

La bomba neutronica

Dalla prima atomica, lanciata su Hiroshima dagli americani nel 1945, fino ai sofisticatissimi e costosissimi ordigni al neutrone, la storia e le varie tecnologie utilizzate nell'arte della distruzione.

di ANDRÉ GSPONER

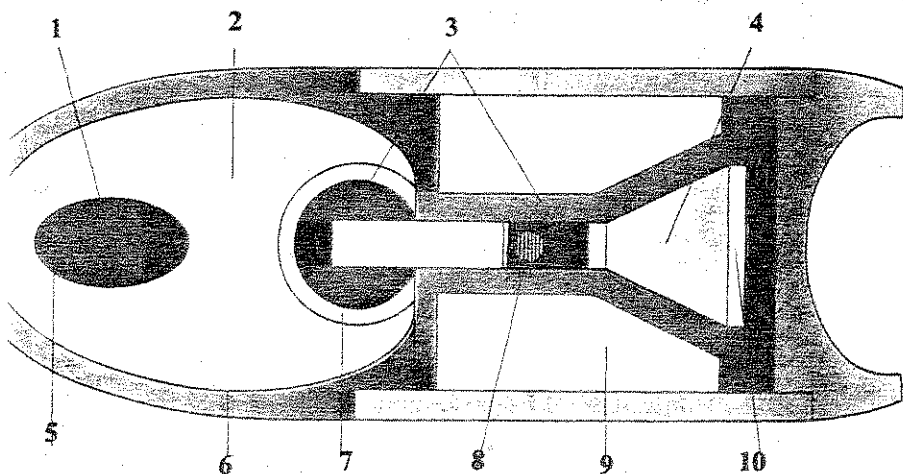
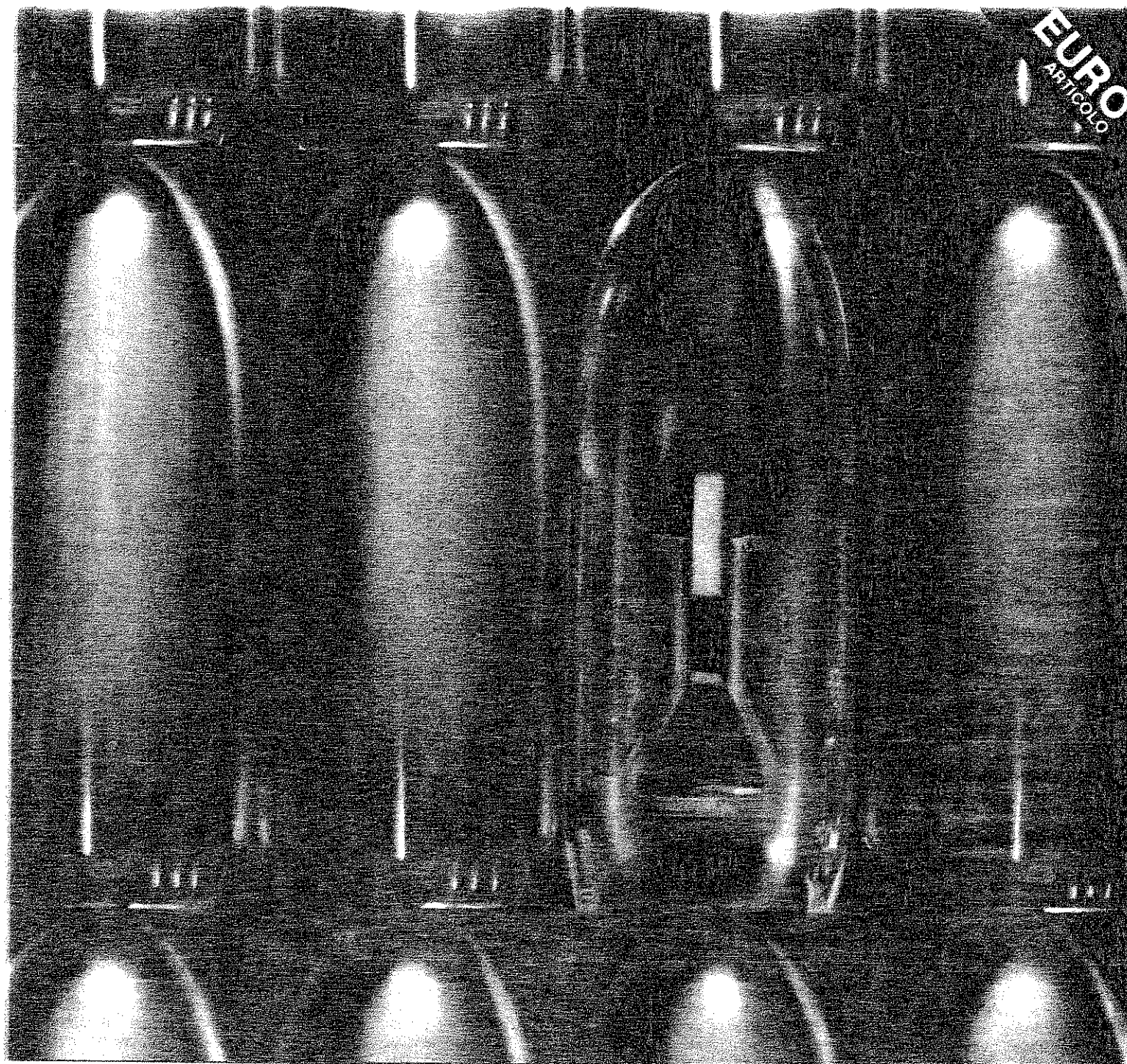
La progressione delle bombe atomiche/nucleari come è noto si sviluppa lungo la linea «bomba A», «bomba H», «bomba N». La prima «A» è esplosa nel luglio 1945, la prima «H» nel marzo 1954 mentre la prima «N» nel 1963 e tutte in seguito agli studi effettuati negli Stati Uniti. I meccanismi di esplosione di questi tre tipi di bombe sono sensibilmente differenti e complessi, ed in linea di massima possono spiegarsi in modo semplificato nel modo seguente: la «A» esplose per una reazione di «fissione» (rottura di un nucleo atomico pesante bombardato da un flusso di neutroni lenti) che, se mantenuta in essere per effetto dei neutroni liberi lasciati dalla fissione successiva «a catena» dei vari nuclei, assume la sua violenza distruttiva; essa ha un limite (chiamato dimensione critica) per poter svilupparsi in questo modo, ma questa dimensione è proporzionale alla densità del materiale fissile utilizzato, ciò che ha permesso di scendere, dalle notevoli dimensioni iniziali, fino alle più recenti bombe «miniaturizzate». La «H» emette l'energia non di nuclei pesanti dissociati in più leggeri, bensì quella più notevole provocata dall'associazione («fusione») di nuclei atomici leggeri per formarne di più pesanti (in pratica nuclei di idrogeno per passare a nuclei di elio, la relazione della «fornace atomica» del nostro Sole), non strettamente legata a dimensioni prestabilite, ma dipendente da un innesco atomico di

tipo «A» necessario a portare alla temperatura e pressione critiche per dare avvio alla fusione.

La «N» si distingue non tanto per la violenza dell'esplosione (che sostanzialmente è di tipo «H») ma dalla diversa natura dell'emissione di energia, la quale possiede livelli sensibilmente più bassi in emissione di calore e forza meccanica (onda d'urto) mentre nel settore delle radiazioni esalta in modo eccezionale le emissioni dei neutroni che non possedendo carica magnetica, possono attraversare forti spessori di materiale solido e, intaccando i tessuti organici, provocare loro gravissimi danni e perfino la morte; la reazione N essendo un fenomeno di fusione di speciali nuclei di idrogeno (*deuterio e trizio*, il primo con il nucleo contenente oltre il protone proprio dell'idrogeno anche un neutrone, mentre quello del secondo è provvisto di due neutroni) risulta naturalmente più micidiale nel settore radiazioni mentre, dal punto di vista del suo innesco, presenta le stesse caratteristiche della H.

Da questa rapida spiegazione discende che un paese che è riuscito a produrre una «bomba H» è perfettamente in grado di realizzare la «N», e le cronache ci dimostrano che dopo gli Stati Uniti anche l'Unione Sovietica ha fatto questo passo, e pure la Francia che nel suo poligono di Mururoa nel Pacifico il 21 marzo 1982 ha fatto esplodere la sua prima bomba di questa specie. Però sono stati subito avanzati dubbi, in risposta all'affermazione — del resto plausibile e concreta — che la disponibilità di «bombe N» in numero adeguato potrebbe costituire la migliore difesa contro un massiccio attacco

Nella pagina accanto: una serie di bombe N, del tipo destinato a costituire proiettili per obici da 203 mm. Un ordigno mostra, in sezione, l'aspetto probabile delle componenti interne.



Nel disegno qui accanto: 1) materiale fusibile (Li₆DT); 2) poliuretano; 3) materiale fissile (U-235, Pu-239); 4) esplosivo chimico; 5) ablatore; 6) riflettore di raggi X; 7) riflettore di neutroni; 8) fonte di neutroni; 9) componenti elettroniche; 10) detonatore. I due quantitativi di materiale fissile, «sparati» l'uno contro l'altro, raggiungono rapidamente la massa critica e provocano una esplosione A. Quando i raggi X emessi raggiungono il materiale che circonda le sostanze fusibili, comincia la vera e propria esplosione N.

BOMBA N

di carri armati, potendo gli equipaggi venir raggiunti dalle radiazioni mortali senza necessariamente distruggere o danneggiare gravemente il veicolo corazzato, come i mezzi convenzionali che renderebbero necessario.

Le obiezioni sono di ordine economico e industriale. Ogni «bomba N» neutralizzerebbe una dozzina di carri, dunque una offensiva massiccia esigerebbe un bombardamento esteso, con molte «bombe N». Per costruirle occorrono quantità notevoli di plutonio e di trizio, elementi che non si trovano in natura e perciò vanno prodotti in reattori nucleari che dovrebbero essere costruiti apposta (il plutonio è un sottoprodotto di alcuni impianti di produzione di energia, ma in misura limitata, ed inoltre ha bisogno di «purificazione», ciò che viene fatto anche «per conto terzi» nell'Unione Sovietica, come ha dimostrato un recente infortunio marittimo che ha fatto arenare una nave piena di plutonio da raffinare).

In compenso le quantità che se ne chiedono sono particolarmente ridotte. Questo deriva dal fatto che l'energia di radiazione dei neutroni emessi da una «bomba A» raggiunge circa un megaelettronvolt ciascuno, mentre quelli emessi dalla fissione di una «bomba N» raggiungono un'energia di 14,01 MeV; naturalmente la loro irradiazione raggiunge una distanza sensibilmente più elevata.

Effetti e necessità tecnologiche appaiono dunque in contrasto. Il concetto di base della «bomba N» era stato tracciato quasi contemporaneamente alla realizzazione della «A», ma solo nel 1951 l'idea dell'«innesco atomico» prese forma. Divenne necessario escogitare un mezzo per realizzare l'esplosione con il voluto dosaggio di utilizzazione del materiale D-T (deuterio-trizio) provocandolo con un apposito disegno della «A» inserita in uno spazio ristretto ma opportunamente foggiate per concentrare per intero lo sfruttamento degli effetti di radiazione, calore e pressione dell'innesco. Tutte queste circostanze rendono possibile la realizzazione della «N» solo per potenze di esplosione contenute al di sotto di 2 kt, ciò che ne conferma le caratteristiche difensive asserite da molti sostenitori.

Descrizione dell'apocalisse

La descrizione di una «N» e del suo meccanismo di esplosione può essere esposto nel modo seguente: la bomba «A» d'innesco, costituita da uranio 235, è disposta nella parte anteriore dell'ogiva contenuta in una cavità di forma ellissoidica in uno dei suoi due fuochi, in modo da permettere l'irradiazione concentrata verso l'altro fuoco; la sua accensione sviluppa anzitutto una grande quantità di raggi X, che la forma particolare del vano concentra su un determinato punto, mentre la temperatura sviluppata dall'esplosione raggiunge il livello massimo.

Questa elevatissima temperatura e la pressione dei raggi X si sommano sul nu-

cleo esplosivo, accresciute dal fatto che la superficie riflettente dell'ellissoide è costituita da uranio 238 che partecipa alla reazione accrescendo i due effetti.

L'innesco della parte di materiale destinato alla «fusione» è eguale al combustibile usato nelle «H» ed è in grado di avviare la reazione di fusione in base alle sollecitazioni che riceve; esso comunque non è formato da deuterio e trizio puri, bensì da una miscela dei loro idruri, perché alla temperatura normale risultano allo stato solido.

Iniziata la reazione di fusione essa si comunica alla vera e propria carica esplosiva formata da un cilindro di idruro di litio (LiD); questo cilindro è sito al centro di un più grande cilindro cavo le cui pareti sono ricoperte da un riflettore di neutroni analogo a quello che riveste le pareti interne dell'ellissoide di inizio della reazione (uranio 238) in grado di riflettere i neutroni, ossia di ritardarne la pressione centrifuga, quindi il momento dell'esplosione, accrescendone l'energia esplosiva.

La tenuta *in posto* sia dell'esplosivo «A» d'innesco, sia della cartuccia esplosiva con il suo innesco alla «fusione» è garantita da un riempimento plastico (poliuretano) che non partecipa alla reazione chimico-nucleare.

Da quanto esposto si nota che un altro elemento molto importante per raggiungere l'effetto di «fusione» e l'esplosione definitiva è il litio, altro elemento di difficile reperimento e che perciò accresce le difficoltà di approvvigionamento, quindi quelle industriali ed economiche. In compenso questo tipo di bomba (sullo schema detto di Teller-Ulam-Sacharov, dai nomi di coloro che indipendentemente l'hanno ideato dalle due parti della cosiddetta «cortina di ferro») non ha bisogno di trizio, perché si sviluppa per interazione dei neutroni emessi dalla «fusione» sugli atomi del litio 6.

Le superfici riflettenti di uranio 238 agiscono sui neutroni a bassa energia come semplice specchio; su quelli che possiedono energia sufficiente per indurre l'uranio stesso alla fusione, le superfici stesse agiscono come moltiplicatori di neutroni, ossia acceleratori della reazione, ed infine riflettendo i raggi X accrescono la compressione cui è sottoposta la materia fusibile.

Poiché il combustibile, configurato in un cilindro sormontato dal suo innesco, può assumere una qualunque dimensione e peso, le bombe H non hanno limiti di potenza, e per questo si è arrivati a molti megatoni. Questo fenomeno fisico definibile *autocatalitico*, cioè una parte dei neutroni liberati dalla reazione di fusione servono ad accrescerne la velocità «fabbricandosi» del trizio che nella miscela iniziale non esisteva) può risultare utile per bombe di grande potenza, non quindi nelle N di piccola potenza per definizione e validità di applicazione.

Riappare, dunque, la necessità di disporre anche del trizio mentre, tra l'altro, esso non potrebbe venir prodotto come si potrebbe pensare, con l'uso di bombe H sfruttando l'effetto autocatalitico, che risulterebbe economicamente disastroso.

Un ulteriore schema è stato quindi escogitato per la bomba N, predisposta fra l'altro ad essere utilizzata come gra-

nata di artiglieria da 203 mm, e forse per questo è stato impostato su un sistema chimico avviato da un detonatore, e quindi «acceso» dalla spinta iniziale data alla granata dalla carica di lancio. Questo esplosivo chimico a sua volta «spara» una cartuccia che contiene un cilindro di materia fissile uranio 235, complementare con una sfera di altro materiale fissile plutonio 239, entro il quale l'esplosivo chimico lo inserirà; entro il cilindretto di uranio è contenuto un nucleo da usare come sorgente di neutroni. Il cilindro di uranio, inserito nella sferetta di plutonio, completa un insieme che possiede le dimensioni della «massa critica» di esplosione della «bomba A» così costituita; è sufficiente che alcuni neutroni comincino ad essere emessi dall'apposito nucleo perché si inneschi la reazione a catena della «A».

Tutt'attorno alla sfera che oramai è trasformata in una piccola «A» vi è una copertura di berillio che funziona da riflettore per i neutroni sviluppati accrescendone la pressione. L'emissione di questi neutroni può partire ad esempio al momento dell'impatto nella sferetta mescolando violentemente il polonio 210 e il berillio che vi sono contenuti, sicché si sviluppa una violenta nube di neutroni al primo istante di fusione; riflessa all'interno dell'ogiva cava (sempre a forma di ellissoide, con la materia fusibile nel suo secondo fuoco) ed accresciuta l'emissione dei neutroni con l'intervento dell'ablatore che la riveste, si avvia l'esplosione della stessa «bomba N» che emette con la massima violenza i suoi neutroni insieme agli altri effetti, comunque secondari, dell'esplosione.

Tecnologie segrete

Numerosi accorgimenti tecnologici sono richiesti per rendere possibile questo seguito di fenomeni sviluppati su limiti di tempo ristrettissimi e soprattutto in grado di sviluppare forze immense e fenomeni di inaudita violenza. Molti fenomeni fisici inconsueti nei mezzi e nei fenomeni normali vi sono utilizzati con disinvoltura, sebbene ciò accada ai limiti superiori di capacità distruttive inusitate: fra le altre cose si può indicare il particolare impulso ad uno studio da qualche tempo trascurato, quale l'«ottica dei raggi X», che effettivamente (coi fenomeni di riflessione richiesti) fa da chiave di volta a tutto l'insieme. A questi aspetti fisici dello sviluppo della «bomba N» si aggiunge inoltre anche la necessità di giungere ad un insieme specificamente leggero per il modo stesso di utilizzazione del mezzo.

Sintetizziamo le varie fasi dell'esplosione di una «bomba N» nel modo seguente:

— accendendo gli esplosivi chimici si mettono insieme le sostanze fissili comprimendole ulteriormente fino al momento in cui la reazione di fissione ha principio;

— i raggi X emessi da questa «bomba A» in esplosione, intrappolati tra le pareti riflettenti della cavità nella quale si trovano, diventano un plasma che risulta trasparente ai raggi X stessi;

— da questo momento solo un 5% dei raggi X emessi sono riflessi, e focalizzati

spazio BUSINESS

INCONTRI, ATTUALITÀ, NOTIZIE
DAL MONDO DEL LAVORO E DELL'ECONOMIA

Solstizio di donna

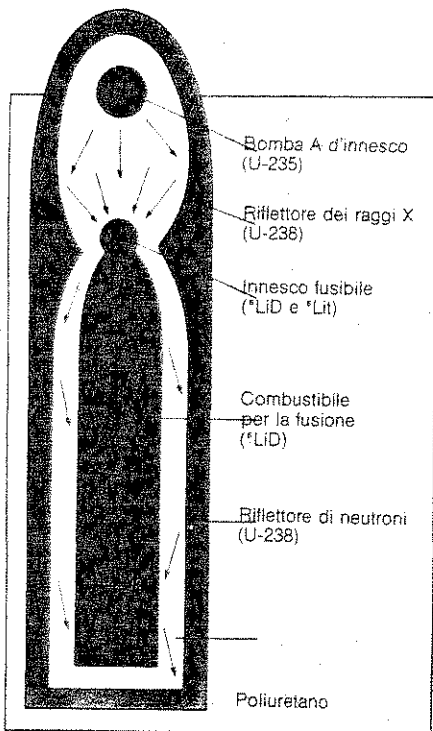
Donna in maniera esplicitamente femminile, questo è il suggerimento che emerge dalla nuova collezione donna primavera-estate dei fratelli Canessa. La maglieria MALO Tricot ha scelto di esprimere la donna in piena luce senza maschere e travestimenti, concentrando il suo stile inconfondibile nella lavorazione del prestigioso cashmere unito al fresco e piacevole cotone. La linearità e la semplicità delle forme lasciano spazio ad una grande ricchezza di particolari: i roundneck sbarcati, le maniche calate ad incastro, la sovrapposizione degli scollati a V, i bottoni sulle spalle e, ancora, i colori contrastanti per i bordi dei pull. Il cashmere della nuova stagione ha una spiccata simpatia per le tinte pastello: la primavera e l'estate MALO Tricot si tingono così di bianco ostrica, celeste cielo e vanilla, ma c'è spazio anche per le tinte più vivaci.

Ed ecco il partner del cashmere: il cotone si esalta nell'artistica ricerca di punti traforati ed operati, i 3 e 5 fili risaltano per la particolare lavorazione ed originalità. Piacevole ed elegante anche il cotone ad un filo realizzato in modelli semplici come «T-shirt» e scollati a V senza maniche. Lo stile e la sobria raffinatezza di MALO Tricot puntano così i raggi del prossimo sole sulla donna.

Vacanze invernali

Coloro che quest'anno desiderano concedersi una vacanza invernale possono tenere in considerazione località come Pila in Valle d'Aosta o Caspoggio in Valtellina. Interhome offre in entrambe le località per il periodo antecedente il Natale, il mese di gennaio e di marzo, prezzi ridotti al massimo. Pila si trova a 18 km da Aosta, su un altipiano soleggiato a 1500 m. d'altitudine. Moderna località, dispone di una funivia, una seggiovia e 9 skilifts. L'area sciistica sale fino a 3000 m d'altezza. In questa località la Interhome offre appartamenti da lire 94.000 a lire 182.000 alla settimana per 2-6 persone. Chi desidera invece trascorrere le vacanze in una piccola, tradizionale stazione sciistica può sempre farlo a Caspoggio. Questa località si trova a 10 km da Sondrio, a 1150 m. d'altitudine. L'area sciistica, che raggiunge i 3000 m. d'altezza, comprende 2 seggiovie e 5 skilifts. Speciali impianti garantiscono un buon innevamento sulle piste in qualsiasi condizione atmosferica. Interhome offre appartamenti in dicembre, gennaio e marzo da lire 163.000 a lire 290.000. Si tratta di accoglienti e comodi appartamenti di due o tre locali.

Informazioni più precise e dettagliate circa l'offerta completa Interhome per la stagione invernale potrete averle rivolgendovi direttamente alla Interhome, in Via San Simpliciano 2, 20121 Milano - tel. 02/345.25.11 o presso la Vostra agenzia viaggi.



Schema della bomba H. Una reazione di fusione termonucleare ha bisogno, per essere innescata, di una temperatura straordinariamente elevata, quale quella fornita dall'esplosione di una bomba atomica. I raggi X emessi dall'esplosione vengono focalizzati mediante un riflettore sul materiale fusibile della bomba H, dove esercitano una pressione tale che la reazione di fusione può innescarsi.

sul rivestimento ablativo che riveste la carica di fusione.

— l'evaporazione della superficie ablativa produce, per reazione, una forza che comprime fortemente la materia di fusione;

— la fusione ha inizio in effetti nel momento in cui, al termine della compressione, l'energia trasmessa alla materia fusibile (dell'ordine del 5% del totale di quella focalizzata sulla cortecchia di ablazione) raggiunge il livello dell'energia critica;

— il combustibile fusibile esplose, ed infine i neutroni cominciano ad irradiarsi dopo essere rimasti ad attraversare la materia fusibile enormemente compressa, poi lo spessore dell'ablatore, il riflettore, ed infine l'involucro esterno metallico della bomba.

In tutto l'insieme del procedimento i materiali che vi sono coinvolti subiscono condizioni estreme di temperatura e pressione e si comportano come fluidi ionizzati. Il problema si inquadra perciò nell'idrodinamica del plasma, nella quale ogni tipo di fenomeno si sviluppa contemporaneamente ad altri, e fra essi sono importanti tutti quelli che riguardano i raggi X: di emissione, trasporto, riflessione, assorbimento alle massime temperature: specialmente «segreti» sono mantenuti i dati di «opacità» ai raggi X di elementi di peso atomico elevato. Infine solo elaboratori elettronici di grande potenza e adattabilità possono permettere calcoli accurati e veloci.

Come già detto, gli effetti della «bomba N» sono essenzialmente fisici sulla materia organica (piante ed animali): dato lo scarso rilievo degli effetti meccanici (onda d'urto), calorifici (temperatura massima sviluppata) e radioattivi (le ra-

diazioni restituite da materiali irradiati da neutroni sono meno persistenti di quelle provocate da altri tipi di irradiazioni), i materiali che sono stati investiti da una di queste esplosioni perdono la loro radioattività rendendo «praticabile» con sicurezza a breve intervallo di tempo tutta la zona investita. È però interessante rilevare come l'entità degli effetti sugli uomini in relazione alla distanza dal punto di esplosione (quindi densità della radiazione subita) non sia stata accuratamente esplorata, e quindi «quantizzata» in relazione a valutazioni di possibili mezzi di difesa, analogamente a quanto si è fatto relativamente agli effetti delle esplosioni «A» ed «H».

Le possibilità di penetrazione dei neutroni risultano più elevate di quelle di altri tipi di radiazioni (specie con particelle dotate di carica elettromagnetica che ne turba il regime di attraversamento di materiali non inerti in questo senso), in quanto la loro energia può essere assorbita e ridotta solo ad un urto contro un nucleo atomico. L'espressione giornalistica che la «bomba N uccide gli uomini e lascia intatte case e armi» ha valore puramente propagandistico, ma in ogni caso ci si è preoccupati di accrescere le difese dietro le quali gli uomini debbono operare.

A commento dell'accrescersi della protezione delle corazzature diremo brevemente che esse nel 1940 erano limitate a pareti di acciaio di spessore massimo di 10 cm (investite frontalmente: l'investimento obliquo dell'irradiazione deve penetrare su un percorso più lungo). Negli anni successivi le corazzature sono divenute composite (strati alternati di materiali diversi) nell'intento di dissipare l'energia di penetrazione alternando strati di varia resistenza e suscettibili di assorbire in modo diverso la forza iniziale dell'impatto.

Gli strati sono costituiti da lastre di acciai ad alta resistenza, in spessori diversi, intercalati con materiali leggeri di varia natura resistenti sia ai proiettili a carica cava (caratteristico il vetro) che ad altri tipi di sollecitazioni (ceramiche di grande resistenza, refrattari come l'allumina, composti con fibre sintetiche di kevlar o il carburo di boro, policarbonati, e così via). Quasi tutti questi materiali contengono atomi leggeri, specialmente idrogeno e boro, e quindi sono fortemente «moderatori» della penetrazione dei neutroni.

Comunque la si voglia considerare, anche alla luce di questi progressi, è certo che il maggior nemico del diffondersi della «bomba N» come principale arma difensiva per una invasione con armi convenzionali resta il suo costo e la sua difficoltà di preparazione in grande serie.

André Gsponer

(Traduzione e adattamento di Armando Silvestri. Questo servizio fa parte degli «Euro articoli», pubblicati su varie riviste con la collaborazione della direzione generale «Mercato dell'informazione e dell'innovazione» della Commissione delle comunità europee. Partecipano al progetto *Endeavour* in Gran Bretagna, *Natuur en Techniek* in Olanda, *La Recherche* in Francia, *Scienza e Tecnica* e *Scienze DueMila* in Italia, *Technology Ireland* in Irlanda e *Die Umschau* Nella Germania Federale).