Eserciti ed armamenti nel mondo

a cura di Giancarlo Buccella

"La guerra non determina chi ha ragione, ma solo chi resta." (*Bertrand Russell)*

"Non so con quali armi si combatterà la Terza guerra mondiale,
ma la Quarta sarà combattuta con bastoni e pietre." *(Albert Einstein)*

La tendenza ad armarsi e combattere risale alla preistoria, molto prima che esistessero gli "stati" in senso moderno. Se ci si pensa, le prime "armi" non erano altro che strumenti di caccia riadattati: lance, bastoni, pietre scheggiate. Poi, via via, gli esseri umani hanno imparato a produrre strumenti sempre più efficaci, e non solo per difendersi dagli animali, ma anche per affrontare altri gruppi umani**.**

I motivi erano già simili a quelli di oggi:

Risorse: caccia, territori di pascolo, accesso all'acqua. In un mondo di scarsità, combattere era spesso questione di sopravvivenza.

Sicurezza**:** difendere il proprio clan da incursioni di altri.

Prestigio e potere personale: il guerriero abile o il capo che guidava con successo un conflitto guadagnava status.

Identità di gruppo: la guerra cementava l'unità interna (noi contro loro).

Poi, con l'agricoltura e le prime civiltà, le armi e le guerre si sono fatte più organizzate: eserciti, mura, fortificazioni, strategie. Dall'Età del Bronzo in poi, l'armamento è diventato anche un modo per mostrare ricchezza e sviluppo tecnologico (pensiamo ai carri da guerra o alle spade di ferro).

In fondo, si potrebbe dire che la storia dell'umanità è anche la storia delle sue armi: dall'ascia di pietra all'atomica. Eccone un breve resoconto.

Età della pietra (dalla comparsa dell'uomo, circa 2 milioni di anni fa a circa il 5000 a.C.).

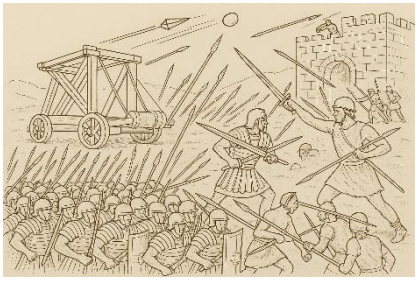
All'inizio, nella preistoria, le prime armi non erano altro che pietre affilate, bastoni e lance di legno. Servivano per cacciare, ma ben presto furono usate anche contro altri gruppi umani: la lotta era per l'acqua, i territori di caccia, la sopravvivenza stessa.

Età del rame (5000 – 3000 a.C.).

Venivano usate spade corte, pugnali e lance, ma il rame è morbido, quindi tendeva a piegarsi o rompersi facilmente. Anche archi e frecce venivano impiegati, soprattutto per raid o difesa a distanza. Clave e bastoni erano altresì strumenti semplici ma efficaci, soprattutto nelle comunità più piccole.

Età del Bronzo (dal 3000 al 1200 a.C.), l'uomo scoprì come fondere i metalli e nacquero le prime spade e pugnali resistenti. I carri da guerra comparvero nelle pianure del Medio Oriente e cambiarono completamente il modo di combattere: la guerra diventava organizzata, non più solo uno scontro caotico.

Età del Ferro (dal 1200 a.C. al 500 a.C.), in cui le armi si fecero più solide e affilate. Le legioni romane, con disciplina e organizzazione, imposero il loro dominio su gran parte del mondo conosciuto. Qui la guerra era ormai parte integrante dello Stato, strumento di conquista e di potere.



Età Antica (dal 500 al a.C. al 476 d.C.)

La guerra diventa qualcosa di organizzato, tecnico, molto diversa dalle scaramucce dell'età del rame o del bronzo. Le guerre si decidevano spesso in scontri diretti tra eserciti schierati in campo aperto. Si usavano formazioni militari ben precise (falange greca, legioni romane, ecc.), dove la disciplina contava più del singolo eroe. Si usavano torri d'assedio, arieti, catapulte, trabucchi rudimentali. Gli scontri avvengono anche con le navi, importanti soprattutto per Greci, Cartaginesi e Romani. Le navi da guerra (triremi, quinqueremi) erano dotate di rostro per speronare le imbarcazioni nemiche.

Medioevo (dal 476 al 1492), lo scenario cambiò ancora: cavalieri corazzati lanciati al galoppo, castelli che dominavano le campagne e guerre d'assedio che potevano durare mesi. L'arco lungo inglese e la balestra segnarono una svolta, capaci di abbattere anche i più temuti cavalieri. Intorno alla fine del 1200 arrivò dall'Oriente una scoperta destinata a rivoluzionare tutto: la polvere da sparo.

Età Moderna, (dal 1492 al 1789)

I castelli non bastavano più: i cannoni li spazzavano via. Nacquero i primi grandi eserciti: non si trattava più solo di contadini arruolati per la guerra; gli stati iniziarono a mantenere soldati stipendiati tutto l'anno. I cannoni divennero parte integrante delle campagne militari, non solo strumenti d'assedio occasionali. Le batterie erano coordinate e supportate da ingegneri e specialisti. Il moschetto sostituì l'arco e i mari si riempirono di galeoni armati di cannoni, trasformando le battaglie navali in scontri titanici. L'Età Moderna vide la nascita degli stati-nazione come principali attori militari, con conflitti su territori, colonie e influenza politica. In pratica, tra il 1492 e il 1789 la guerra si professionalizzò, diventò più tecnologica e richiese organizzazione centrale, segnando il passaggio dal medioevo alla guerra moderna.

Età contemporanea (dal 1789 ad oggi).

Nell'Ottocento, la rivoluzione industriale portò la produzione in serie di fucili e cannoni moderni. Le mitragliatrici comparvero sui campi di battaglia e l'idea stessa di guerra cambiò: non era più fatta solo da soldati, ma coinvolgeva intere nazioni, industrie e popolazioni. Ora un esercito poteva equipaggiare migliaia di soldati con fucili a ripetizione, mitragliatrici e cannoni, tutti identici e più affidabili. L'aumento della precisione e della rapidità di fuoco rese i conflitti molto più sanguinosi; le trincee e le fortificazioni improvvisate divennero necessarie. Ferrovie e navi a vapore permisero di spostare truppe e rifornimenti più velocemente, trasformando guerre locali in conflitti su scala nazionale o addirittura continentale.

Il Novecento è il secolo delle guerre mondiali. La Prima introdusse le trincee, i carri armati, i gas tossici e l'aviazione militare. La Seconda vide un salto tecnologico ancora più grande: bombardieri, portaerei, radar, armi automatiche, fino al punto più estremo con la bomba atomica su Hiroshima e Nagasaki. Dopo il 1945, la Guerra Fredda non si combatté mai apertamente tra le superpotenze, ma scatenò una corsa agli armamenti nucleari e spaziali senza precedenti.

Oggi, nel ventunesimo secolo, la guerra ha preso una dimensione nuova. I droni sorvolano i cieli senza pilota, i computer diventano armi invisibili per il cyberwarfare, i missili guidati colpiscono bersagli con precisione chirurgica. Lo spazio e il cyberspazio sono i nuovi campi di battaglia, mentre i conflitti non sono più solo tra stati, ma anche contro reti terroristiche e gruppi armati irregolari.

Se la guardiamo la questione in chiave religiosa e simbolica, la guerra nasce dal cuore umano segnato dal peccato originale, cioè da quella ferita interiore che porta l'uomo a desiderare potere, dominio, sopraffazione. In questa prospettiva non sono tanto le armi a causare la guerra, ma i desideri distorti che si annidano dentro di noi: invidia, paura, orgoglio, avidità. Le armi diventano solo strumenti nelle mani di passioni già violente.

Anche la Bibbia, già nelle prime pagine, racconta la violenza come frutto del peccato: Caino che uccide Abele, la torre di Babele costruita per superbia, i popoli che si scontrano e si dividono.

Ad uno sguardo razionale è evidente che è come se l'umanità avesse "un difetto congenito" un "qualche cosa" che produce situazioni e fatti di male anziché di bene, perché bisogna pur ammettere che è insito nel cuore (o coscienza che dir si voglia) un criterio che giudica le sue azioni e in definitiva, tutto quello che accade, avendo come due fari: il Bene ed il Male. Ognuno capisce ad esempio che sfamare un bisognoso è un atto di bene, mentre non sfamarlo è un atto di male. Vivere in pace ed armonia fra tutti i popoli è un bene, farsi la guerra ed uccidersi a vicenda è (oltre che irrazionale) un male.

Questo "difetto congenito" per un cattolico ha un nome: peccato originale. È come se la guerra, ed il male in generale, fossero inscritti nella storia umana fin dall'inizio, non come destino inevitabile, ma come conseguenza di un cuore che, sedotto dal diavolo, si è staccato da Dio e dall'armonia originaria

Da un punto di vista più laico e psicologico, potremmo dire che la guerra nasce dai lati oscuri dell'essere umano: la paura dell'altro, la sete di controllo, la difficoltà a vivere in pace e in equilibrio con gli altri. Il "peccato originale", tradotto in termini moderni, può essere visto come quella inclinazione interiore che ci porta a scegliere l'egoismo invece della cooperazione, del dialogo, della solidarietà.

Considerazione sulla situazione morale attuale

Viviamo in un'epoca di profonda contraddizione quando si tratta di guerra. Da un lato, la coscienza morale collettiva si è evoluta a tal punto da considerare il conflitto armato un fallimento etico e un inaccettabile spreco di vite umane. Dall'altro, continuiamo ad assistere a una corsa agli armamenti quasi rassegnata, giustificata da una logica pragmatica di sicurezza e deterrenza. Questa analisi cattura perfettamente il paradosso centrale del nostro tempo: rifiutiamo la guerra in linea di principio, ma la accettiamo come una possibilità concreta, un "male necessario" nel complesso scacchiere delle relazioni internazionali.

In passato, la guerra poteva essere ammantata di un'aura di eroismo e gloria, uno strumento quasi naturale per forgiare nazioni e affermare il proprio dominio. Oggi, quell'immagine è stata frantumata dalla brutalità delle immagini che i media diffondono in tempo reale. Le città ridotte in macerie, i volti dei civili e le colonne di profughi hanno spogliato la guerra di ogni romanticismo, mostrandola per quello che è: una catastrofe umanitaria. Questa esposizione diretta rende palese la sproporzione tra gli obiettivi geopolitici e il prezzo insopportabile pagato dalla popolazione.

Tuttavia, il ruolo dei media è ambivalente. Se da una parte alimentano la condanna morale, dall'altra possono diventare potenti strumenti di "information warfare". La propaganda, la disinformazione e le narrazioni volte a demonizzare il nemico possono manipolare l'opinione pubblica, rendendo un conflitto non solo accettabile, ma persino desiderabile agli occhi di alcuni.

Nonostante la diffusa avversione, la logica della "pace attraverso la forza" continua a dominare le strategie di molte nazioni. Gli Stati si sentono in dovere di armarsi per difendere la propria sovranità, proteggere i propri interessi e mantenere un equilibrio di potere che, paradossalmente, dovrebbe prevenire conflitti su larga scala.

Questa visione è sostenuta da dati concreti: la spesa militare globale ha raggiunto livelli record, con un aumento registrato in tutte le principali aree geografiche. Nel 2023, ha toccato la cifra storica di 2.000 miliardi di dollari, segnando il nono anno consecutivo di crescita. Questo dimostra che, al di là delle dichiarazioni di principio, il mondo continua a investire massicciamente negli strumenti di distruzione, mosso da una logica di realismo politico che vede la forza militare come garanzia ultima di sicurezza.

In questo scenario, la diplomazia e la cooperazione internazionale vengono invocate come l'unica vera alternativa alla violenza. Tuttavia, la loro efficacia appare spesso limitata di fronte a crisi profonde e a un crescente multipolarismo che rende più difficile il raggiungimento di un consenso. Sebbene vi siano sforzi continui per prevenire e risolvere i conflitti attraverso il dialogo, il "fallimento" della diplomazia è un'accusa che risuona frequentemente quando le armi prendono il sopravvento.

Nella tabella seguente viene mostrato lo stato degli armamenti nel mondo, (riferito al 2024).

Eserciti e armamenti nel mondo

	popolazione (milioni)	personale militare attivo (milioni)	aerei totali	aerei da combattim.	carri armati	navi	testate nucleari	budget (miliardi di dollari)
Usa	330	1,4	13.000	5.700	6.000	400	5.000	990
Russia	150	1,0	4.000	1.500	22.000	350	5.500	149
Cina	1400	2,2	3.000	1.000	13.000	700	500	314
India	1300	1,5	2.000	700	4.000	300	150	88
Giappone	126	0,2	1.500	600	1.000	130		55
Corea del sud	50	0,5	1.600	800	2.600	170		40
Francia	70	0,2	1.200	600	400	100	300	60
Regno Unito	65	0,2	800	300	300	80	200	80
Pakistan	200	0,6	1.600	300	2.200	200	160	7
Brasile	200	1,7	700	200	400	100		30
Italia	60	0,3	800	400	200	150		30
Egitto	100	0,4	1.000	300	2.100	300		4
Turchia	80	0,4	1.000	500	3.000	200		9
Corea del nord	25	1,2					50	4
Israele	9	0,2	350	300	3.500	17	90	17
Totale							12.000	2.200

(Rif. : Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), l'International Institute for Strategic Studies (IISS) e il sito specializzato Global Firepower)

Leggenda:

Personale Militare Attivo: Non include riservisti o forze paramilitari, che possono aumentare significativamente il totale in caso di mobilitazione. Ad esempio, Israele può mobilitare rapidamente centinaia di migliaia di riservisti.

Aerei Totali: Include tutte le tipologie di velivoli in dotazione alle forze armate (caccia, addestratori, trasporti, elicotteri, ecc.).

Aerei da Combattimento: Sottocategoria che include caccia, intercettori e aerei da attacco al suolo.

Carri Armati: Si riferisce principalmente ai carri armati da combattimento (MBT - Main Battle Tanks). Il numero di carri armati operativi per la Russia è una stima difficile a causa delle perdite nel conflitto in corso.

Navi: Il conteggio include tutte le tipologie di assetti navali (portaerei, sottomarini, fregate, corvette, pattugliatori, ecc.). La metodologia di classificazione può variare.

Testate Nucleari: Le cifre sono stime del totale dell'arsenale (testate dispiegate, di riserva e ritirate in attesa di smantellamento), basate principalmente sui dati del SIPRI.

Domanda retorica:

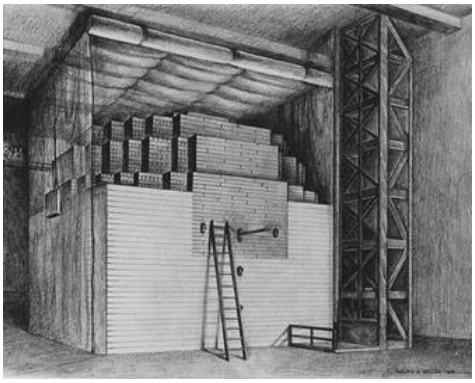
cosa si potrebbe fare con 2200 miliardi di dollari all'anno se venissero spesi anziché per le armi a fin di bene?

Secondo la Banca Mondiale, nel 2023, oltre 700 milioni di persone vivevano con meno di 1,90 USD al giorno, che rappresenta la soglia internazionale di povertà estrema. Questo significa che se si distribuisse equamente 2200 miliardi di dollari fra i 700 milioni di persone che soffre la fame, ciascuno avrebbe 3000 dollari all'anno, cioè circa 8 dollari al giorno. In questo scenario ipotetico il problema della fame sarebbe eliminato.

Le bombe nucleari

Da quando Einstein formulò la sua più famosa equazione($E=mc^2$) gli scienziati iniziarono a interrogarsi se sarebbe stato possibile liberare l'enorme quantità di energia racchiusa nella materia stessa. Per secoli si era pensato all'atomo come a un mattone indivisibile, ma con l'avvento della fisica moderna divenne chiaro che il nucleo custodiva forze immense, di gran lunga superiori a quelle sprigionate dalle reazioni chimiche. Questa intuizione aprì la strada alla ricerca sulla fissione e, in seguito, sulla fusione nucleare: da un lato la possibilità di nuove e potenti fonti di energia, dall'altro il timore della distruzione legata alle armi atomiche.

Mentre in una reazione chimica, la somma delle masse degli atomi nei reagenti è uguale a quella dei prodotti: si tratta, infatti, di una semplice riorganizzazione dei legami elettronici, senza alcuna perdita o guadagno di massa misurabile, in una reazione nucleare, invece, questa uguaglianza non vale. La massa complessiva dei nuclei finali risulta leggermente inferiore rispetto a quella dei nuclei iniziali: la differenza, detta difetto di massa, è la parte che viene convertita in energia secondo la relazione di Einstein $E = mc^2$. È proprio questo fenomeno che rende le reazioni nucleari così potenti: anche una piccola quantità di massa corrisponde a un'enorme quantità di energia. Questo principio è alla base sia della fissione nucleare, in cui nuclei pesanti si spezzano in nuclei più leggeri liberando energia, sia della fusione nucleare, in cui nuclei leggeri si uniscono per formare nuclei più pesanti, con lo stesso straordinario rilascio energetico. Questa nuova e potente forma di energia fu inizialmente considerata per scopi civili, come una possibile fonte inesauribile di elettricità.



Fu Enrico Fermi e il suo gruppo di ricerca che nel 1942, realizzarono la prima reazione nucleare controllata in una pila di grafite a Chicago: un passo che mostrò che era possibile un uso civile di questa fonte di energia (oggi nel mondo vi sono circa 400 centrali atomiche che producono il 10% dell'energia elettrica).

Prima Pila atomica

Tuttavia, con l'avvicinarsi e poi l'esplodere della Seconda guerra mondiale, le pressioni politiche e militari spinsero la ricerca verso lo sviluppo di un ordigno nucleare: nacque così la bomba atomica. Questo episodio della storia mostra con grande chiarezza come una scoperta scientifica, frutto del desiderio di conoscenza, possa essere orientata tanto verso il bene dell'umanità quanto verso il male. La scienza, in sé, è neutrale: è l'uso che se ne fa a determinare se diventa strumento di progresso e di vita o di violenza e morte.

Il gruppo di ricercatori impegnati nel Chicago Pile-1

Quando parliamo di armi nucleari, ci riferiamo principalmente a due tipi: la bomba A (a fissione) e la bomba H (a fusione). Entrambe liberano una quantità di energia devastante, ma lo fanno sfruttando due processi opposti del mondo atomico: la divisione e l'unione.

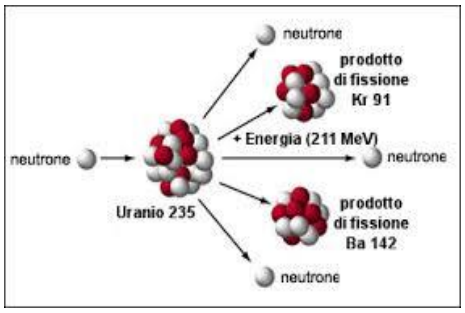
La Bomba A (a fissione): “divide et impera”

La fissione nucleare si innesca quando nuclei di atomi pesanti, tipicamente di uranio-235 o plutonio-239, vengono divisi dall'urto con neutroni. Questi neutroni iniziali possono provenire da una sorgente artificiale, un "innesco", inserita nel cuore del materiale, oppure da neutroni "spontanei" prodotti naturalmente da alcuni isotopi instabili presenti. Una volta che un neutrone colpisce un nucleo, questo si deforma e si frantuma in due nuclei più piccoli, noti come prodotti di fissione, che sono altamente instabili e radioattivi.

Questo processo di scissione rilascia una quantità enorme di energia, molto superiore a quella di qualsiasi reazione chimica, insieme a radiazioni e, crucialmente, a due o tre nuovi neutroni ad alta velocità. L'energia liberata si manifesta principalmente come energia cinetica dei frammenti di fissione e come radiazioni gamma.

È proprio il rilascio di questi nuovi neutroni che alimenta la fase successiva: se la quantità di materiale fissile è sufficiente a raggiungere la cosiddetta "massa critica", i neutroni appena emessi andranno a colpire altri nuclei di uranio-235 o plutonio-239. Ogni collisione riuscita provoca una nuova fissione, liberando a sua volta altra energia e ulteriori neutroni, che a loro volta colpiscono altri nuclei. Si genera così una reazione a catena che cresce in modo esponenziale. Se questo processo non viene controllato, come avviene nelle armi nucleari, l'energia si accumula in una frazione di secondo, portando a una colossale esplosione.

Nel processo di fissione di una bomba A possono avvenire divese reazioni nucleari, eccone alcune:



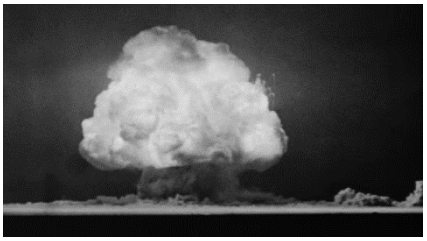
$^{235}U + {}^{1}n \rightarrow {}^{141}Ba + {}^{92}Kr + 3\,{}^{1}n + \text{energia}$

$^{235}U + n \rightarrow {}^{93}Rb + {}^{141}Cs + 2n + \text{energia}$

Nelle reazioni che usano come combustibile l’U^{235} il numero medio di neutroni rilasciati è di circa 2.4, nel caso del P^{239} è di 2.9.

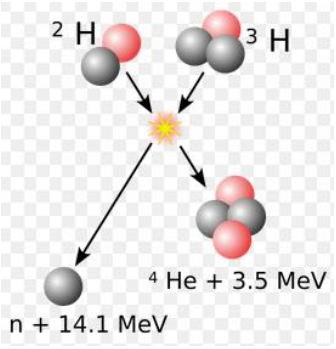
Mediamente l’energia rilasciata dalla fissione di un singolo atomo di U^{235} è di circa 200 MeV

(*) L’elettronvolt (eV) è un’unità di misura dell’energia che viene usata in ambito di fisica atomica, essa è pari all’energia acquistata da una carica elementare (carica dell’elettrone) attraversando una differenza di potenziale di 1 volt.: $1\ eV = 1.6 \cdot 10^{-19}\ J$.



Fotografia della prima esplosione atomica. (Alamogordo, 16 luglio 1945). Si trattò di un test, cui sarebbe seguito l’impiego effettivo su dei civili inermi di Hiroshima e Nagasaki (6 e 9 agosto 1945), causando circa 200000 vittime dirette, mentre le conseguenze indirette colpirono decine di migliaia di altre persone negli anni successivi.

La Bomba H (a fusione): “l'unione fa la forza”



$^{2}H + {}^{3}H \rightarrow {}^{4}He + {}^{1}n$ + Energia (14.1 MeV)

La bomba H, o termonucleare, è molto più complessa e potente. Non si basa sulla divisione, ma sull'unione di atomi, un processo chiamato fusione nucleare. È lo stesso processo che alimenta il nostro Sole. Per funzionare, la bomba H ha bisogno di condizioni estreme: temperature e pressioni simili a quelle che si trovano al centro di una stella. E come si possono creare sulla Terra queste condizioni? La risposta è: facendo esplodere una bomba A. Inoltre, la fusione stessa produce neutroni ad alta energia, che possono contribuire a colpire altri nuclei o a potenziare la fase di fissione circostante

Per l’innesco di una bomba H non occorrono neutroni ma una bomba A. Quando la bomba A esplode, genera per una frazione di secondo il calore e la pressione necessari per costringere gli atomi di idrogeno (in forme speciali chiamate deuterio e trizio) a fondersi tra loro. Quando questi atomi leggerissimi si uniscono per formarne uno più pesante, liberano una quantità di energia spaventosamente superiore a quella della fissione. Se osserviamo le due immagini mostrate si vede che per una singola reazione la fissione produce circa 15 volte più energia rispetto alla reazione di fusione (211 Mev contro 14.1 Mev).

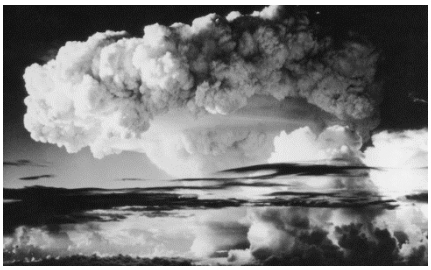
Allora, perché la Bomba H è immensamente più potente? Il segreto non sta nell'energia per singola reazione, ma in due fattori cruciali: l'efficienza per massa e il numero di atomi nel combustibile.

Energia per Unità di Massa (l'efficienza)

Questo è il punto più importante. Dobbiamo guardare a quanta massa viene "usata" per produrre quell'energia. Fissione: L'energia di 200 MeV viene liberata da un nucleo molto pesante, l'Uranio-235, che contiene 235 particelle (protoni e neutroni). Energia per particella: 200 MeV / 235 particelle ≈ 0.85 MeV per particella. Fusione: L'energia di 17.6 MeV viene liberata unendo nuclei leggerissimi: Deuterio (2 particelle) e Trizio (3 particelle), per un totale di 5 particelle.
Energia per particella: 17.6 MeV / 5 particelle ≈ 3.5 MeV per particella.
Conclusione: Ogni singola particella (protone o neutrone) coinvolta in una reazione di fusione è oltre 4 volte più "efficiente" nel produrre energia rispetto a una particella coinvolta nella fissione. Su una base "grammo per grammo" di combustibile, la fusione è molto più potente.

Più Atomi nel Serbatoio

Gli atomi di idrogeno (Deuterio, Trizio) sono estremamente più leggeri degli atomi di Uranio. Questo significa che: in un chilo di combustibile per la fusione ci sono molti, molti più atomi che in un chilo di combustibile per la fissione. Poiché ci sono molti più atomi disponibili per reagire, anche se ogni singola reazione rilascia meno energia, il numero totale di reazioni che avvengono in un dato quantitativo di materiale è talmente superiore da produrre un'esplosione finale enormemente più grande. Per usare un'analogia semplice: la fissione è come far cadere un'unica, gigantesca palla da demolizione contro un muro. La fusione è come sparare contro lo stesso muro milioni di proiettili ad altissima velocità. Ogni singolo proiettile ha meno energia della palla da demolizione, ma la somma totale dell'energia di tutti i proiettili è enormemente superiore e polverizza il muro in modo molto più efficace. Ecco perché la bomba H, pur basandosi su una reazione singola meno energetica, è un'arma di una categoria di potenza completamente diversa.



Fotografia della prima esplosione (test) di una bomba H 1 novembre 1952 - Atollo di Eniwetock,

Dopo la fine della Seconda Guerra Mondiale, al fine di aumentare la conoscenza delle bombe atomiche, vennero eseguiti numerosi test nucleari da parte delle potenze emergenti. Questi esperimenti non avevano soltanto un valore militare immediato, ma rappresentavano anche un'occasione per approfondire gli effetti fisici, chimici e ambientali delle esplosioni nucleari.

Tra il 1945 e il 1963, gli Stati Uniti furono la nazione che condusse il maggior numero di test atmosferici, sia nel Nevada che nelle isole del Pacifico, come le famose operazioni Trinity e Castle. Questi esperimenti permisero di verificare la potenza distruttiva delle bombe, studiare le ricadute radioattive e testare nuove tecnologie di detonazione. Parallelamente, l'Unione Sovietica avviò i propri esperimenti nucleari, a partire dal 1949, nel poligono di Semipalatinsk, in Kazakistan, mentre Regno Unito, Francia e Cina seguirono negli anni successivi, contribuendo alla cosiddetta corsa agli armamenti nucleari.

Gli scienziati coinvolti nei test erano interessati non solo agli aspetti militari, ma anche alle conseguenze sulla salute e sull'ambiente, osservando effetti come le radiazioni ionizzanti, le esplosioni d'onda e l'impatto sulle strutture civili e militari. Tuttavia, le preoccupazioni per la contaminazione ambientale e la diffusione delle radiazioni portarono alla firma del Trattato di Proibizione Parziale dei Test Nucleari (1963), che vietava gli esperimenti atmosferici, nello spazio e sott'acqua, spingendo le potenze a condurre la maggior parte dei test in ambienti sotterranei.

I test nucleari sotterranei non furono mai completamente vietati come categoria a sé stante, ma furono regolamentati da trattati successivi. Ecco la sequenza principale:

1. 1963 – Trattato di Proibizione Parziale dei Test Nucleari (PTBT): vietava i test atmosferici, nello spazio e sott'acqua, ma consentiva quelli sotterranei.

2. 1996 – Trattato di Proibizione Completa dei Test Nucleari (CTBT): vieta tutti i test nucleari, inclusi quelli sotterranei, ma il trattato non è ancora entrato in vigore completamente perché alcuni stati chiave non lo hanno ratificato. Infatti, la corea del Nord dal 2006 al 2017 ha eseguito diversi test atomici sotterranei.

Eco un quadro dei Test nucleari atmosferici:

- USA: tra il 1945 e il 1963, oltre 200 test in aria nel Nevada e nel Pacifico.
- URSS: tra il 1949 e il 1963, oltre 120 test in ariai nel Kazakistan (Semipalatinsk) e nell'Artico.
- Altri paesi: Regno Unito, Francia, Cina fecero anche test in aria tra gli anni '50 e '70.

A tutt'oggi le misurazioni radiochimiche mostrano che sono ancora presenti in aria e nel suolo tracce, non significative dal punto di vista sanitario, di alcuni isotopi (soprattutto Cesio-137) del fallout radioattivo dovuto ai test atomici degli anni '60.

Il termine "bomba nucleare" (o arma nucleare) si riferisce genericamente a qualsiasi dispositivo esplosivo che sfrutta reazioni nucleari controllate, quali la fissione e/o la fusione, per rilasciare una quantità estremamente elevata di energia in un intervallo temporale molto breve. La potenza esplosiva di tali ordigni viene espressa in kiloton (kT), dove 1 kiloton corrisponde all'energia liberata dall'esplosione di mille tonnellate di tritolo equivalente (TNT).

- La potenza delle armi nucleari viene misurata in kilotoni (kt):

  1 kt = mille tonnellate TNT

(Spesso si usa il suo multiplo: il megatone (Mt): 1 Mt = 1000 kt)

Viene fatta la seguente distinzione strategica a secondo del contesto operativo del loro impiego.

Le armi nucleari tattiche sono progettate per un impiego diretto sul campo di battaglia, con l'obiettivo di neutralizzare specifici target militari in aree territorialmente circoscritte. Generalmente presentano una potenza compresa entro un intervallo massimo di 100-200 kiloton e sono caratterizzate da un raggio d'azione limitato;

Le armi nucleari strategiche sono invece sviluppate per colpire obiettivi di rilevanza critica, come basi militari e infrastrutture essenziali. Questi ordigni possiedono una capacità esplosiva variabile da alcune centinaia di kiloton fino a qualche decina di megaton e dispongono di un raggio d'azione esteso che permette di raggiungere bersagli situati a notevoli distanze all'interno del territorio nemico. Tali caratteristiche tecniche qualificano le armi nucleari strategiche come strumenti di deterrenza, finalizzati a dissuadere attacchi nucleari su larga scala mediante la minaccia di una risposta distruttiva e proporzionata

Tipo di arma	Meccanismo	Potenza tipica	Note
Bomba A (fissione)	Fissione di nuclei pesanti (U-235, Pu-239)	0,1–500 kt	Hiroshima - 15 kt; Nagasaki - 21 kt
Bomba H (fusione)	Fissione + fusione di isotopi dell'idrogeno	1–50 Mt	Bomba Zar ≈ 50 Mt; potenze teoriche >50 Mt
Armi nucleari tattiche	Spesso fissione, talvolta mini-H	0,1–50 kt	Progettate per uso su campi di battaglia, non città

La Bomba Zar, fu fatta esplodere sulla baia di Mitjušicha il 30 ottobre 1961

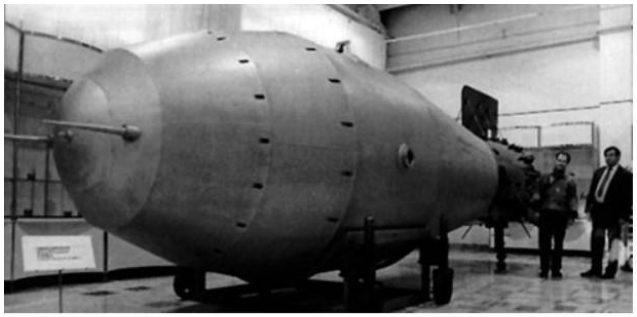


Fig.1 - Bomba Zar (la più grande bomba, sovietica, da 50 Megaton, fatta esplodere con finalità di test

Una chiarificazione terminologica.

Bomba atomica: il termine è storicamente usato, ma tecnicamente poco preciso. Suggerisce genericamente che l'energia venga dall'"atomo", ma tutti i processi chimici coinvolgono atomi, quindi il termine non specifica la reale fonte di energia.

Bomba nucleare: indica chiaramente che l'energia viene dal nucleo dell'atomo, tramite fissione o fusione; è il termine più corretto da usare, anche se mediaticamente si usano entrambe.

Stima sulla potenza totale degli armamenti atomici

A causa della grande variazione di potenza delle testate nucleari, calcolare una potenza totale precisa è quasi impossibile. Tuttavia, alcune stime aggregate sono state proposte.

Considerando che le testate nucleari nel mondo: circa 12.000 e supponendo un rendimento medio stimato per testata di 200 kilotoni si arriva al valore di 2500 Mt.

Potenza complessiva di tutti gli armamenti atomici: circa 2500 Mt

Per dare un'idea di questa cifra:

- Durante la Seconda Guerra Mondiale, la potenza totale di tutte le bombe sganciate (inclusi i due ordigni nucleari) è stata di circa 3 megatoni. L'attuale arsenale nucleare ha quindi una potenza 500 volte superiore.
- L'eruzione del vulcano Krakatoa nel 1883 (uccise circa 36.000 persone, distrusse gran parte dell'isola di Krakatoa, provocò un raffreddamento del clima dovuto alle ceneri nella stratosfera) ha rilasciato un'energia stimata tra i 150 e i 200 megatoni.
- Un singolo missile balistico intercontinentale (ICBM) moderno, equipaggiato con testate multiple (MIRV), può trasportare una potenza distruttiva totale superiore a 1 megatone, quindi tre di questi missili hanno una potenza di fuoco par a quella di tutta la seconda guerra mondiale.

Danni causati dall’esplosione di bombe nucleari

Danni di una bomba da 0.1 kt

Assumendo un'esplosione a terra (surface burst) in un'area urbana, ecco una stima degli effetti suddivisi per raggio dal punto di detonazione (Ground Zero):

1. Palla di Fuoco (Raggio: circa 50 metri)

Nel raggio di circa 50 metri, si forma una palla di fuoco con temperature di milioni di gradi.

Danni: Tutto ciò che si trova in quest'area — persone, edifici, asfalto — viene istantaneamente vaporizzato. Non rimane nulla. La mortalità è del 100%.

2. Onda d'Urto – A:. Distruzione pesante (Raggio: fino a 300 metri), B: Danni moderati (Raggio: fino a 700 metri).

Caso A. La maggior parte degli edifici residenziali e commerciali in cemento armato viene completamente distrutta o subisce danni strutturali così gravi da crollare. La probabilità di sopravvivenza per le persone in quest'area, anche al riparo, è quasi nulla.

Caso B Gli edifici residenziali subiscono danni gravi (tetti scoperchiati, muri portanti crollati). Le persone possono essere ferite gravemente o uccise da detriti volanti o dal crollo delle strutture. La rottura dei vetri è universale e pericolosissima.

3. Radiazione Termica - Ustioni di Terzo Grado (Raggio: fino a 500 metri)

Un intenso impulso di calore viaggia alla velocità della luce.

Danni: Chiunque si trovi all'aperto in questa zona subisce ustioni di terzo grado (le più gravi) sulla pelle esposta. Queste ustioni sono spesso letali se non trattate immediatamente. I materiali infiammabili (legno, tessuti, carburante) prendono fuoco spontaneamente, innescando incendi diffusi in tutta l'area.

5. Radiazione nucleare iniziale - Dose Letale (Raggio: fino a 800 metri)

Questo è uno degli effetti più insidiosi. Un'ondata invisibile di radiazioni (raggi gamma e neutroni) viene emessa nei primi secondi.

Danni: Chiunque si trovi all'aperto in questo raggio riceve una dose di radiazioni (superiore a 500 rem) che è letale nel 50-90% dei casi, con morte che sopraggiunge entro poche settimane per avvelenamento acuto da radiazioni, anche se la persona è sopravvissuta all'onda d'urto e al calore.

6. Fallout Radioattivo (Area variabile)

Poiché l'esplosione avviene a terra, solleva tonnellate di terra e detriti, li rende radioattivi e li proietta nell'atmosfera.

Danni: Questa polvere radioattiva (fallout) ricade a terra, spinta dal vento, contaminando un'area che può estendersi per molti chilometri quadrati sottovento. Questa contaminazione rende l'area inabitabile e pericolosa per giorni, settimane o anche più, causando malattie e morti a lungo termine per chiunque si trovi nella zona contaminata senza protezione.

Scenario Riassuntivo

Immaginiamo che questa bomba esploda in una piazza di una città di medie dimensioni. L'intera piazza e gli edifici circostanti sono vaporizzati. Per 2-3 isolati in ogni direzione, la distruzione è totale. Per un raggio di mezzo chilometro, scoppiano incendi ovunque e chiunque sia all'aperto subisce ustioni mortali. Fino a quasi un chilometro di distanza, chi è all'aperto muore per le radiazioni, anche senza essere toccato dall'esplosione. Una nube di fallout radioattivo si sposta con il vento, minacciando le aree vicine. In conclusione, anche se classificata come "mini", un'arma nucleare da 0.1 kt è un'arma di distruzione di massa capace di cancellare un piccolo quartiere, uccidendo istantaneamente migliaia di persone e rendendo inabitabile un'area molto più vasta. Non è in alcun modo paragonabile a un esplosivo convenzionale.

Danni di una bomba da 50 kt

Ecco la sequenza catastrofica degli eventi, suddivisa per raggio dal punto zero (il punto a terra direttamente sotto l'esplosione):

1. Palla di Fuoco (Raggio: 350 metri)

Una sfera di plasma più calda della superficie del Sole si forma istantaneamente nel cielo.

Danni: Tutto ciò che si trova direttamente sotto di essa (un'area di quasi 0.4 chilometri quadrati) viene vaporizzato. Edifici, strade, persone: tutto cessa di esistere in una frazione di secondo. La mortalità è del 100%.

2. Onda d'Urto (primaria) - Distruzione Totale (Raggio: fino a 1.2 km)

L'onda d'urto (con sovrapressioni superiori a 20 psi) si propaga con una forza inimmaginabile.

Danni: Anche i più robusti edifici in cemento armato vengono spazzati via o ridotti a scheletri strutturali. Le infrastrutture sotterranee come le metropolitane collassano. La sopravvivenza in quest'area è impossibile.

3. Radiazione Nucleare Iniziale - Dose Letale (Raggio: fino a 2 km)

Un'ondata invisibile e istantanea di raggi gamma e neutroni investe l'area.

Danni: In quest'area, chiunque non fosse già stato ucciso dall'onda d'urto o dal calore riceverebbe comunque una dose di radiazioni (superiore a 500 rem) assolutamente letale. La morte sopraggiungerebbe in un periodo da ore a poche settimane in atroci sofferenze.

4. Onda d'Urto (secondaria) - Distruzione Pesantissima (Raggio: fino a 2.5 km)

L'onda d'urto q queste distanze è ancora devastante (5-10 psi).

Danni: Quasi tutti gli edifici residenziali e commerciali crollano. Le fabbriche e le strutture industriali sono distrutte. Si verificano fatalità di massa a causa del crollo degli edifici e dei detriti proiettati a velocità supersonica.

5. Radiazione Termica - Tempesta di Fuoco (Raggio: fino a 4 km)

L'impulso di calore è così intenso da causare ustioni di terzo grado sulla pelle esposta.

Danni: I vestiti delle persone prendono fuoco. Materiali come legno, plastica, pneumatici e carburante si incendiano spontaneamente. Questi incendi multipli, diffusi su un'area vastissima (circa 50 chilometri quadrati), si unirebbero molto probabilmente per formare una tempesta di fuoco. Questo inferno auto-alimentato consumerebbe tutto l'ossigeno, incenerendo ogni cosa e uccidendo anche chi si fosse rifugiato nei sotterranei per asfissia.

6. Danni Moderati e Feriti Gravi (Raggio: fino a 5 km)

L'onda d'urto è ancora in grado di far crollare i muri delle case e scoperchiare i tetti fino ad una distanza di 5 km.

Danni: La rottura di vetri è universale, proiettando schegge mortali a grande distanza. Le persone subiscono ferite gravissime.

Scenario Riassuntivo

Se una bomba da 50 kt esplodesse sopra il centro di una grande città:

Il cuore della città (un'area di oltre 1 km di diametro) cesserebbe di esistere.

Un'area di circa 5 km di diametro verrebbe completamente rasa al suolo o resa inabitabile.

Un'area di circa 8 km di diametro verrebbe consumata da una tempesta di fuoco inarrestabile.

Le vittime immediate si conterebbero in centinaia di migliaia. Altre decine di migliaia morirebbero nei giorni e nelle settimane successive a causa di ustioni, ferite e avvelenamento acuto da radiazioni. Il sistema sanitario sarebbe annientato, le vie di fuga distrutte. L'area colpita diventerebbe un inferno inimmaginabile di fuoco e radiazioni.

Danni di una bomba da 500 kt

Ecco la sequenza della distruzione, suddivisa per raggio dal punto zero:

1. Palla di Fuoco e Annientamento Totale (Raggio: ~1 km)

Una palla di fuoco accecante, del diametro di quasi 2 km, si espande nel cielo. Il suo lampo sarebbe visibile a centinaia di chilometri di distanza.

Danni: L'area direttamente sottostante non viene semplicemente distrutta; viene cancellata dalla faccia della Terra. Tutto – grattacieli, fondamenta in cemento armato, stazioni della metropolitana, persone – viene istantaneamente vaporizzato, lasciando un paesaggio fuso e irriconoscibile. La mortalità è assoluta.

2. Onda d'Urto (primaria) - Zona di Polverizzazione (Raggio: fino a 3 km)

L'onda di sovrapressione (oltre 20 psi) è così potente da superare la resistenza di qualsiasi struttura costruita dall'uomo.

Danni: In quest'area, non si parla di crolli, ma di polverizzazione. Ponti in acciaio, dighe, edifici massicci vengono fatti a pezzi come fossero di cartone. È una zona di annientamento totale in cui la sopravvivenza è inconcepibile.

3. Tempesta di Fuoco - L'Inferno sulla Terra (Raggio: fino a 7 km)

L'impulso termico è così vasto e intenso che non si limita a innescare incendi: crea una tempesta di fuoco (o firestorm).

Danni: Su un'area di oltre 150 chilometri quadrati, migliaia di incendi si fondono in un unico, gigantesco inferno. Questo fenomeno crea venti propri, con la forza di un uragano, che risucchiano l'ossigeno dall'aria circostante verso il centro della tempesta, alimentando fiamme che raggiungono temperature di oltre 1000°C. Chiunque fosse sopravvissuto all'onda d'urto nei rifugi sotterranei verrebbe ucciso per asfissia o letteralmente cotto vivo. L'area diventa un forno planetario inestinguibile.

4. Radiazione Termica - Ustioni di Terzo Grado (Raggio: fino a 11 km)

Anche a questa enorme distanza, l'impulso di calore è ancora letale.

Danni: Chiunque si trovi all'aperto in questa zona subisce ustioni di terzo grado su tutta la pelle esposta. I materiali infiammabili (alberi, case in legno, automobili) prendono fuoco spontaneamente, estendendo ulteriormente l'area degli incendi.

5. Onda d'Urto (secondaria) - Distruzione Pesante e Crolli (Raggio: fino a 15 km)

L'onda d'urto, sebbene indebolita, ha ancora la forza di un tornado di categoria massima.

Danni: Edifici residenziali, ospedali e scuole vengono sventrati o crollano. Le infrastrutture critiche (centrali elettriche, acquedotti, reti di comunicazione) vengono distrutte. Le fatalità sono ancora

elevatissime. I vetri delle finestre si frantumano fino a 25-30 km di distanza, diventando proiettili mortali.

Scenario Riassuntivo

L'esplosione di una singola testata da 500 kt su una grande capitale europea o americana comporterebbe:

Un'area di quasi 6 km di diametro viene completamente polverizzata.

Un'area di 14 km di diametro è inghiottita da una tempesta di fuoco inestinguibile che consuma tutto l'ossigeno.

Fino a 22 km di diametro (un'area grande quasi quanto una provincia), le persone all'aperto subiscono ustioni mortali e la distruzione è ancora catastrofica.

Danni di una bomba da 1 Mt

Un'esplosione in aria (airburst) a un'altitudine ottimale (circa 2.500 metri) per massimizzare la distruzione di una vasta area urbana produrrebbe effetti su una scala terrificante.

Ecco la sequenza della distruzione, suddivisa per raggio dal punto zero:

1. Palla di Fuoco e Vaporizzazione (Raggio: 1.5 km)

Un sole artificiale, un'accecante palla di fuoco del diametro di quasi 3 km, si espande per diversi secondi, raggiungendo temperature di decine di milioni di gradi.

Danni: L'area sottostante (circa 7 chilometri quadrati) viene istantaneamente vaporizzata. Non si parla di distruzione, ma di sublimazione: acciaio, cemento e roccia vengono trasformati in gas surriscaldato. Il terreno stesso viene scavato, lasciando un cratere fuso e vetrificato. La mortalità è assoluta e istantanea.

2. Onda d'Urto (primaria) - Zona di Annientamento Totale (Raggio: fino a 5 km)

Un'onda di sovrapressione estrema (superiore a 20 psi) si propaga con venti che superano i 1.000 km/h.

Danni: Qualsiasi struttura, inclusi i bunker rinforzati e i grattacieli più massicci, viene disintegrata, strappata dalle fondamenta e polverizzata. Ponti, dighe, autostrade: tutto viene spazzato via. Quest'area, grande quanto una città di medie dimensioni, diventa un deserto piatto di detriti incandescenti e radioattivi. La sopravvivenza è impossibile.

3. Tempesta di Fuoco - L'Incenerimento di una Metropoli (Raggio: fino a 10 km)

L'impulso termico è così vasto e prolungato che innesca una tempesta di fuoco su un'area di oltre 300 chilometri quadrati.

Danni: Decine di migliaia di incendi si fondono in un unico, colossale inferno auto-alimentato. Venti con la forza di un uragano convergono verso il centro, consumando tutto l'ossigeno e trasformando l'intera area metropolitana in un forno. Le temperature al suolo superano quelle della cremazione. Anche i rifugi sotterranei più profondi diventano trappole mortali in cui le persone muoiono per asfissia o vengono letteralmente cotte vive.

4. Radiazione Termica - Ustioni Mortali (Raggio: fino a 15 km)

Anche a questa distanza, il calore è così intenso da essere letale.

Danni: Chiunque si trovi all'aperto e in linea di vista con la palla di fuoco subisce istantaneamente ustioni di terzo grado sull'intera superficie corporea. La pelle e i vestiti prendono fuoco. La carta, le foglie secche e le tende si incendiano spontaneamente, diffondendo ulteriormente il fuoco.

5. Onda d'Urto (secondaria) - Distruzione Catastrofica (Raggio: fino a 20 km)

L'onda d'urto ha ancora la forza di un potente uragano.

Danni: Tutti gli edifici residenziali (case, palazzi) vengono completamente distrutti o resi inabitabili. Fabbriche, ospedali, scuole crollano. Le vittime si contano a centinaia di migliaia a causa dei crolli e dei detriti volanti. La rottura dei vetri causerebbe ferite gravi o letali fino a 40 km di distanza.

Scenario Riassuntivo

L'esplosione di una singola testata da 1 Mt su una capitale come Roma, Parigi o Londra significherebbe: un'area di 10 km di diametro (il centro città e i quartieri circostanti) viene completamente polverizzata e resa irriconoscibile.
Un'area di 20 km di diametro (l'intera area metropolitana) viene divorata da una tempesta di fuoco inestinguibile. Fino a 30 km di diametro, le persone subiscono ustioni mortali e la distruzione è ancora di livello catastrofico.
Le vittime immediate si conterebbero in diversi milioni. La struttura sociale, politica ed economica dell'intera nazione collasserebbe. Non ci sarebbero soccorsi, perché non ci sarebbero più soccorritori. Non ci sarebbero ospedali, perché sarebbero stati distrutti. Le conseguenze a lungo termine, come il fallout radioattivo che contaminerebbe un’area di centinaia di chilometri quadrati provocherebbe altri morti.

Danni di una bomba da 50 Mt

Un'arma del genere non viene usata per distruggere una città, ma per cancellare un'intera regione metropolitana grande quanto un piccolo stato o una provincia, rendendola un deserto radioattivo per secoli.

Ipotizzando un'esplosione in aria (airburst) a un'altitudine ottimale (circa 4 km) per massimizzare la distruzione, gli effetti sarebbero apocalittici e quasi impossibili da immaginare.

Se questo ordigno si facesse esplodere su Roma distruggerebbe tutto tra Civitavecchia e Latina, tanto per dare un'idea di cosa stiamo parlando. Entro il raccordo anulare verrebbe spazzato via tutto, ma i danni devastanti dell'onda d'urto e di calore andrebbero da Civitavecchia a Latina.

Ecco la sequenza della distruzione, su una scala che sfida la comprensione:

1. Palla di Fuoco - La Creazione di un Sole Artificiale (Raggio: ~4.5 km)

Una palla di fuoco di quasi 9 km di diametro si espande nel cielo per oltre un minuto. Sarebbe così luminosa da causare cecità permanente a chiunque la guardasse da centinaia di chilometri di distanza.
Danni: L'intera area di una grande metropoli sottostante (circa 60 chilometri quadrati) viene istantaneamente vaporizzata. Non solo gli edifici, ma il terreno stesso viene fuso in un cratere di roccia vetrificata e incandescente. L'annientamento è totale e assoluto.
2. Onda d'Urto - Disintegrazione Regionale (Raggio: fino a 15 km)
L'onda di sovrapressione è così estrema che non si limita a distruggere, ma disintegra ogni cosa.
Danni: In un'area vasta quanto una provincia (oltre 700 chilometri quadrati), ogni struttura umana — grattacieli, ponti, dighe, bunker sotterranei — viene polverizzata. Venti a velocità multi-supersonica spazzano via ogni detrito, lasciando un paesaggio piatto, fuso e irriconoscibile. La sopravvivenza è impossibile.
3. Tempesta di Fuoco - L'Incenerimento di una Nazione (Raggio: fino a 35 km)
L'impulso termico è così immenso e prolungato che innesca una mega-tempesta di fuoco su un'area di quasi 4.000 chilometri quadrati.
Danni: Quest'area, grande quanto una piccola nazione europea, viene trasformata in un unico, inarrestabile inferno. La tempesta di fuoco crea un proprio sistema meteorologico, con venti della forza di un tornado che convergono al centro, consumando tutto l'ossigeno e incenerendo ogni cosa, organica e inorganica. L'atmosfera stessa brucia.
4. Radiazione Termica - Ustioni Mortali a Distanze Incredibili (Raggio: fino a 70 km)
Il calore sprigionato è così intenso che le persone subiscono ustioni di terzo grado, mortali, a una distanza incredibile.

Danni: Chiunque si trovi all'aperto in un raggio di 70 km e in linea di vista con l'esplosione, verrebbe istantaneamente incenerito o subirebbe ustioni mortali. Foreste, città e campi prenderebbero fuoco spontaneamente, estendendo ulteriormente l'apocalisse di fuoco.

5. Conseguenze a Scala Continentale e Globale

Gli effetti di un'esplosione del genere non sarebbero più locali:
Onda d'Urto Globale: L'onda d'urto atmosferica sarebbe così potente da fare il giro del mondo più volte (quella della Bomba Zar fu registrata mentre faceva 3 giri completi del pianeta). Potrebbe frantumare vetri a 1.000 km di distanza.

Fallout Globale: La gigantesca nube a fungo raggiungerebbe la stratosfera (oltre 60 km di altezza), iniettando tonnellate di materiale radioattivo che verrebbe poi distribuito dalle correnti a getto su tutto l'emisfero, contaminando suolo e acqua a livello globale per decenni.

Impulso Elettromagnetico (EMP): Un EMP devastante potrebbe friggere le reti elettriche e i dispositivi elettronici non schermati su un'area grande quanto un intero continente.

Inverno Nucleare: Un'esplosione di questa portata (specialmente se parte di un conflitto più ampio) getterebbe così tanta polvere e fuliggine nella stratosfera da oscurare la luce del sole, causando un drastico calo delle temperature globali, il collasso dell'agricoltura e una potenziale estinzione di massa.

Si tenga presente che i missili balistici intercontinentali (ICBM) possono trasportare testate nucleari di potenza estremamente variabile, ma generalmente elevate intorno a 1 Mt.

" Il fatto che non esista un limite alla capacità distruttiva di questa arma rende la sua stessa esistenza e la capacità di costruirla un pericolo per l'umanità intera. E' inevitabilmente un ordigno diabolico, sotto qualunque aspetto lo si consideri. Per questa ragione, noi crediamo che sia importante per il Presidente degli Stati Uniti dire all'opinione pubblica americana e al mondo di ritenere che sia sbagliato, per fondamentali principi etici, iniziare lo sviluppo di una simile arma"

Enrico Fermi, Isaac Rabi (ottobre 1949)

Test nucleare da 14 kt in Nevada, ottobre 1951.

Le bombe atomiche possono distruggere la Terra?

La Terra in quanto pianeta non potrebbe essere distrutto neanche se tutti i paesi facessero esplodere tutte le bombe presenti nei loro arsenali.

L’effetto delle esplosioni di tutte le bombe atomiche sulla Terra, dunque, non potrebbero causare tecnicamente una distruzione del pianeta mentre discorso diverso si dovrebbe fare per la sopravvivenza dell'uomo e degli altri esseri viventi:

L'esplosione simultanea di tutte le armi atomiche presenti sulla Terra scatenerebbe una catastrofe di proporzioni inimmaginabili, alterando drasticamente il pianeta e mettendo a rischio la sopravvivenza di innumerevoli specie, compresa quella umana. Sebbene l'estinzione totale della vita sia considerata improbabile da molti scienziati, la civiltà moderna verrebbe annientata e il mondo come lo conosciamo cesserebbe di esistere.

Attualmente, si stima che esistano circa 12.000 testate nucleari nel mondo. La stragrande maggioranza di queste, quasi il 90%, appartiene a Russia e Stati Uniti. Sebbene il numero totale di armi nucleari sia diminuito rispetto al picco della Guerra Fredda, la potenza distruttiva dell'arsenale odierno è immensa.

Le Conseguenze Immediate: Fuoco e Radiazioni

L'esplosione di migliaia di testate nucleari innescherebbe una serie di eventi catastrofici immediati:

Onde d'urto e calore: ogni esplosione genererebbe un'intensa palla di fuoco, con temperature paragonabili a quelle del nucleo del Sole, incenerendo istantaneamente ogni forma di vita e struttura nel raggio di chilometri. L'onda d'urto che ne seguirebbe spazzerebbe via edifici e tutto ciò che si trova sul suo cammino.

Radiazioni ionizzanti: Un'ondata letale di radiazioni verrebbe rilasciata, causando la morte quasi istantanea di chiunque si trovi nelle immediate vicinanze dell'esplosione.

Impulso elettromagnetico (EMP): Le detonazioni ad alta quota produrrebbero un potente impulso elettromagnetico in grado di distruggere le reti elettriche e le comunicazioni su vasta scala, facendo precipitare le società superstiti in un'era pre-tecnologica.

Se anche solo una frazione dell'arsenale globale venisse utilizzata, centinaia di milioni, se non miliardi, di persone morirebbero quasi istantaneamente a causa degli effetti diretti delle esplosioni.

Le Conseguenze a Lungo Termine: inverno nucleare e Fallout radioattivo

Gli effetti a lungo termine sarebbero altrettanto, se non più, devastanti:

Inverno nucleare: le immense quantità di fumo e fuliggine generate dagli incendi delle città e delle foreste verrebbero iniettate nella stratosfera. Questa cappa di particelle oscurerebbe la luce del sole per anni, provocando un drastico calo delle temperature globali, un fenomeno noto come "inverno nucleare". Le temperature medie sulla Terra potrebbero scendere di diversi gradi Celsius, portando a una nuova era glaciale.

Fallout radioattivo: Le particelle radioattive sollevate dalle esplosioni ricadrebbero sulla Terra per giorni, settimane e mesi, contaminando suolo, acqua e catena alimentare a livello globale. Questa "pioggia di morte" causerebbe malattie da radiazioni, cancro e difetti genetici nelle popolazioni superstiti e negli ecosistemi per decenni.

Distruzione dello strato di ozono: La fuliggine nella stratosfera non solo bloccherebbe la luce solare, ma danneggerebbe anche lo strato di ozono che protegge la Terra dalle dannose radiazioni ultraviolette (UV) del Sole.

La Sopravvivenza della Vita

In uno scenario così apocalittico, la domanda sulla sopravvivenza della vita diventa cruciale.

Vita umana: Miliardi di persone morirebbero a causa degli effetti immediati e a breve termine. I sopravvissuti si troverebbero ad affrontare un mondo devastato, senza infrastrutture, con temperature glaciali e risorse contaminate. La carestia globale sarebbe inevitabile, dato che l'agricoltura collasserebbe a causa del freddo e della mancanza di luce solare. Nonostante ciò, alcuni scienziati ritengono che l'estinzione totale dell'umanità sia improbabile. Piccoli gruppi di persone, forse in aree remote e meno colpite, potrebbero riuscire a sopravvivere, regredendo a uno stile di vita da cacciatori-raccoglitori in un ambiente ostile. La civiltà come la conosciamo, tuttavia, cesserebbe di esistere.

Altre forme di vita: L'impatto sugli ecosistemi sarebbe catastrofico. Molte specie animali e vegetali si estinguerebbero a causa del freddo, dell'oscurità e delle radiazioni. Tuttavia, è probabile che alcune forme di vita più semplici e resistenti, come insetti, alcuni microrganismi e piante meno complesse, possano sopravvivere. Anche la vita negli oceani profondi, schermata dalle radiazioni e dagli effetti più immediati, potrebbe avere maggiori possibilità di farcela. Con il tempo, in un arco di migliaia o milioni di anni, la vita potrebbe lentamente riprendersi e diversificarsi nuovamente, ma il pianeta porterebbe le cicatrici di questo evento per ere geologiche.

Piccola riflessione.

Se ripartissimo equamente la potenza totale delle armi atomiche (2.5 Gt) per ogni abitante della terra (8 miliardi) si avrebbe un valore equivalente a circa 300 kg di tritolo.

Che civiltà è la nostra che pone sulla testa di ogni persona, come una spada di Damocle, una bomba da 300 kg di tritolo?

(Più che sufficienti, ad esempio, per distruggere un edificio di 5 piani)

Breve nota sui Missili

Missili Balistici e da Crociera: due filosofie di attacco a confronto

Nel vasto arsenale delle armi moderne, i missili rappresentano uno degli strumenti più potenti e strategici. Tuttavia, non tutti i missili sono uguali. Le due categorie principali, i missili balistici e i missili da crociera, si basano su principi di volo, tecnologie e scopi strategici radicalmente diversi. Comprendere queste differenze è fondamentale per capire le dinamiche della sicurezza globale.

Il Missile Balistico: “la traiettoria inesorabile della gravità”

Un missile balistico è un’arma che segue principalmente una traiettoria determinata dalla gravità dopo una fase iniziale di propulsione. A differenza dei missili da crociera, il suo motore a razzo funziona solo durante una breve fase iniziale: una volta spento, la traiettoria è quasi interamente vincolata alle condizioni iniziali..

Il viaggio di un missile balistico si articola in tre fasi distinte:

1. Fase di Spinta (Boost Phase): è la fase iniziale e più energivora. Potenti motori a razzo si accendono per spingere il missile verso l'alto a velocità estreme, vincendo la forza di gravità e l'attrito atmosferico. In questi pochi minuti, il sistema di guida imposta la rotta, l'altitudine e la velocità finale; una volta spenti i motori, la traiettoria sarà quasi interamente determinata da queste condizioni iniziali.
2. Fase Intermedia (Midcourse Phase): conclusa la spinta, il missile prosegue il suo viaggio in una traiettoria di "volo libero" suborbitale, uscendo dall'atmosfera terrestre. Influenzato quasi esclusivamente dalla gravità e dalla quantità di moto acquisita, segue un arco parabolico prevedibile, simile a come un sasso lanciato segue una curva prima di ricadere a terra. In questa fase, il missile può raggiungere altitudini di oltre 1.200 km (nel caso degli ICBM) e viaggiare a velocità ipersoniche, superando i 25.000 km/h.
3. Fase di Rientro (Re-entry Phase): nell'ultima parte del percorso, l'ogiva contenente il carico bellico si separa dal corpo del missile e rientra nell'atmosfera a velocità vertiginosa, precipitando sull'obiettivo.

Lo scopo primario di un missile balistico è il trasporto di una o più testate, spesso nucleari, su un determinato obiettivo a grande distanza. La sua efficacia risiede nella velocità e nell'altitudine, che lo rendono estremamente difficile da intercettare. Un missile può avere una testata singola o, in una configurazione molto più minacciosa, essere dotato di testate multiple. In questo caso si parla di Multiple Independent Re-entry Vehicles (MIRV): l'ogiva del missile non contiene una sola bomba, ma più veicoli di rientro indipendenti (sub-munizioni) che, durante la fase di discesa, si separano per colpire molteplici obiettivi sparsi su una determinata area. Questa tecnologia aumenta esponenzialmente la letalità di un singolo lancio.

Il Missile da Crociera: "il predatore a bassa quota"

Se il missile balistico è un proiettile che vola alto e veloce, il missile da crociera (dall'inglese *cruise missile*) è più simile a un piccolo aereo senza pilota, progettato per essere furtivo e preciso. L'alternativa alla traiettoria balistica è, infatti, la crociera.

A differenza del suo omologo balistico, il missile da crociera percorre una traiettoria guidata e propulsa per tutta la durata del suo volo. Le sue caratteristiche distintive sono:

- Propulsione Continua**:** possiede un motore a reazione (solitamente un piccolo turbogetto), che resta acceso per l'intero percorso, garantendo una spinta costante.
- Volo Atmosferico**:** È dotato di ali che generano portanza, permettendogli di volare come un aeroplano. Questo gli consente non solo di sostenersi in aria, ma anche di effettuare manovre complesse e di modificare la sua rotta in qualsiasi momento.
- Profilo di Volo Furtivo**:** la sua più grande risorsa strategica è la capacità di volare a **bassissima** quota, seguendo il profilo del terreno ("terrain hugging") per rimanere al di sotto della copertura dei radar nemici, rendendolo molto difficile da individuare e abbattere.
- Precisione Chirurgica: le versioni più aggiornate possiedono sistemi di guida sofisticatissimi, come la navigazione inerziale, il confronto del terreno (TERCOM) e, soprattutto, il sistema di navigazione satellitare (GPS), che conferiscono loro una precisione straordinaria, permettendo di colpire bersagli specifici con un margine di errore di pochi metri.

Un'Evoluzione Storica Legata alla Guerra Fredda

La storia del missile balistico moderno inizia nell'oscurità della Germania nazista. Il primo missile balistico fu il cosiddetto Aggregat 4, comunemente conosciuto con il nome di V2. Sviluppato negli anni '30 e '40, principalmente ad opera del geniale ingegnere Wernher von Braun, rappresentò un salto tecnologico rivoluzionario. Il primo lancio di successo avvenne il 3 ottobre 1942, e il sistema divenne operativo nel settembre 1944, venendo impiegato per bombardare città come Londra e Anversa. Alla fine della guerra, ne erano stati lanciati più di 3.000.

Con la sconfitta della Germania, sia gli Stati Uniti che l'Unione Sovietica si precipitarono per accaparrarsi la tecnologia e gli scienziati tedeschi. Iniziò così una corsa sfrenata per sviluppare sistemi balistici propri, partendo proprio dagli studi sulla V2. Negli anni '50, l'attenzione delle due superpotenze era concentrata sulla creazione di un missile in grado di colpire il territorio nemico da un continente all'altro: il missile balistico intercontinentale (ICBM).

Nell'agosto 1957, i sovietici stupirono il mondo con il successo dell'R-7 "Semërka" (noto in Occidente come SS-6 Sapwood), il primo ICBM operativo, che fu anche il vettore usato per lanciare lo Sputnik.

Gli americani risposero rapidamente, immettendo in servizio i potenti missili Atlas e Titan, con gittate nell'ordine dei 10.000-19.000 km. La capacità di lanciare un attacco nucleare globale in meno di 30 minuti era diventata una realtà, definendo l'era della "Distruzione Mutua Assicurata" (MAD).

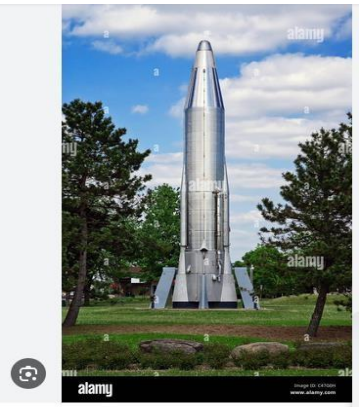
Lo "Scudo Spaziale" e la Minaccia dei MIRV

L'introduzione dei missili a testata multipla (MIRV) negli anni '70 aumentò ulteriormente la tensione. Un singolo ICBM poteva ora trasportare da 4 a oltre 10 testate nucleari, ognuna capace di colpire un bersaglio diverso. Questa capacità minacciava di sopraffare qualsiasi sistema di difesa, rendendo un primo attacco nucleare ancora più devastante. Fu proprio in risposta a questa crescente minaccia che, negli anni '80, il presidente statunitense Ronald Reagan propose la Strategic Defense Initiative (SDI), soprannominata dai media "Scudo Spaziale". L'ambizioso, e mai pienamente realizzato, progetto mirava a creare un sistema di difesa a più strati, basato su tecnologie spaziali e terrestri, per intercettare e distruggere i missili balistici sovietici prima che potessero raggiungere i loro obiettivi.

- A Corto Raggio (SRBM): Gittata fino a 1.000 km.
- A Medio Raggio (MRBM): Gittata tra 1.000 e 3.000 km.
- A Raggio Intermedio (IRBM): Gittata tra 3.000 e 5.500 km.
- Intercontinentale (ICBM) (acronimo dell'espressione inglese intercontinental ballistic missile): Gittata superiore ai 5.500 km capaci di colpire bersagli in continenti diversi.

Un missile V2 al museo di Peenemünde

Il sovietico R-7 "Semërka", il primo ICBM operativo



Atlas lancio di missili a gittata intercontinentale Foto stock - Alamy

Nell'agosto 1957, i sovietici realizzano il primo missile intercontinentale operativo: l'R-7 "Semërka", seguiti due anni dopo dagli USA con il loro Atlas. Da allora sul mondo incombe la minaccia che qualcuno premendo un pulsante faccia piovere dal cielo morte e distruzione.

Questo mondo non è certo un posto tranquillo in cui vivere!