quel nonnulla che basta a compendiare il lavoro de' suoi precursori e a dar vita all'edificio modellato e man mano migliorato da chi lo precedette, quel fortunato è colui che raccoglie la palma di tante fatiche, di tante prove, di tante angosciose ricerche, generalmente associa il suo nome glorioso alla nuova invenzione."

Nella sua forma più primitiva, la polvere nera era decisamente diversa da come noi la conosciamo ai nostri giorni. Si trattava infatti di una miscela meccanica di salnitro zolfo e carbone, nelle proporzioni secondo la ricetta di Bacone - di 7/5/5. I tre ingredienti erano ridotti separatamente in polvere impalpabile e quindi mescolati. Questa preparazione aveva numerosi e notevoli inconvenienti. Per incominciare, tendeva ad assorbire molta umidità dall'aria e tendeva a formare grumi durissimi, a volte di dimensioni tali da non poter essere introdotti nella canna di un'arma. Inoltre i tre componenti tendevano a separarsi durante il trasporto per differenza di densità e peso specifico, e infine la finissima miscela dava problemi di accensione se compressa fortemente in una canna. Vari metodi furono usati per aggirare questi inconvenienti, compreso quello di mescolare la polvere nel luogo di utilizzo, finché si giunse alla polvere granulata. Non sappiamo se vi fu una specifica ricerca in proposito, o se il tutto iniziò con l'osservazione del comportamento dei grumi di polvere che si formavano spontaneamente, ma propendiamo per la prima ipotesi. Si sa infatti che vi furono tentativi di ridurre l'igroscopicità della polvere riscaldandola fino alla fusione, a 110 gradi, dello zolfo contenuto, cosa che causò verosimilmente alcune tra le più vigorose esplosioni dell'ultimo Medioevo. La modifica, comunque ci si fosse giunti, avvenne intorno alla metà del XV secolo e fu risolutiva. La polvere granulata assorbiva molta meno umidità, ogni granulo conteneva i tre ingredienti nella giusta proporzione senza che si separassero, l'accensione era più sicura e le qualità balistiche miglioravano notevolmente, dando così un forte stimolo alla costruzione di armi migliori. Fu comunque solo nel 1859 che il generale Rodman, americano, dimostrò che aumentando la dimensione dei grani, ed accrescendo nel contempo la carica, si manteneva la velocità di combustione voluta



Associazione Culturale **Compagnia di San Martino**

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

diminuendo le pressioni all'interno della bocca da fuoco Le proporzioni dei componenti della polvere subirono forti variazioni nel corso del tempo. Dalla proporzione originale di 7/5/5 si passò, in Inghilterra intorno al 1350, a 6/1/2, ed in Germania nello stesso periodo a 4/1/1. Alla fine del Seicento il Della Fratta suggerisce una proporzione di 6/1/1, ed in Prussia nel 1774 si usava la formula 8/1/1. Solo verso la metà dell'Ottocento le proporzioni si standardizzarono con poche variazioni intorno alla formula 7,5/1,5/1, riportata dal Molina per le polveri da guerra. Le polveri da caccia, più vivaci, utilizzavano una maggior proporzione di salnitro. C'è da dire che nei primi tempi i tre ingredienti citati non erano i soli. Secondo la Pratica Minerale "a questi talora s'aggiungono da alcuni altri materiali, per renderla sforzata, cioè Argento Vivo, Acquavite, Aceto, Oglio (sic) di Canfora, di Sasso, e simili". Alcuni ingredienti più esoterici sembrano appartenere al mondo dell'alchimia o della magia, e G.C. Nonte jr. cita una ricetta secondo cui "è utile aggiungere una pelle di ragno". La stessa produzione degli ingredienti era oggetto di strane ricerche, tanto che per la produzione del nitro si suggeriva di utilizzare l'orina di uomini dai capelli rossi. Anche polveri diverse venivano sperimentate, pur con scarsi risultati. "Qui a bella posta tralascio il modo di far la Polvere con l'Antimonio, o con l'Argento Vivo, perché se bene per un tiro o due ella sia ottima e faccia gran sforzo, ho però a mio costo conosciuto esser perniciosissima alle canne, le quali a più tiri reiterati creppano...se pure qualcuno volesse adoperarla, osservi di nettare ottimamente la canna, acciò che la malignità delli materiali col tempo non la corrodessa.. (Prat. Min, p. 159)" La citazione è interessante, anche perché l'accento al mercurio ed alla corrosione delle canne dimostra una ricerca sui fulminati di cui si era poco a conoscenza. Gli studiosi in effetti non accennano all'uso di fulminati, al di fuori dai laboratori, nel periodo compreso tra la nota di Samuel Pepys del 1663 sull'Aurum Fulminans e gli studi settecenteschi del Berthollet.

Tornando alla nostra polvere nera, come avveniva, in pratica, la preparazione degli ingredienti e della polvere?

Il carbone

L'ingrediente più facile da ottenere era il carbone, ben noto sin dall'antichità. Doveva essere carbone di legno dolce, da essenze di salice e nocciolo, oppure da tralci di vite o sambuco. Il migliore, fin dagli inizi, risultò quello dei canapacci, o canapoli, steli di canapa che dovevano essere carbonizzati fino ad un colore marrone-rossiccio. Per via di questa carbonizzazione poco spinta, portata all'estrema conseguenza dell'usare come materiale base la paglia di segale torrefatta a 150 gradi, la polvere della Marina tedesca, brevettata nel 1882, era nota come "polvere cioccolata". Il carbone fu ottenuto per secoli, ed ancor oggi talvolta lo è, dalle carbonaie. Per realizzare una carbonaia si piantava al centro di uno spiazzo livellato un palo, attorno al quale si disponevano orizzontalmente, come raggi di una circonferenza, i bastoni e rami più grossi, riempiendo gli interstizi con legni di minor grandezza o con schegge di legno. La sovrapposizione di più strati di circonferenza decrescente dava



Associazione Culturale **Compagnia di San Martino**

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

alla catasta la forma approssimativa di un tronco di cono. Si aveva l'avvertenza di lasciare un po' di spazio intorno al palo centrale, creando così un camino. La catasta veniva ricoperta di zolle erbose, ed accesa introducendo dal camino schegge di legno infiammate. Si aprivano quindi dei piccoli fori nella copertura alla base della catasta, quando tutta la massa di legno era incandescente si copriva il tutto con uno spesso strato di terra e si lasciava raffreddare. Una variante di questo metodo consisteva nel preparare delle buche, rivestite internamente di mattoni refrattari, ed accendere la legna all'interno di esse, disponendola molto stretta per diminuire l'attività del fuoco. Quando la legna era tutta incandescente, si copriva la fossa con coperte di lana bagnate e con argilla e si lasciava raffreddare. Un perfezionamento del metodo faceva avvenire la carbonizzazione in grosse caldaie di ghisa, che disponevano di un coperchio di lamiera muniti di sfatatoi richiudibili per lasciar uscire i fumi. Il rendimento del sistema era di circa il venti per cento. Questi metodi tuttavia, non essendo possibile regolare se non grossolanamente la temperatura di carbonizzazione, fornivano un carbone dalle caratteristiche irregolari, per cui, quando furono scoperti metodi migliori, vennero relegati alla sola produzione del carbone per le polveri da mina ordinarie. Con lo sviluppo della tecnologia, un prelado inglese, il vescovo Landloff, mise a punto verso la fine del Settecento il metodo di carbonizzazione per distillazione, che consentiva di ottenere il carbone a temperature ben determinate e regolabili, generando così, a piacere, il normale carbone nero o quello rossiccio più adatto alla fabbricazione della polvere. L'impianto consisteva in coppie di cilindri di ghisa ermeticamente chiusi, ma muniti di condotti per lo scarico dei liquidi e dei gas di distillazione, all'interno dei quali si introduceva il legname. Una struttura in muratura che circondava i cilindri a breve distanza da essi, convogliava i fumi e provvedeva al riscaldamento omogeneo di tutta la loro superficie. I gas di distillazione venivano convogliati sotto i cilindri e bruciati, contribuendo al riscaldamento della massa legnosa. Il colore assunto dalla fiamma dei gas, rosso vivo all'inizio, poi più spento ed infine azzurro, consentiva di stabilire a che punto fosse la distillazione. Il carbone così ottenuto veniva lasciato raffreddare per tre giorni ed estratto a mano. I pezzi non sufficientemente carbonizzati, che manifestassero ancora una consistenza legnosa, venivano collocati al centro dei cilindri quando si effettuava la carica successiva. Il rendimento della distillazione era circa doppio di quello ottenuto con i metodi della catasta o delle fosse, e poteva raggiungere anche il 40% in funzione del legname usato e della sua stagionatura. Il rendimento degli steli di canapa era del 37%.

Lo zolfo

Non molto più complessa era la preparazione dello zolfo, mentre era particolarmente delicata la preparazione del nitro, almeno fino a quando non ci si avvaleva dei cosiddetto "nitro del Cile", da depositi naturali di nitrati di sodio. Lo zolfo, ricavato in alcune parti della Germania ed in Svezia dal trattamento dei solfuri, era invece



Associazione Culturale **Compagnia di San Martino**

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

estratto allo stato nativo in Italia, Spagna, Slesia, Polonia e molte altre nazioni. Lo zolfo nativo fu sempre la sorgente più importante per l'industria. Esposto al calore, lo zolfo fonde alla temperatura di 111 gradi, trasformandosi in un liquido trasparente e scorrevole di color giallo chiaro; a 400 gradi bolle, ed a 460 gradi produce dei vapori giallastri che raffreddandosi si solidificano in una polvere finissima, conosciuta col nome di fiori di zolfo. Le operazioni citate devono avvenire in assenza d'aria, perché in presenza di ossigeno lo zolfo prende fuoco alla temperatura di 250 gradi, sviluppando anidride solforosa. L'estrazione e la raffinazione dello zolfo erano relativamente semplici. La prima raffinazione la si otteneva in miniera, con sistemi che andavano dalla semplice fusione del minerale nei calcaroni ad una prima distillazione. In Sicilia, dove il minerale era molto ricco, si procedeva solitamente ammassandolo in cumuli coperti di terra in cui si lasciavano cavità verticali in funzione di camini. Dato fuoco al minerale, dopo circa 12 ore i camini venivano chiusi e la combustione si propagava lentamente dall'alto verso il basso, liquefacendo lo zolfo che veniva spillato dalla base del cumulo. Se poi il minerale era particolarmente ricco lo si faceva semplicemente fondere in grandi caldaie, schiumandolo per separare le impurità più leggere, mentre quelle più pesanti si depositavano sul fondo della caldaia. Il procedimento più moderno, in uso nell'Ottocento, consisteva in una grossolana distillazione del minerale. Un grande forno in muratura conteneva delle giare chiuse piene di minerale, che comunicavano a mezzo di tubi con altre giare simili, esterne al forno, dove lo zolfo già in buona misura raffinato si raccoglieva. La raffinazione dello zolfo grezzo avveniva, fino alla metà dell'Ottocento, facendolo fondere a fuoco lento, con frequenti riposi, schiumandolo più volte a decantandolo in barili. Dalla metà dell'Ottocento in poi avvenne per distillazione. La differenza rispetto al semplice processo di estrazione consisteva nel fatto che i vapori di zolfo finivano, anziché in giare esterne al forno, in una camera di condensazione riscaldabile. Questo permetteva di ottenere zolfo liquido, condensato successivamente in pani, se la temperatura della camera era mantenuta a 115 °C, e fiori di zolfo se essa era inferiore ai 110 °C. La presenza di arsenico, che conferiva al prodotto un colore arancio-rossastro, rendeva lo zolfo inadatto alla produzione della polvere, e lo zolfo migliore allo scopo era quello in pani.

Il salnitro

Lunghe e complesse erano la produzione e la raffinazione del salnitro, almeno fino agli inizi dell'Ottocento, quando si sfruttarono i depositi di nitrati del Sud America. I letti nitrosi dovevano contenere materie organiche animali o vegetali in decomposizione, una base alcalina o calcarea e sufficiente umidità, ad una temperatura compresa tra i 15 ed i 40 gradi. Il tempo di formazione del salnitro era lunghissimo. Ad esempio, i letti nitrosi utilizzati in Sicilia erano composti da strati successivi di terra calcarea mescolata con letame, ceneri, calcinacci, per l'altezza di circa un metro e mezzo, innaffiati per un anno con colature di letamaio, urine di stalla e acque di



Associazione Culturale **Compagnia di San Martino**

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

sapone o di lisciva che apportavano potassio, e rimossi frequentemente con tridenti per aerarli. L'odore doveva essere terrificante, in grado di stroncare intere famiglie di puzzole. Trascorso l'anno, l'innaffiamento si operava con sole acque liscivate, e per altri sei mesi il mucchio veniva periodicamente rivoltato. Al termine di tre anni la nitrificazione era completa e la resa era di 1-1,5 chili di salnitro per metro cubo. I materiali nitrificati venivano raccolti in cassoni disposti in tre ordini, ad altezze diverse in modo che l'acqua di raccolta potesse colare dagli uni agli altri. I materiali già lavati due volte erano posti nel cassone in alto, per la terza lavatura. I cassoni venivano riempiti d'acqua, che si lasciava per 12 ore e veniva poi spillata ed inviata al secondo cassone, per altre 12 ore, e così via. L'ultima acqua, detta acqua di cotta, o acqua madre, fino alla fine del Settecento era fatta passare attraverso uno strato di cenere di legna inumidita e compressa, ricca di potassio, ottenendo che i nitrati di calcio e di magnesio si trasformassero in nitrato di potassio, con precipitazione di carbonati di calcio e magnesio. Il salnitro così formato rimaneva sciolto nell'acqua insieme a cloruri di potassio e di sodio. L'evaporazione dell'acqua, in grandi caldaie, faceva precipitare i cloruri, e la soluzione concentrata di salnitro veniva versata in grandi vasi di rame, in cui cristallizzava. I residui terrosi lavati venivano rimandati alle nitriere per la formazione di nuovi letti. Anche il nitro grezzo dell'isola di Ceylon veniva trattato allo stesso modo, lavandolo in presenza di ceneri e cristallizzando il liquido risultante. Dagli inizi dell'Ottocento le acque madri erano invece trattate con una soluzione di carbonato di potassio, ottenendo una miglior resa. Una importante fonte di nitrati fu poi scoperta in immensi depositi di nitrato di sodio del Perù, che fornivano il cosiddetto Nitro del Cile. Facendolo reagire con cloruro di potassio si otteneva una soluzione di salnitro e sale da cucina, che si potevano separare per precipitazione. La cristallizzazione della soluzione residua dava il salnitro grezzo. Il cloruro di potassio era ricavato da ceneri di alghe o da residui di melassa da barbabietola, o concentrando l'acqua di mare. Il cloruro di sodio a mano a mano precipita, mentre il cloruro di potassio si concentra. La fonte più importante se ebbe però con la scoperta, nel 1839, di importanti depositi naturali di questo sale nei pressi di Stassfurt, in Prussia. Con i progressi della chimica, nell'Ottocento il nitrato di sodio lo si sarebbe potuto anche fabbricare, ma risultava molto più conveniente l'utilizzo dei giacimenti sudamericani. Non troviamo traccia, invece, di procedimenti chimici per la fabbricazione del cloruro di potassio. In ogni caso, il salnitro ottenuto con uno qualsiasi dei procedimenti esposti, sia che provenisse dalle nitriere naturali od artificiali che dai depositi, era grezzo ed impuro. Benchè nei primi tempi lo si utilizzasse così come era, almeno per fare le polveri comuni (ma il Della Fratta suggerisce di usare quello di muro, più puro), era inadatto alla produzione di polveri fini, e doveva essere raffinato prima dell'uso. Quanto fosse importante la raffinazione del salnitro è dimostrato dall'attenzione che vi ponevano i migliori scienziati dell'epoca, al punto che strumenti di misura appositi vennero costruiti da Riffault e da Gay-Lussac. Il processo di raffinazione ha lo scopo di separare i cloruri di sodio e di potassio, che sono molto igroscopici ed altererebbero la qualità della polvere. In sostanza, il nitro grezzo veniva lavato con



Associazione Culturale Compagnia di San Martino

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

soluzioni sature di salnitro, che con-servavano la capacità di sciogliere gli altri sali. A questa lavatura seguiva una cottura in grandi caldaie, allo scopo di far precipitare il cloruro di sodio che veniva così separato, la cristallizzazione in appositi vasi ed una successiva lavatura del nitro raffinato. Dopo l'asciugatura che avveniva riscaldando l'aria di grandi camere nelle quali il nitro era disposto su telai piani, il prodotto essicato, che non doveva contenere più dello 0,5% di umidità, era burattato in grandi bottali e setacciato attraverso una tela di bronzo. L'analisi del prodotto raffinato era effettuata con soluzioni titolate di nitrato d'argento, e serviva ad accertare che i cloruri residui non superassero una parte su 3000. Avuti così tutti i componenti puri, la fabbricazione della polvere poteva aver inizio.

Preparazione della polvere

Le proporzioni di salnitro, carbone e zolfo usate in Italia nella seconda metà del secolo scorso erano, su base 100, di 75, 15 e 10 per le polveri da cannone; 78.5, 11.5 e 10 per le polveri da caccia e di 66, 16 e 18 per le polveri da mina. Le polveri da mina per impieghi particolari, come ad esempio quelle utilizzate nelle cave di marmo, che dovevano staccare pezzi ben determinati senza polverizzarli, erano prodotte con la proporzione di 10, 14 e 16. I dosamenti dovevano tener conto dell'umidità dei componenti, in particolare del carbone, e del fatto che durante la macinatura la polvere impalpabile di carbone tendeva a separarsi dalla massa e disperdersi nel pulviscolo atmosferico. Nei primi tempi le operazioni di triturazione, mescolamento e compressione dei componenti erano eseguite in una sola volta. Fino alla metà del Cinquecento, i componenti venivano posti in un mortaio di pietra e di legno duro, bagnati con acqua, con aceto e talora con componenti più esoterici (orina di uomo dai capelli rossi), e pestati con un pestello di legno duro, per ottenere una schiacciata che veniva poi triturata ed asciugata. Il metodo venne perfezionato con mortai multipli, scavato in una grandissima tavola di quercia, lunga da 5 a 6 metri e spesso almeno 60 centimetri, fissata al suolo. Il fondo dei mortai era costituito da un cilindro di legno durissimo disposto nel senso longitudinale delle fibre. Su questi mortai battevano dei pestelli costituiti da travi di legno terminanti con una massa di bronzo piriforme, che venivano sollevati da un rudimentale albero a camme mosso da una ruota ad acqua e ricadevano per gravità. Nei primi tempi i tre componenti della polvere erano introdotti contemporaneamente nei mortai, ed erano battuti 10 ore per la polvere da cannone, e 20 ore per quella da fucileria. L'inconveniente possibile, naturalmente, era l'esplosione, susseguente all'accensione spontanea del polverino di carbone che non riusciva ad incorporarsi nel miscuglio. La storia degli esplosivi è segnata dalla forte sproporzione che vi è tra la lievità delle cause di incidenti e gli effetti dei medesimi. Il processo venne quindi perfezionato introducendo separatamente gli ingredienti nel mortaio: prima veniva battuto il carbone umido, e dopo mezz'ora si introducevano lo zolfo ed il salnitro, e si riprendeva a battere, bagnando il composto di tanto in tanto per mantenere il giusto grado di umidità. Il rischio



Associazione Culturale **Compagnia di San Martino**

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

era costituito dalla possibile formazione, tra il pestello ed il fondo del mortaio, di una massa indurita che sarebbe potuta esplodere. Questo veniva evitato travasando periodicamente il miscuglio da un mortaio all'altro. Il travaso avveniva ogni ora, e la durata della battitura era di 12 ore per la polvere da cannone e di 24 per quella da fucileria. Al termine, il composto veniva lasciato sotto battitura per due ore consecutive senza travasi, per poter ottenere una schiacciata che si potesse granulare. Un sistema diverso, inventato verso la fine del Cinquecento ma diffusosi molto lentamente per via della scarsa sicurezza iniziale, era quello delle macine. Queste erano costituite da una coppia di pesanti cilindri, disposti con l'asse orizzontale, che facevano un doppio movimento di rotazione e di circolazione su un bacino circolare. La rotazione avveniva alla velocità di 10-12 giri al minuto, ma poteva essere molto rallentata in modo che i cilindri agissero come presse per ottenere la schiacciata finale. L'interasse delle macine era calcolato in modo che esse compissero anche uno strisciamento sul fondo del bacino, allo scopo di migliorare l'efficienza della triturazione e del mescolamento, e la distanza dall'asse centrale era disuguale per poter comprimere in modo uniforme tutta la massa. Quattro raschiatoi uniti alle macine provvedevano a staccare le parti compresse che rimanevano attaccate alla periferia della macine o al fondo del bacino e a ributtarle nella massa. Le prime macine erano di pietra, come il bacino su cui lavoravano, ed avevano il difetto di poter assorbire o rilasciare, in funzione dell'umidità dell'aria, l'acqua usata per inumidire gli ingredienti. Questo poteva portare ad una massa troppo umida, difficile da granulare; poteva dare polveri di differenti densità, poco costanti, ed infine poteva dare una massa troppo asciutta. Se a quest'ultima condizione si aggiunge che le macine potevano scheggiarsi e mescolare alla massa in triturazione dei pezzetti di pietra, l'esplosione era in agguato. Non dobbiamo pensare che le esplosioni appartengano solo ai secoli passati: è la lavorazione stessa della polvere ad essere pericolosa. In America, nei primi anni '70, una tonante esplosione rase la suolo la fabbrica che Iréné Du Pont aveva fondato quasi due secoli prima. Una nota di colore: un testo inglese del Settecento suggerisce di usare macine azionate da un asino, aggiungendo però che non è proprio necessario stare vicini all'asino. Il sistema delle macine divenne più sicuro dopo l'invenzione dell'altoforno, quando le macine ed il bacino poterono essere realizzati in ghisa; ulteriori perfezionamenti si ebbero con l'introduzione separata dei componenti nel bacino, come nel sistema dei pestelli, e con la costruzione di macine che lavorassero ad una breve distanza, un paio di millimetri, dal fondo del bacino. I componenti, per evitare il sollevamento del polverino e la sua autoaccensione, erano triturati preventivamente e separatamente. Tuttavia il sistema, pur dando una polvere più densa e quindi più potente e costante rispetto a quello dei pestelli, mantenne sempre una maggiore pericolosità. L'ultimo e definitivo perfezionamento nella produzione della polvere fu quello dell'impiego di mulini a biglie, quelli che il Molina definisce botti tritatorie, seguito dalla compressione alla pressa idraulica per ottenere la schiacciata. Il metodo fu poi ancora successivamente perfezionato con il mescolamento binario dei componenti. L'invenzione del metodo delle "botti tritatorie" risale



Associazione Culturale Compagnia di San Martino

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

al 1791, e fu opera di Carny, in Francia, allo scopo di aumentare la produzione della polvere, indispensabile in quell'epoca di guerre e rivoluzioni e non sopperita in quantità sufficiente dai metodi dei pestelli e delle macine. Le botti sono cilindri di ferro disposti orizzontalmente e rotanti sul proprio asse alla velocità di circa 20-22 giri al minuto, che all'interno presentano otto costolature di ferro dell'altezza di circa 4 centimetri. Le materie prime, preventivamente macinate in un frantoio, vengono immesse all'interno, e la macinazione è compiuta da biglie di bronzo fosforoso, del diametro di circa 20 millimetri, che vengono immesse nella botte nella proporzione di circa 300 chilogrammi di biglie per ogni metro cubo di capacità. Le materie prime vengono immesse nelle botti a due a due: in una vengono macinati insieme nitro e carbone, e nella seconda zolfo e carbone. La durata della macinazione era di dodici ore. Per la verità all'inizio le botti erano tre, ciascuna delle quali macinava un singolo componente, ma si trovò che i composti binari fornivano una polvere migliore. L'unica variante nota, nella seconda metà dell'Ottocento, era il metodo tedesco di macinare il carbone da solo, mentre nella seconda botte si univano zolfo e nitro. Naturalmente era importante far sì che ciascuna botte macinasse sempre lo stesso tipo di composto. Al termine della triturazione, i prodotti ottenuti, chiamati farine binarie, erano riposti in magazzini separati finché non si raffreddassero, ed infine caricati nelle botti ternarie. Queste ultime avevano grosso modo lo stesso tipo di struttura delle binarie, ma erano costruite in legno e cerchiare di cuoio. Anche l'albero, che attraversava la botte per tutta la sua lunghezza, era ricoperto di legno. Il compito delle botti ternarie era quello di mescolare intimamente tutti e tre i componenti, e ciò avveniva nei primi tempi con l'uso di biglie di bronzo più piccole (7-10 mm di diametro) di quelle usate nelle binarie. In tempi successivi si passò all'uso di palle di legno duro, del diametro di 8-10 centimetri, che provvedevano a sfollare la massa e miglioravano la resa. Le farine binarie, setacciate per liberarle da eventuali re-sidui legnosi non completamente carbonizzati e da eventuali frammenti delle biglie di bronzo, erano caricate nelle botti ternarie nella misura di circa 125 chilogrammi per metro cubo di capacità, e venivano mescolate a secco per sei ore alla velocità di rotazione della botte di 12-14 giri al minuto. Dopo un ulteriore setacciamento, le farine ternarie venivano trasportate nei locali di bagnatura. Qui venivano stese su tavoloni con sponde, simili a vaste madie, dove i 125 chili di prodotto della botte ternaria (un metro cubo era la capacità tipica di quest'ultima), venivano innaffiati con una quantità d'acqua distillata variabile in estate tra 2,1 e 3,3 ed in inverno tra 1,8 e 3,1 litri, in funzione dell'umidità dell'aria rilevata con psicrometro di August. Le farine bagnate erano rimosse in lungo e in largo con rastrelli di legno, quindi accumulate nel minor spazio possibile e lasciate riposare per mezz'ora finché assumessero un grado omogeneo di umidità. Dopo questo tempo, erano ripassate accuratamente con una spatola di legno, per eliminare tutti i grumi, e portate alla pressa idraulica per ottenere la schiacciata. Quest'ultima, dello spessore di circa 5 millimetri, era ottenuta allestendo parecchi strati di farine ternarie umide, separati tra loro da fogli di



Associazione Culturale Compagnia di San Martino

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

rame, e sottoponendo il tutto all'azione della pressa. In tempi successivi ai fogli di rame vennero sostituiti fogli di ebanite, che davano alle schiacciate una superficie migliore.

Si discostavano da questo metodo solo la Russia e la Francia. In Russia le farine non venivano preventivamente bagnate ma erano attraversate, durante la compressione, da una corrente di vapore a 120 gradi. Era un tentativo di migliorare la conservabilità delle polveri, ma non risulta che abbia dato buoni risultati. In Francia, e forse anche in qualche altro piccolo stato europeo, le farine inumidite venivano laminate, cioè fatte passare, per mezzo di una tela continua, tra due cilindri che le comprimevano, con un procedimento simile a quello della fabbricazione della carta. Anche questo sistema non pare che avesse vantaggi particolari rispetto a quello della pressa idraulica. Il sistema delle botti binarie era indiscutibilmente superiore sia a quello primitivo dei pestelli che a quello delle macine, e consentiva di ottenere, rispetto a quelli, una miscela più omogenea ed una maggior densità delle polveri. La densità era anche molto più costante, con grande vantaggio nella regolarità dei tiri, in particolare per le grosse artiglierie. Tuttavia, verso la fine dell'Ottocento, si fecero esperimenti che comportavano un parziale ritorno all'antico. La bagnatura delle farine ternarie era un'operazione complessa e costosa, perché, come abbiamo visto, richiedeva molto lavoro. Si pensò quindi di inviare le farine binarie alle macine, dove venivano mescolate inumidendole durante la macinazione. IL composto così ottenuto veniva poi inviato alle presse idrauliche, o al laminatoio. Il metodo era più spedito e dava una miglior miscela degli ingredienti, fornendo, per le polveri da cannone, un prodotto decisamente migliore. Tuttavia questo metodo misto non forniva migliori polveri per l'uso nei fucili o in miniera, e non divenne mai diffuso, anche perché entro brevissimo tempo dalla sua messa a punto vennero inventate le polveri senza fumo. Le schiacciate - comunque ottenute - dovevano essere granulate. Non sappiamo esattamente da chi ed in quale epoca sia stato ideato il primo sistema di granulazione conosciuto. I primi impieghi della polvere nera avvennero per certo allo stato di polverino, con problemi di trasporto perché sui carri i tre componenti tendevano a separarsi per gravità essendo di densità diverse. Tuttavia, già nel 1445 si granulavano le polveri per le artiglierie, perché un manoscritto dell'epoca dice che le polveri erano lavorate con i pestelli e confezionate in forma di pallottole, aggiungendo che tali polveri avevano una maggior forza di quelle usuali. A partire da quell'epoca, comunque, tutte le opere che trattano della polvere nera la descrivono in grani più o meno minuti, in funzione dell'impiego e della vivacità richiesti. Non sappiamo esattamente chi inventò la granulazione, ma è certo che, almeno da alcuni, veniva già praticata nel 1445. Infatti un manoscritto dell'epoca dice che le polveri erano lavorate con i pestelli, e quindi confezionate in forma di pallottole, aggiungendo che queste polveri avevano maggior potenzialità di quelle utilizzate allo stato di polverino. E' possibile comunque che la scoperta sia avvenuta per caso: se una certa quantità di polvere fosse stata bagnata, ad esempio dalla pioggia, e poi fatta seccare al sole, si sarebbero formati dei grumi durissimi che avrebbero suggerito l'idea. La polvere granulata, oltre a consentire la



Associazione Culturale Compagnia di San Martino

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

regolazione della vivacità in funzione della dimensione dei grani, non si separava nei suoi tre componenti durante il trasporto. La polvere, inizialmente, veniva granulata rompendo con un mazzuolo di legno le schiacciate che provenivano, ancora umide, dai pestelli; e forzandole a mano attraverso opportuni setacci.

L'importanza di una buona e regolare granulazione venne compresa quasi subito, e quindi si cercò ben presto di sostituire il metodo manuale con qualcosa di più automatico, che garantisse un prodotto più costante. Il sistema più antico, adatto alle polveri ottenute con i pestelli, fu il granitoio francese. Era costituito da parecchie serie di tre setacci sovrapposti e solidali tra loro, messi in moto da un albero a gomito che imprimeva un movimento circolare. Nel setaccio superiore veniva posta la schiacciata frantumata dai mazzuoli, coperta da un pesante disco di legno che aveva la funzione di spingerla attraverso la tela di fondo e di frantumarla ulteriormente. Il secondo setaccio era collegato a quello superiore da un canale che partiva dalla sua periferia ed era orientato in senso opposto al movimento circolare. I pezzi troppo grossi per passare attraverso la rete erano così riportati, per forza centrifuga, sotto il disco frantumatore che li sminuzzava ulteriormente. L'introduzione delle botti tritatorie nel metodo di lavorazione suggerì di utilizzare un sistema simile anche per la granulazione. Le prime botti-granitoio erano identiche a quelle tritatorie, ma con le pareti laterali costituite da una tela metallica, di bronzo, attraverso cui usciva la polvere, che veniva sminuzzata da pesanti sfere di legno duro introdotte all'interno insieme alla schiacciata. Il sistema venne perfezionato ben presto utilizzando, per la periferia della botte, due tele metalliche di differente finezza disposte a breve distanza tra loro. Un canale simile a quello esistente tra il secondo ed il primo setaccio del granitoio francese riportava all'interno della botte le parti di schiacciata troppo grosse per passare attraverso la seconda tela, perché venissero ulteriormente frantumate dalle sfere di legno. Un miglioramento del sistema, introdotto nel 1795, è la botte Champy. Questa si basa sulla proprietà che hanno le farine ternarie di agglomerarsi in pallottole quando vengano sufficientemente agitate allo stato umido. Nella botte venivano introdotti dei granelli di polverino ed una certa quantità di farine ternarie.

Messa in movimento la macchina, sulle farine veniva spruzzata acqua, ed allorché le farine della carica iniziale erano giunte al voluto grado di umidità, ed avevano iniziato a raggrupparsi intorno ai nuclei di polverino della carica iniziale, si aggiungevano altre farine, finché le pallottole di polvere che si stavano formando avessero raggiunto il diametro voluto. La botte veniva quindi svuotata ed il contenuto inviato ai setacci, per separare le varie graniture ottenute. Naturalmente, per via della bassa densità delle pallottole di polvere così ottenute, esse erano idonee solo all'impiego per cariche di mina di qualità inferiore. La botte Champy aveva peraltro il vantaggio di poter lavorare direttamente, e senza pericolo di esplosione, le polveri impalpabili provenienti da altre lavorazioni, per cui rimase in uso a lungo. Il sistema più moderno fu comunque quello del granitoio a cilindri, inventato dal colonnello inglese Congrave nel 1819. Questo consta di tre coppie di cilindri. La prima



Associazione Culturale Compagnia di San Martino

via Madonna della Scala 87 47020 Rimini - +39.0541.56631

presenta delle piramidi dell'altezza di circa un centimetro, disposte in modo tale che le sporgenze di un cilindro si accoppino agli incavi dell'altro. La seconda coppia è simile, ma con piramidi dell'altezza di tre millimetri, e la terza coppia è liscia. I cilindri possono essere accostati o allontanati tra loro della misura voluta. Le tre coppie sono disposte dall'alto verso il basso, un po' sfalsate, e sotto le prime due vi è un setaccio vibrante, inclinato, lungo il quale le parti insufficientemente granulate scorrono verso la successiva coppia di cilindri. Al granitoio a cilindri vengono inviate le schiacciate già essicate preventivamente, dopo una stagionatura di circa otto giorni.

La polvere che se ne ottiene ha la tipica forma in scagliette lamellari. L'essiccazione delle schiacciate poteva avvenire sia naturalmente, esponendole all'aria ed all'azione diretta del sole, sia artificialmente. In quest'ultimo caso essa è data da una corrente di aria calda, prodotta da una caldaia a vapore che - annota il Molina - doveva essere lontana almeno cento metri da quella che egli definisce la parte esplosiva dello stabilimento. Il vapore, condotto da lunghi tubi, circolava in una serpentina di rame, ed un apposito ventilatore forzava l'aria attraverso la serpentina e la inviava calda ai locali di essicamento. Altri sistemi sperimentati furono quello dell'essiccazione ad aria fredda, fatta preventivamente passare attraverso strati di cloruro di calcio o di calce viva per deumidificarla, e l'essiccazione a vuoto, sotto una campana pneumatica. Quest'ultimo metodo tuttavia, pur dando ottimi risultati, risultò troppo costoso. L'essiccazione e la granitura non erano comunque l'ultimo passaggio di lavorazione prima del confezionamento. La polvere granulata ha la superficie ruvida al tatto, ed è di forma irregolare, con spigoli vivi, friabile e porosa. La lisciatura della polvere granulata, levigando la superficie e turando i pori, ne diminuisce l'igroscopicità e ne impedisce la decomposizione in polveraccio impalpabile. L'aggiunta di grafite durante la lisciatura, che avveniva in grandi buratti, dava una particolare lucentezza ai grani di polvere e la rendeva poco igroscopica, pronta per il confezionamento e la spedizione. Questo è stato, fino all'epoca dei nostri bisnonni, il metodo, continuamente aggiornato, per produrre l'unico propellente noto: la polvere da sparo.

Marco Baiocchi