

Poseidon: l'arma definitiva della vendetta

 comedonchisciotte.org/poseidon-larma-definitiva-della-vendetta



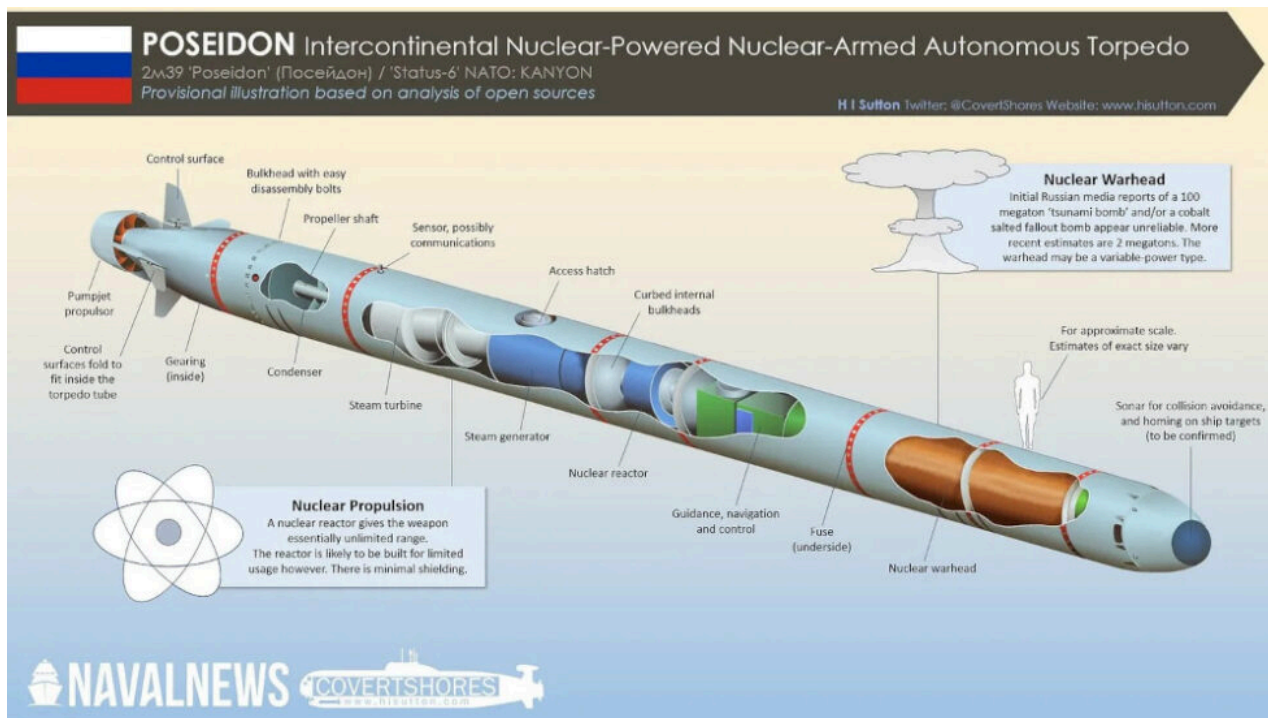
Il 11 Novembre 2025

Mike Mihajlovic

bmanalysis.substack.com

Un sistema d'arma a sé stante

Il Poseidon, denominato 2M39 nell'esercito russo e noto alla NATO come Canyon, è uno dei sistemi strategici più enigmatici e controversi sviluppati negli ultimi anni. Non rientra nelle classificazioni convenzionali: non è né un siluro convenzionale né un sottomarino con equipaggio, ma rappresenta una nuova classe di veicoli subacquei autonomi a propulsione nucleare progettati per trasportare testate nucleari.

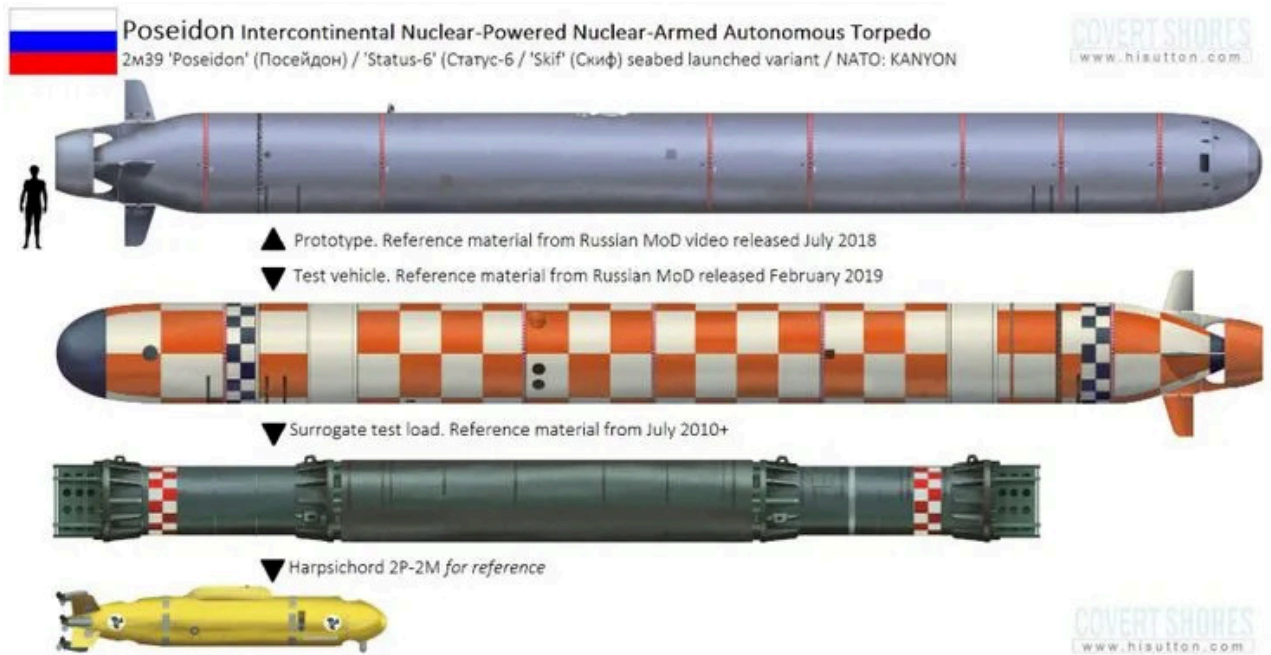


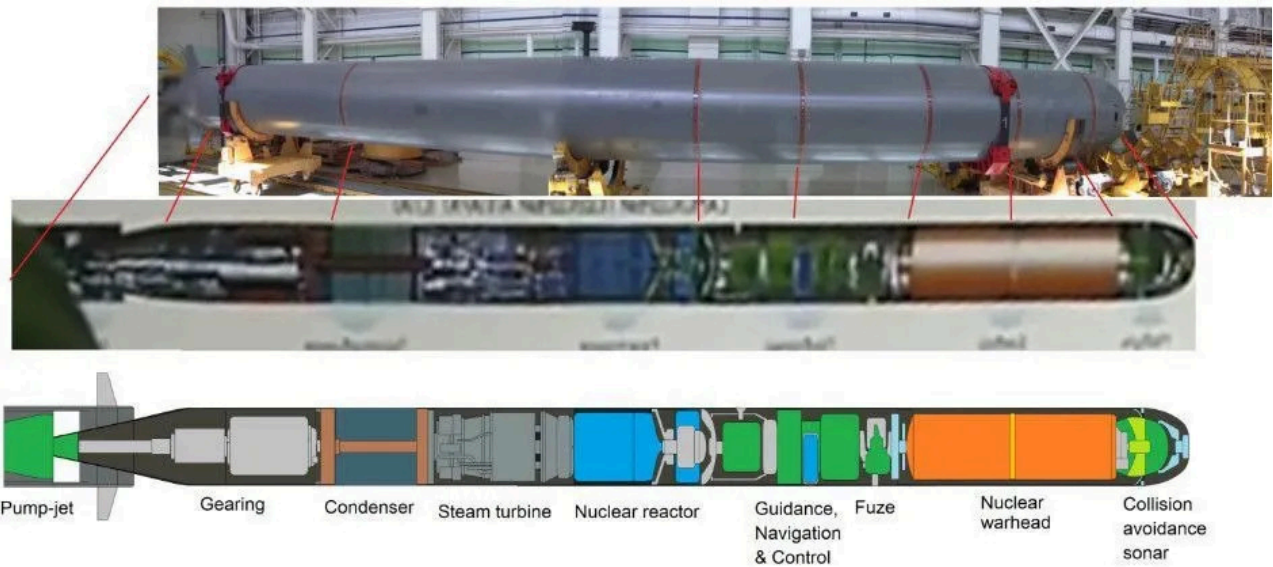
Questo veicolo subacqueo autonomo a propulsione nucleare, precedentemente denominato Status-6, è stato descritto in fonti aperte come in grado di trasportare una testata termonucleare di grandi dimensioni (alcuni rapporti citano addirittura potenze fino a 100 megatoni) [1] e di percorrere distanze intercontinentali a profondità che lo rendono irraggiungibile dalla maggior parte dei sistemi antisommergibili convenzionali, lasciando come unica contromisura teorica solo bombe di profondità nucleari di potenza eccezionalmente elevata. Le fonti aperte suggeriscono anche che può adottare diverse modalità di missione: una fase di transito ad alta velocità in profondità, che offre un rapido riposizionamento ma è più facilmente rilevabile dai sensori acustici avanzati, e una crociera prolungata a bassa velocità e bassa osservabilità che sfrutta le possibilità offerte dalla propulsione nucleare per rimanere immerso per periodi effettivamente indefiniti prima di effettuare l'avvicinamento finale a un bersaglio.

Come per molte nuove armi russe, la maggior parte dei dettagli tecnici rimane riservata; tuttavia, una sintesi delle analisi open source e delle dichiarazioni ufficiali russe consente una ricostruzione approssimativa, sebbene incerta, della filosofia di progettazione, delle capacità e dei potenziali effetti strategici del Poseidon.

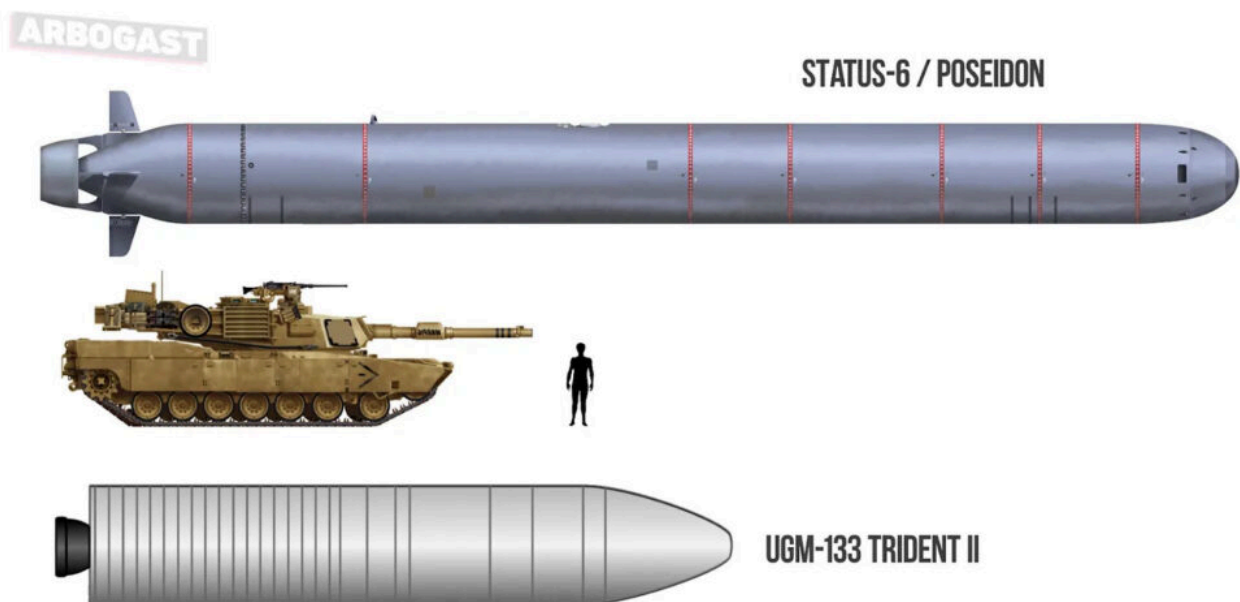
L'esistenza del sistema era stata pubblicamente riconosciuta dai funzionari russi e illustrata in immagini ufficiali nel 2015, con successivi riferimenti nei discorsi del presidente Vladimir Putin. Le rappresentazioni ufficiali mostrano costantemente un grande veicolo senza equipaggio simile a un siluro, alimentato da un reattore nucleare compatto. Analisti e think tank occidentali indipendenti, tra cui il *Bulletin of the Atomic Scientists*, la *Hertie School* e *GlobalSecurity.org*, ritengono in generale che la piattaforma sia alimentata da un reattore veloce compatto raffreddato a metallo liquido (molto probabilmente piombo-bismuto), misuri circa 18-24 metri di lunghezza con un diametro di quasi due metri e sia destinata a funzionare a profondità dell'ordine di un chilometro o più. Le stime aperte sulla potenza delle testate si aggirano tipicamente intorno ai due

megatoni, anche se alcune dichiarazioni russe e fonti più sensazionalistiche hanno suggerito cifre molto più elevate; prese alla lettera, tali affermazioni russe implicherebbero potenze dell'ordine di 100 megatoni – circa cinquanta volte la stima occidentale comunemente citata – sottolineando la grande e irrisolta discrepanza tra i messaggi ufficiali russi e le valutazioni tecniche indipendenti.





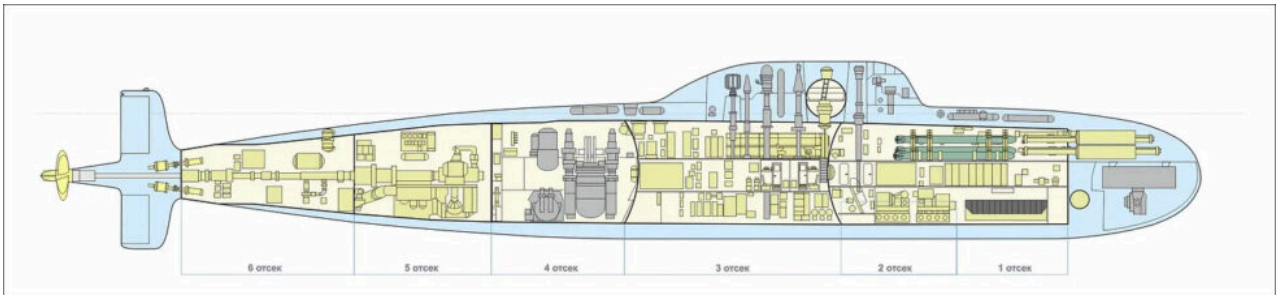
Per illustrare le dimensioni di Poseidon, è utile la seguente immagine:



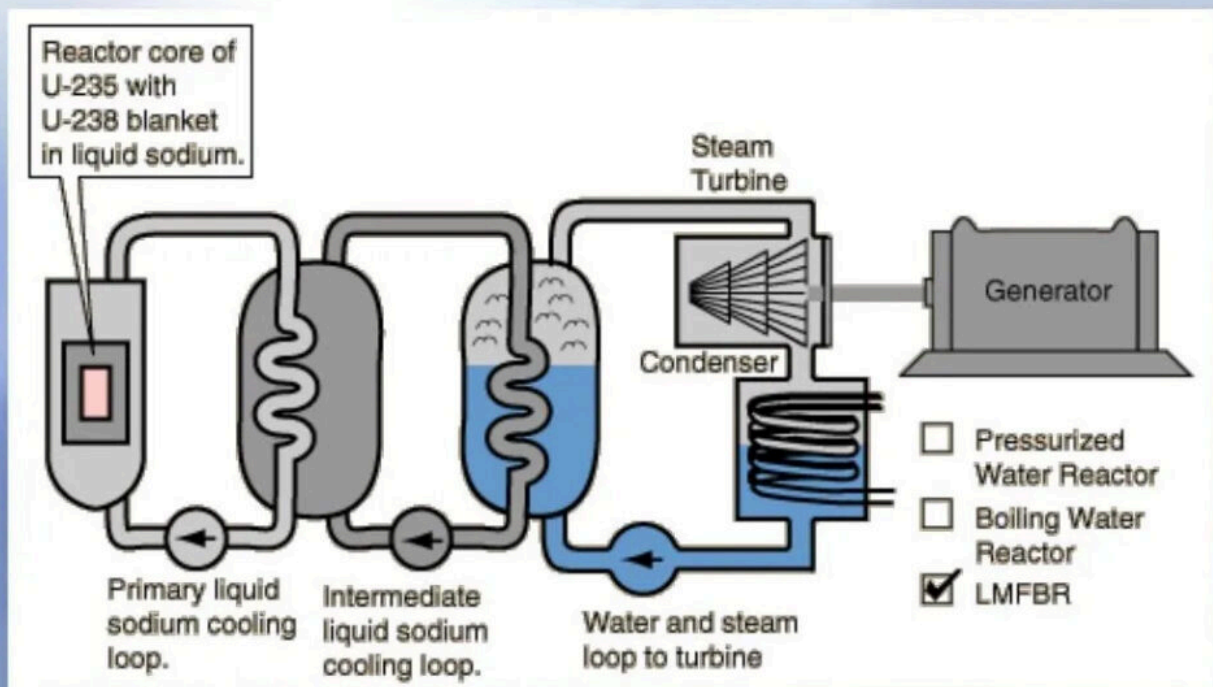
Il reattore

Passiamo ora al design: la logica alla base della propulsione nucleare in un sistema delle dimensioni di un siluro è semplice. Una piattaforma progettata per attraversare gli oceani in modo autonomo, rimanere immersa per lunghi periodi e mantenere una velocità elevata non può fare affidamento su combustibili chimici o batterie. Solo un reattore nucleare fornisce la densità energetica necessaria per sostenere tale resistenza e prestazioni. Tra le opzioni di reattori, i reattori veloci raffreddati a metallo liquido sono i più plausibili grazie alla loro compattezza e all'elevata densità di potenza. La Russia ha una vasta esperienza storica con questa tecnologia, in particolare nei sottomarini di classe Alfa dei progetti 705 e 705K, che utilizzavano reattori VT-1 raffreddati a piombo-bismuto (vedi l'illustrazione sotto). Questi reattori possono raggiungere un'elevata potenza termica in volumi ridotti e funzionare senza ingombranti sistemi ad alta pressione, rendendoli adatti all'integrazione in uno scafo di diametro limitato. Sebbene i reattori ad acqua

pressurizzata siano tecnicamente più semplici e ampiamente utilizzati nella propulsione navale (sottomarini, portaerei e rompighiaccio), il loro volume, i requisiti di schermatura e la complessità meccanica li rendono meno ideali per un veicolo così compatto e veloce. I reattori a metallo liquido non sono privi di inconvenienti, in quanto richiedono un'attenta gestione della temperatura per evitare la solidificazione del refrigerante e creare rischi radiologici attraverso la formazione di polonio, ma i loro vantaggi in termini di densità di potenza probabilmente superano questi problemi per una piattaforma armata e non recuperabile.



Liquid-Metal Fast-Breeder Reactor



Il Progetto 705 (705K) – Immagine superiore – e lo schema funzionale del reattore nucleare raffreddato a metallo liquido.

Ipotizzando una potenza del reattore compresa tra alcuni megawatt e alcune decine di megawatt, la velocità dichiarata da Poseidon diventa teoricamente plausibile. La resistenza idrodinamica aumenta rapidamente con la velocità, quindi spingere un grande corpo subacqueo oltre i cinquanta nodi richiede una potenza immensa. Raggiungere i 100 nodi richiederebbe progetti avanzati resistenti alla cavitazione e un sistema di

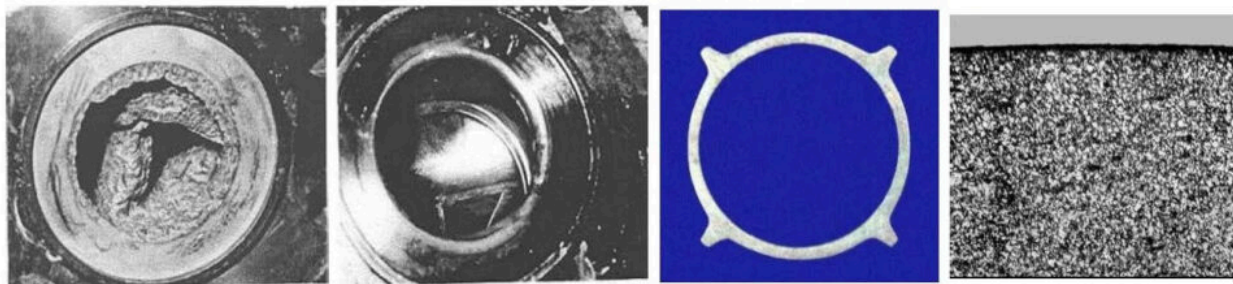
propulsione di straordinaria efficienza. La profondità operativa di circa un chilometro rientra nelle capacità note della Russia, come dimostrano i sottomarini per immersioni profonde e i sommergibili con scafo in titanio già in servizio. Tuttavia, ciò implica una struttura dello scafo robusta e resistente alla pressione.

Il noto e l'assolutamente sconosciuto convergono nella storia della propulsione del Poseidon [2,3,4,5,6]. Per capirne le origini è necessario esaminare prima la storia della propulsione nucleare a metallo liquido su piccola scala nell'Unione Sovietica e in Russia, un campo che combinava ambizione straordinaria, ingegneria avanzata e sperimentazione ad alto rischio. A partire dalla fine degli anni '50, scienziati e ingegneri sovietici hanno perseguito lo sviluppo di reattori compatti raffreddati con metalli liquidi, con l'obiettivo di produrre sistemi ad alta densità energetica e potenza elevata per applicazioni in cui i reattori convenzionali non potevano essere utilizzati, principalmente sottomarini, navi militari specializzate e, successivamente, sistemi spaziali sperimentali.

I metalli liquidi come il sodio, le leghe di sodio-potassio e l'eutettico piombo-bismuto offrono vantaggi unici: elevata conducibilità termica, bassa pressione di vapore e capacità di funzionare a temperature molto elevate senza pressurizzazione. Queste proprietà consentono di realizzare nuclei più piccoli in grado di produrre una potenza significativa, essenziale per i sottomarini ad alta velocità o i veicoli subacquei autonomi e per i reattori spaziali che richiedono energia elettrica affidabile a lungo termine. Lo sviluppo di tali reattori non era limitato a un singolo laboratorio, ma coinvolgeva una rete di istituti di ricerca e uffici di progettazione sovietici, tra cui l'Istituto Kurchatov, l'Istituto di Fisica e Ingegneria Energetica (IPPE) di Obninsk, l'OKBM Afrikantov di Nizhniy Novgorod, Gidropress e le organizzazioni Luch e Krasnaya Zvezda responsabili della conversione termoionica e dell'assemblaggio dei reattori.

Una delle applicazioni più sorprendenti di questa tecnologia era stata nei sottomarini del Progetto 705 "Alfa". Queste imbarcazioni richiedevano velocità estremamente elevate in scafi di piccole dimensioni e gli ingegneri avevano soddisfatto questa esigenza con reattori raffreddati a piombo-bismuto come il BM-40A e l'OK-550. Il refrigerante a metallo liquido consentiva ai nuclei di fornire una potenza immensa senza gli svantaggi in termini di dimensioni e peso dei sistemi convenzionali. Tuttavia, questi vantaggi comportavano anche gravi difficoltà: il piombo-bismuto si solidifica a temperature relativamente modeste, quindi una perdita di calore poteva congelare il reattore, e la gestione del refrigerante radioattivo e del combustibile altamente arricchito richiedeva infrastrutture costiere specializzate. Queste difficoltà operative limitavano il numero di imbarcazioni che potevano beneficiare di questa tecnologia. Tuttavia, le lezioni apprese hanno fornito un'esperienza fondamentale nella chimica dei refrigeranti, nella scienza dei materiali e nella manutenzione dei reattori in condizioni estreme.

Per illustrare la complessità, ecco un esempio di una tubazione per il metallo liquido del sottomarino Progetto 705:



Risultati dei test di pulizia e corrosione: a sinistra: prima della pulizia; a destra: dopo la pulizia (pulizia con idrogeno della tubazione del circuito di prova della pompa nel 1980). Nessuna corrosione osservata sull'acciaio EP-823Sh (rivestimento dell'elemento combustibile) dopo il test in refrigerante piombo-bismuto (LBC) a 600 °C per 50.000 ore. In nessun reattore si erano verificati guasti alle apparecchiature o incidenti causati dalla corrosione degli acciai nel refrigerante piombo-bismuto. Inoltre, dall'introduzione della pulizia con idrogeno non si erano verificati incidenti o guasti attribuibili a depositi di scorie.

Parallelamente, gli ingegneri sovietici avevano esplorato la tecnologia dei reattori a metallo liquido per applicazioni spaziali, producendo la serie TOPAZ di reattori termionici. Questi reattori utilizzavano metallo liquido, spesso leghe di sodio-potassio, per rimuovere il calore dal combustibile convertendo direttamente l'energia termica in elettricità attraverso elementi termionici integrati nel nucleo. I reattori erano compatti, robusti e in grado di fornire energia elettrica continua per anni, rendendoli ideali per i satelliti e altre missioni spaziali di lunga durata. I reattori TOPAZ erano stati successivamente acquisiti dai ricercatori occidentali dopo il crollo dell'Unione Sovietica, offrendo una rara panoramica della tecnologia nucleare spaziale avanzata sovietica.

Lo sviluppo più ampio di reattori veloci raffreddati a sodio per l'energia civile, come la serie BN, che include BN-350, BN-600 e BN-800, dimostra la padronanza sovietica della tecnologia dei metalli liquidi al di là delle applicazioni di nicchia. Sebbene questi reattori fossero molto più grandi di quelli utilizzati nei sottomarini o nei veicoli spaziali, condividevano molti principi tecnologici, in particolare l'uso del metallo liquido per gestire il trasferimento di calore in uno spettro di neutroni veloci. Hanno contribuito alla produzione di plutonio, alla generazione di elettricità e all'accumulo di una vasta esperienza operativa, sostenendo il lavoro continuo della Russia sui reattori veloci e sui cicli chiusi del combustibile.

L'evoluzione tecnica di questi piccoli reattori a metallo liquido rifletteva un attento adattamento alle proprietà di ciascun refrigerante. Il sodio offriva un eccellente trasferimento di calore, ma era altamente reattivo con l'aria e l'acqua, e questo richiedeva un controllo accurato. Le leghe di sodio-potassio rimanevano liquide a temperatura ambiente, semplificando alcune sfide operative nei reattori compatti. La miscela eutettica di piombo e bismuto, sebbene densa e potenzialmente corrosiva, ha un alto punto di ebollizione e bassi prodotti di attivazione neutronica, rendendola ideale per recipienti sommersi ad alte prestazioni e sistemi subacquei autonomi. Ogni scelta ha determinato materiali specializzati, gestione chimica e procedure operative, modellando le capacità e i limiti dei progetti finali.

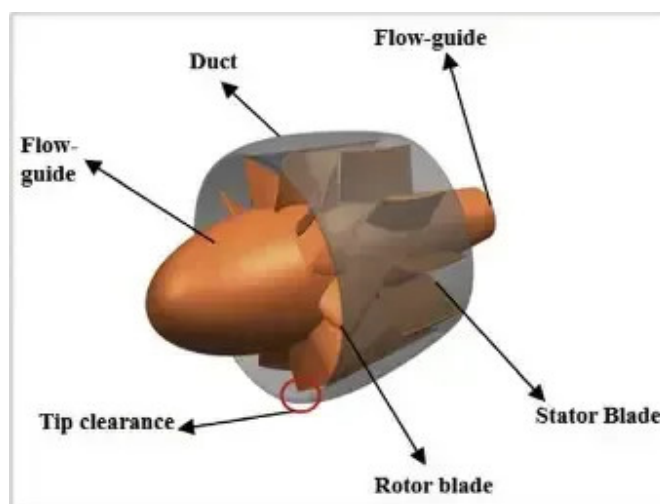
Comprendere il sistema di propulsione del Poseidon è impossibile al di fuori di questo contesto. Si tratta del culmine di decenni di sperimentazione con reattori compatti a metallo liquido, inizialmente messi a punto per sottomarini ad alta velocità e successivamente perfezionati in reattori sperimentali e spaziali. L'esperienza sovietica e russa in questo campo ha creato una vasta base di conoscenze nella chimica dei refrigeranti, nella conversione termoionica e nei nuclei dei reattori ad alta densità di potenza che sono alla base della progettazione di sistemi autonomi a propulsione nucleare in grado di garantire una portata e una potenza straordinarie. La storia del Poseidon, sia per quanto riguarda le rivelazioni pubbliche che i misteri tecnici, è inseparabile dalla lunga e intricata storia della propulsione nucleare a metallo liquido su piccola scala in Russia, dove l'innovazione ha spesso superato la sicurezza, la segretezza ha plasmato il flusso di informazioni e lo straordinario è diventato realtà operativa.

Propulsione

Oltre al reattore nucleare di bordo, la propulsione è fondamentale per guidare il Poseidon verso il bersaglio previsto. Sebbene le informazioni tecniche dettagliate siano limitate, alcune foto disponibili al pubblico, in particolare quelle che mostrano la sezione posteriore, anche se parzialmente oscurata, insieme a schizzi concettuali, suggeriscono che il Poseidon utilizzi probabilmente un sistema di propulsione a pompa-getto. Questo tipo di propulsione è noto per essere silenzioso, efficiente e estremamente adatto alla navigazione subacquea a lungo raggio. La sua bassa firma acustica e il design chiuso lo rendono ideale per un'arma strategica destinata a muoversi senza essere rilevata attraverso vaste distanze oceaniche.

Invece di utilizzare le tradizionali eliche, i sistemi a pompa-getto aspirano l'acqua attraverso una presa, la spingono attraverso un rotore rotante e poi la espellono dalla parte posteriore per creare la spinta. L'intero meccanismo è racchiuso in un tubo, rendendolo più sicuro e aerodinamico.

Uno dei vantaggi più significativi della propulsione a pompa-getto è il suo funzionamento silenzioso. Poiché le parti mobili sono all'interno di un involucro, non produce tanto rumore quanto le eliche tradizionali. Questo è importante per le missioni che richiedono discrezione, come quelle militari o di osservazione della fauna selvatica. Contribuisce anche a ridurre la cavitazione, che si verifica quando si formano e collassano delle bolle intorno all'elica, causando rumore e danni.



Il modello a pompa-getto

I propulsori a pompa sono anche efficaci nel gestire detriti e ambienti sottomarini difficili. Poiché le pale sono protette, è meno probabile che si aggroviglino o si danneggino. Alcuni modelli consentono persino al veicolo di muoversi in qualsiasi direzione, il che aiuta nelle manovre in spazi ristretti.

Ci sono molti nuovi sviluppi in questo settore. Alcuni propulsori a pompa vengono realizzati con la stampa 3D, il che li rende più economici e facili da personalizzare. Altri utilizzano forme speciali e accorgimenti per il flusso dei fluidi per migliorare le prestazioni a basse velocità. Alcuni modelli di fascia alta possono immergersi in profondità sott'acqua e continuare a funzionare in modo efficiente, mentre i modelli più recenti stanno eliminando gli alberi tradizionali per rendere il sistema più semplice e affidabile.

Naturalmente, i propulsori a getto non sono perfetti. Possono essere meno efficienti delle eliche a velocità molto basse e la loro progettazione richiede test approfonditi e messe a punto accurate. Tuttavia, gli ingegneri stanno lavorando a soluzioni per migliorarli, tra cui l'uso dell'intelligenza artificiale per controllarne il movimento e lo studio di progetti ispirati alla natura per renderli ancora più silenziosi ed efficienti.

La sfida per gli operatori sonar

Il sonar [7] è lo strumento principale utilizzato per individuare i sottomarini. Ne esistono due tipi principali: il sonar attivo, che invia impulsi sonori e ascolta gli echi, e il sonar passivo, che ascolta i suoni nell'acqua. Il sonar passivo è particolarmente importante per individuare i sottomarini silenziosi, come quelli che utilizzano i propulsori a pompa.

I propulsori a pompa sono più silenziosi perché riducono la cavitazione, ovvero la formazione di bolle che collassano e producono rumore. Inoltre, proteggono le parti mobili all'interno di un condotto, contribuendo ad attutire il rumore. Tuttavia, non sono completamente silenziosi. Gli operatori sonar sono addestrati ad ascoltare segnali acustici sottili, come il leggero ronzio dei macchinari, le vibrazioni del rotore e dello statore del propulsore a pompa o persino il rumore dell'acqua che scorre attraverso il condotto.

Il rilevamento diventa un gioco di pazienza e abilità. Gli operatori utilizzano sofisticati sistemi sonar e software per filtrare i rumori di fondo e concentrarsi su frequenze specifiche. Analizzano i modelli, li confrontano con i profili dei sottomarini conosciuti e utilizzano tecniche come l'analisi del movimento del bersaglio per stimare la posizione e il movimento di un contatto. In alcuni casi, si affidano a sonar multistatici, in cui un sistema invia un segnale e gli altri ascoltano il ritorno, aumentando le possibilità di rilevare un sottomarino silenzioso.

Nonostante le difficoltà, i sottomarini a pompa-getto o i veicoli subacquei autonomi possono comunque essere tracciati soprattutto se operano in ambienti rumorosi [perché i sistemi sonar attuali riescono a cancellare il rumore di fondo commerciale lasciando emergere le firme acustiche del sottomarino N.D.T.], se utilizzano attrezzature obsolete o hanno sistemi di propulsione che iniziano a usurarsi e producono più rumore. Ad

esempio, anche i sofisticati sottomarini russi della classe Borei, che utilizzano pompe-
getto, sono stati rilevati a causa delle pompe idrauliche obsolete che, con il tempo, sono
diventate più rumorose.

Poiché il Poseidon si muove molto velocemente, con la possibilità di superare i 100 km/h,
genera più rumore dovuto al flusso dell'acqua, alla turbolenza e alle vibrazioni
meccaniche. Ciò rende più facile per gli operatori sonar rilevarne la firma acustica,
soprattutto se utilizzano reti sonar sensibili progettate per rilevare suoni sottomarini sottili.

Ma ecco il problema: anche se il Poseidon diventa più rilevabile ad alte velocità,
intercettarlo è tutta un'altra storia. A tali velocità, può coprire rapidamente grandi distanze,
riducendo il tempo disponibile per reagire. Le armi antisommersibili tradizionali e gli
intercettori potrebbero avere difficoltà a eguagliare la sua velocità o a prevedere la sua
traiettoria in tempo per neutralizzare la minaccia.

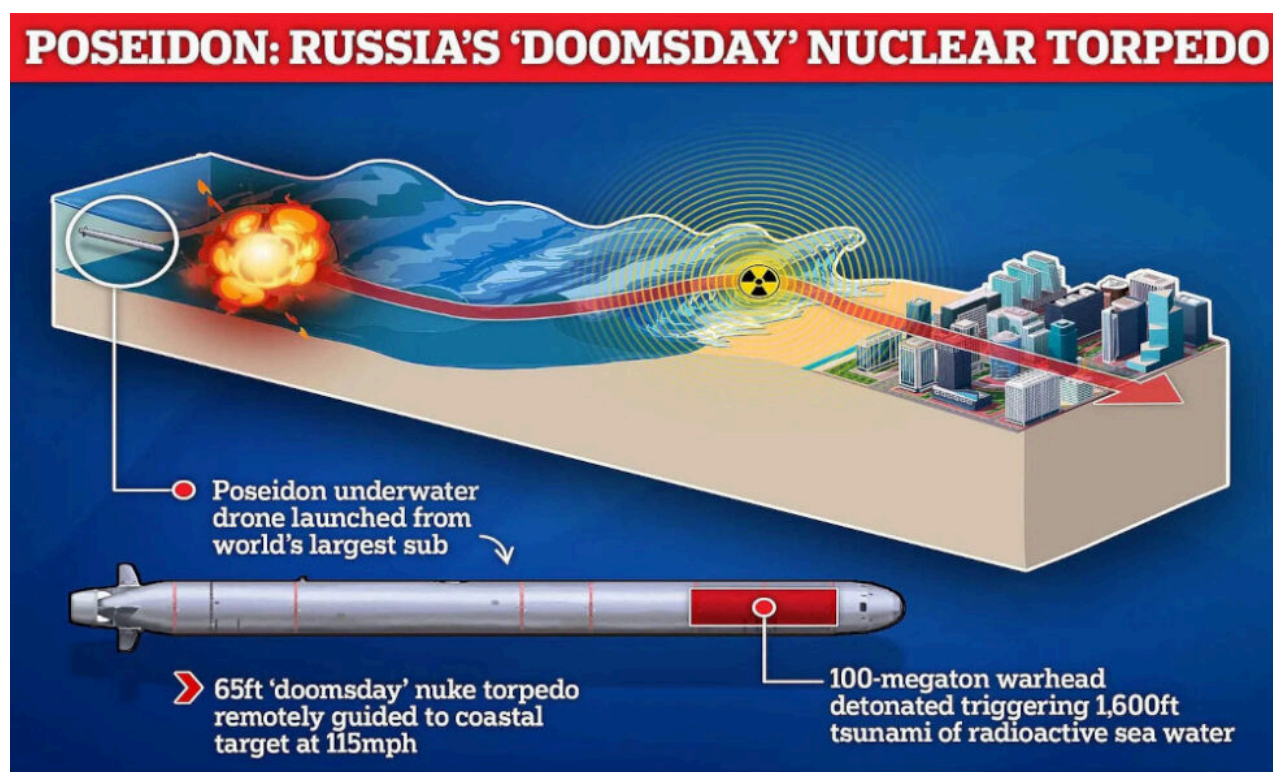
In sostanza, il Poseidon sacrifica parte della sua invisibilità a favore della velocità, ma a
velocità così estreme potrebbe non aver bisogno di nascondersi. La sua capacità di
superare la maggior parte delle difese sottomarine potrebbe renderlo quasi inarrestabile
una volta lanciato.

Testata: generatrice di tsunami (o no)?



Le stime relative alla potenza delle testate sono assai variabili: si va da un valore generalmente compreso intorno ai due megatoni, che suggerisce un dispositivo termonucleare di grandi dimensioni progettato per resistere alle pressioni degli abissi marini e ai lunghi tempi di transito, fino a una gigantesca testata da 100 megatoni, anch'essa fattibile. Nel dibattito pubblico persistono speculazioni su versioni "salate" (progettate per un fallout estremo e persistente), come le testate a base di cobalto per massimizzare la contaminazione. Tuttavia, al momento della pubblicazione di questo articolo non esistono prove affidabili a sostegno della loro esistenza. Da un punto di vista ingegneristico, potenze molto elevate aumenterebbero le dimensioni e la massa delle testate oltre ciò che un corpo delle dimensioni di un siluro potrebbe efficacemente contenere. Pertanto, la stima credibile rimane per ora compresa tra i due e i dieci megatoni. Una potenza del genere è più che sufficiente per devastare qualsiasi porto o città costiera se fatta detonare nelle vicinanze.

Per comprendere gli effetti di una detonazione del Poseidon è necessario ricordare i principi fisici delle esplosioni nucleari sottomarine. Quando un ordigno nucleare esplode sott'acqua, la palla di fuoco in espansione crea un'immensa onda di pressione nell'acqua circostante, nota come shock idraulico, in grado di distruggere navi e strutture sottomarine in un raggio considerevole. L'esplosione genera anche un'enorme bolla di gas caldi che oscilla, talvolta rompendo la superficie ed espellendo un'imponente colonna d'acqua. A basse profondità, questa interazione forma una "onda di base", una nube di nebbia radioattiva che può contaminare pesantemente le aree circostanti. Test storici, come quello del 1946 nell'atollo di Bikini, hanno dimostrato che anche esplosioni sottomarine di potenza relativamente bassa possono rendere le navi e le acque circostanti pericolosamente radioattive per lunghi periodi. Nelle detonazioni in acque profonde, l'onda d'urto e l'energia termica rimangono più confinate, causando meno disturbi in superficie ma creando comunque condizioni catastrofiche per la vita marina e le infrastrutture nel raggio di chilometri.



Le affermazioni pubbliche secondo cui una detonazione del Poseidon potrebbe generare uno "tsunami radioattivo" in grado di inondare intere coste oceaniche non trovano alcun fondamento scientifico. Gli tsunami derivano principalmente dallo spostamento di grandi volumi d'acqua, tipicamente causato da eventi tettonici o frane che deformano il fondale marino su vaste aree. Un'esplosione nucleare, anche su una scala di alcuni megaton, rilascia un'energia immensa, ma la accoppia a onde corte ad alta frequenza che si dissipano rapidamente invece di formare i moti a lunghezza d'onda lunga necessari per gli tsunami in gradi di attraversare gli oceani. Al massimo, una detonazione in prossimità della costa o in acque poco profonde potrebbe produrre potenti onde locali e inondazioni nel raggio di decine di chilometri dal sito, soprattutto se destabilizzasse i sedimenti del fondale marino o provocasse una frana sottomarina. Tuttavia, il tema dello "tsunami che distrugge i continenti" appartiene più alla retorica politica che alla realtà idrodinamica.

Il danno causato a una città costiera dall'attacco di un Poseidon dipenderebbe fortemente dalla profondità e dalla distanza. Una detonazione in acque profonde a diverse centinaia di metri dalla costa distruggerebbe le navi e le installazioni marine vicine, creerebbe un enorme pennacchio di acqua marina contaminata e causerebbe un grave inquinamento radiologico nelle correnti e nei sedimenti locali. L'interfaccia acqua-aria attenuerebbe gli effetti diretti dell'esplosione sulla terraferma, anche se le strutture costiere situate in zone basse potrebbero comunque subire inondazioni e contaminazioni. Se l'esplosione avvenisse in acque poco profonde, vicino a un porto o a un estuario, il potenziale distruttivo aumenterebbe notevolmente. L'esplosione scaverebbe il fondale marino, scaglierebbe milioni di tonnellate di acqua e spruzzi radioattivi sulla costa e inonderebbe i quartieri portuali con fanghi contaminati. Porti, zone industriali e litorali densamente popolati subirebbero danni catastrofici. Allo stesso tempo, i prodotti di fissione aerosolizzati e l'acqua marina contaminata potrebbero depositare livelli pericolosi di radiazioni nelle aree circostanti per mesi e anni. Anche in questo caso, il pericolo principale nell'entroterra deriverebbe dalla contaminazione radioattiva e dalle inondazioni, non dal tipo di danni da sovrappressione tipici delle detonazioni nucleari atmosferiche.

Le conseguenze ambientali di un evento del genere sarebbero devastanti. La vita marina nella zona dell'esplosione verrebbe distrutta all'istante e i radionuclidi residui potrebbero persistere nei sedimenti e nelle catene alimentari per decenni. La pesca e le economie costiere sarebbero paralizzate dalla contaminazione e il ripristino delle infrastrutture portuali potrebbe richiedere decenni.

Alcune considerazioni tecniche sull'esplosione di un Poseidon...

Ciò che accade quando Poseidone esplode vicino alla costa può essere simulato con pacchetti software come ANSYS per un'analisi seria e professionale o, in misura molto ampia, anche con un'intelligenza artificiale, che può eseguire diversi scenari basati su parametri specifici.

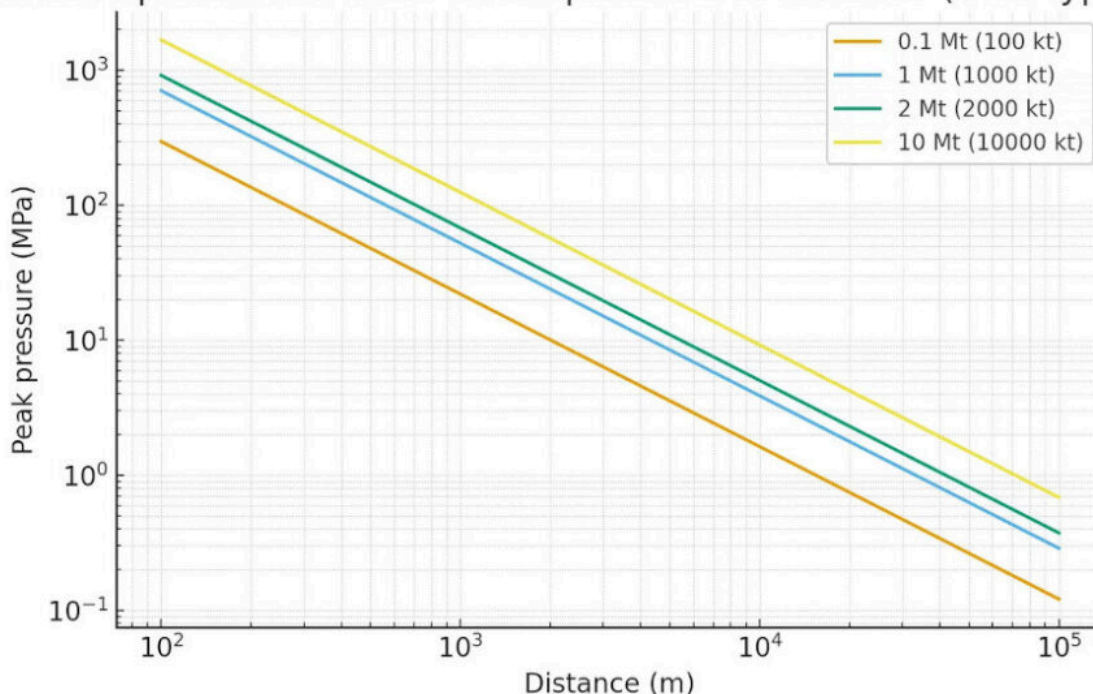
Lo shock subacqueo da ipotetiche detonazioni di classe megaton può essere previsto utilizzando una relazione di scala empirica standard comunemente usata nell'ingegneria delle esplosioni subacquee. La relazione stima la pressione di picco nell'acqua in funzione della potenza esplosiva e della distanza radiale. In forma semplificata, l'equazione utilizzata è:

$$P_{\text{peak}} = 52,4 \times 10^6 \cdot (W^{1/3} / R)^{1,13}, [\text{Pa}] ,$$

dove W è la massa equivalente di TNT in chilogrammi e R è la distanza dall'esplosione in metri. Questa formula è un adattamento empirico ingegneristico (un ridimensionamento di tipo Cole) che produce stime ragionevoli di primo ordine dell'impulso di pressione breve e intenso che una grande esplosione sottomarina creerebbe; non sostituisce una simulazione numerica completa dell'idrocode che includa la profondità, la geometria del fondale marino, la dinamica delle bolle o la batimetria costiera.

Per ottenere un quadro più ampio dell'effetto, la formula sopra menzionata è stata applicata a quattro potenze ipotetiche che racchiudono le stime pubbliche comunemente discusse per un'arma della classe Poseidon: 0,1 Mt, 1 Mt, 2 Mt e 10 Mt. Le distanze sono state valutate da 100 m fino a 100 km su una griglia logaritmica e i risultati mostrano come il picco di pressione subacquea decada con una portata di oltre due ordini di grandezza.

Estimated peak underwater shock pressure vs distance (Cole-type scalar)



I risultati calcolati sono pressioni subacquee di picco in MPa (Megapascal) e psi, e i valori numerici sono stati raggruppati in “fasce di danno” pratiche per una maggiore intuitività: pressioni superiori a ~100 MPa rientrano nella fascia catastrofica per le navi vicine e le strutture sommerse, 10-100 MPa è una fascia di danno grave, 1-10 MPa è grave (sufficiente a rompere piccoli scafi o danneggiare sistemi sottomarini sensibili), 0,1-1 MPa è significativo e al di sotto di ~0,01 MPa gli effetti diretti dell’urto su grandi navi o installazioni costiere diventano minimi. Queste fasce sono approssimazioni ingegneristiche, non soglie precise di cedimento strutturale, e sono incluse solo per aiutare a interpretare le distanze in termini familiari. Per presentare numeri concreti, ecco i raggi [8] (arrotondati) ai quali la pressione subacquea di picco decade fino a soglie selezionate per ogni resa che ho modellato. Per 0,1 Mt (Megaton), il raggio a 100 MPa è di circa 260 m, a 10 MPa di circa 2,0 km, a 1 MPa di circa 15,4 km e a 0,1 MPa di circa 118 km. Per 1 Mt, questi raggi si spostano verso l’esterno: circa 564 m a 100 MPa, 4,3 km a 10 MPa, 33,2 km a 1 MPa e 255 km a 0,1 MPa. Per 2 Mt, i raggi comparabili sono rispettivamente circa 711 m, 5,5 km, 41,9 km e 321 km. Queste distanze sono le distanze radiali in linea retta in acqua alle quali il picco d’urto istantaneo modellizzato scende alle soglie di pressione indicate; queste distanze non corrispondono automaticamente ai “raggi di danno alla costa” senza tenere conto della profondità, della geometria e della batimetria locale.

Per interpretare il significato pratico di tali raggi è necessario tenere presente due importanti fatti fisici. In primo luogo, l'impulso di pressione nell'acqua è altamente dannoso a brevi distanze perché l'acqua trasmette le onde d'urto in modo estremamente efficace; le navi e i sottomarini che si trovassero all'interno dei raggi interni sopra elencati subirebbero carichi letali in grado di distruggere le strutture. In secondo luogo, la conversione di quell'energia intensa e a lunghezza d'onda corta in onde tsunami a lunghezza d'onda lunga è inefficiente. I grandi tsunami che attraversano gli oceani sono prodotti in modo più efficiente da rapidi spostamenti verticali su larga scala del fondale marino (come grandi terremoti o massicci smottamenti sottomarini), piuttosto che da esplosioni anche di enorme potenza. Ciò che un'esplosione sottomarina di potenza megatonica produce in modo affidabile sono enormi effetti locali: se la detonazione è profonda e al largo, si ottiene una forte onda d'urto sottomarina e una dinamica di bolle che può schiacciare o danneggiare le imbarcazioni e contaminare pesantemente la colonna d'acqua circostante; se la detonazione è superficiale o vicina alla costa, la stessa energia si accoppia fortemente alla superficie libera producendo violente colonne d'acqua locali, una elevata risalita locale, violente inondazioni costiere nella zona litoranea immediatamente circostante e una densa "onda di base" e spruzzi che possono depositare radioattività attivata e derivata dalla fissione sulle spiagge, sulle navi e sulle infrastrutture portuali. In altre parole, le esplosioni poco profonde vicino alla costa sono lo scenario peggiore per una città costiera perché massimizzano sia i danni idraulici che la contaminazione radioattiva locale; le esplosioni profonde massimizzano lo shock subacqueo e i danni sotto la superficie, ma sono meno efficaci nel creare tsunami a lungo raggio, a meno che non provochino un significativo cedimento del pendio sottomarino.

Il ridimensionamento numerico è molto utile per valutare l'estensione spaziale dello shock idraulico breve e potente e mostra che i rendimenti multi-megaton spingono la fascia di danni gravi (~ 1 MPa) fino a decine di chilometri in molti casi. Tuttavia, il ridimensionamento omette diversi fenomeni che influenzano fortemente gli esiti effettivi sulle coste: la profondità dell'esplosione e il modo in cui la bolla di gas in espansione interagisce con la superficie del mare o il fondale marino (ad esempio, una bolla che colpisce la superficie amplifica l'onda d'urto e le colonne d'acqua), la batimetria locale e la geometria costiera (baie, piattaforme e estuari possono concentrare o amplificare le onde), l'oscillazione delle bolle e la creazione di un'onda di base che trasporta la contaminazione nell'entroterra sotto forma di aerosol, e il complesso trasporto oceanografico dei radionuclidi disciolti e particolati. Omette inoltre la distinzione tra l'energia delle onde a lunghezza d'onda corta (che le esplosioni generano facilmente) e le modalità degli tsunami a lunghezza d'onda lunga. I test nucleari sottomarini storici come l'Operazione *Crossroads Baker* (23 Kt [Kilotoni] in acque poco profonde) hanno dimostrato la combinazione pratica di un forte potere distruttivo locale e di un'intensa contaminazione radioattiva, ma non hanno generato tsunami che hanno attraversato l'oceano; la letteratura analitica moderna concorda sul fatto che anche le esplosioni di classe megaton non sono efficienti generatori di tsunami su scala di bacino, a meno che non provochino una massiccia frana sottomarina.

Di seguito sono riportati alcuni screenshot dei risultati ottenuti con il foglio di calcolo Excel:

Yield	Yield_kt	Distance_r	PeakPressure_Pa	PeakPressure_MPa	PeakPressure_psi	DamageBand
2 Mt (2000 kt)		2000	100	917739135.8	917.7391358	133106.8137 Catastrophic (>100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	200	419329442.7	419.3294427	60818.59632 Catastrophic (>100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	300	265199215	265.199215	38463.89582 Catastrophic (>100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	400	191598216.4	191.5982164	27788.97304 Catastrophic (>100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	500	148896039.9	148.8960399	21595.5457 Catastrophic (>100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	600	121173691.6	121.1736916	17574.75885 Catastrophic (>100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	700	101802505.5	101.8025055	14765.20572 Catastrophic (>100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	800	87544237.96	87.54423796	12697.21877 Severe (10â€"100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	900	76634656.72	76.63465672	11114.91772 Severe (10â€"100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	1000	68032942.02	68.03294202	9867.34421 Severe (10â€"100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	2000	31085321.03	31.08532103	4508.544831 Severe (10â€"100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	3000	19659489.41	19.65948941	2851.36799 Severe (10â€"100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	4000	14203372	14.203372	2060.025031 Severe (10â€"100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	5000	11037815.92	11.03781592	1600.899919 Severe (10â€"100 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	6000	8982729.857	8.982729857	1302.834873 Serious (1â€"10 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	7000	7546723.993	7.546723993	1094.559822 Serious (1â€"10 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	8000	6489744.017	6.489744017	941.2578307 Serious (1â€"10 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	9000	5681005.587	5.681005587	823.9602333 Serious (1â€"10 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	10000	5043351.667	5.043351667	731.4763474 Serious (1â€"10 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	15848.93	2997224.349	2.997224349	434.7106575 Serious (1â€"10 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	25118.86	1781226.928	1.781226928	258.345135 Serious (1â€"10 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	39810.72	1058569.196	1.058569196	153.5324879 Serious (1â€"10 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	63095.73	629099.3725	0.629099373	91.24315368 Significant (0.1â€"1 MPa)
2 Mt (2000 kt)		2000	100000	373868.8241	0.373868824	54.22509076 Significant (0.1â€"1 MPa)

Poseidon con testata di 2 Mt – pressioni di picco sott’acqua

Yield	Yield_kt	Distance_r	PeakPressure_Pa	PeakPressure_MPa	PeakPressure_psi	DamageBand
10 Mt (10000 kt)		10000	100	1682666133	1682.666133	244050.0996 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	200	768836616.1	768.8366161	111510.3282 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	300	486240283.4	486.2402834	70523.19369 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	400	351293539.9	351.2935399	50950.82248 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	500	272999498.2	272.9994982	39595.2313 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	600	222170831.6	222.1708316	32223.15618 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	700	186653942.9	186.6539429	27071.86677 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	800	160511542.5	160.5115425	23280.232 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	900	140508927.2	140.5089272	20379.0978 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	1000	124737763.7	124.7377637	18091.68382 Catastrophic (>100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	2000	56994645.74	56.99464574	8266.374832 Severe (10â€"100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	3000	36045490.18	36.04549018	5227.956573 Severe (10â€"100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	4000	26041749.88	26.04174988	3777.03665 Severe (10â€"100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	5000	20237732.39	20.23773239	2935.235047 Severe (10â€"100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	6000	16469751.28	16.46975128	2388.735568 Severe (10â€"100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	7000	13836847.94	13.83684794	2006.865209 Severe (10â€"100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	8000	11898885.03	11.89888503	1725.78744 Severe (10â€"100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	9000	10416070.67	10.41607067	1510.723391 Severe (10â€"100 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	10000	9246938.169	9.246938169	1341.15505 Serious (1â€"10 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	15848.93	5495382.845	5.495382845	797.0379297 Serious (1â€"10 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	25118.86	3265862.933	3.265862933	473.6733917 Serious (1â€"10 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	39810.72	1940876.732	1.940876732	281.5003824 Serious (1â€"10 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	63095.73	1153447.823	1.153447823	167.2934699 Serious (1â€"10 MPa)
10 Mt (10000 kt)		10000	100000	685484.9965	0.685484997	99.42119737 Significant (0.1â€"1 MPa)

Poseidon con testata di 10 Mt – pressioni di picco sott’acqua

Un esempio: Londra, Regno Unito

Chiariamo ora il testo precedente, che potrebbe risultare troppo tecnico per alcuni lettori, con un esempio concreto: Londra, Regno Unito. Supponiamo che venga utilizzata la testata più potente. Una detonazione nucleare sottomarina da 100 megatoni vicino a Londra sarebbe un evento catastrofico e devastante per la città, causerebbe immediatamente un numero enorme di vittime nella zona dell’esplosione, gravi danni strutturali su un’area molto più ampia a causa dello shock sottomarino e degli effetti idrodinamici, un’estesa contaminazione radioattiva del mare e della costa e profonde conseguenze sociali, economiche e ambientali a lungo termine. Sebbene il modello preciso di distruzione dipenda da variabili quali la posizione esatta (distanza dalla costa, profondità dell’esplosione, topografia locale del fondale marino), le condizioni di marea e il tempo atmosferico, i seguenti effetti generali sarebbero validi in tutti gli scenari plausibili.

Se il dispositivo esplodesse nell'estuario del Tamigi o a pochi chilometri dalla costa, il primo effetto sarebbe un'immensa onda d'urto sottomarina. Poiché l'acqua è quasi incompressibile, gran parte dell'energia dell'ordigno si propagherebbe sotto forma di un violento impulso di pressione attraverso la colonna d'acqua. In prossimità del punto zero, ciò distruggerebbe le navi, frantumerebbe i moli e le difese costiere e danneggerebbe gravemente le infrastrutture sommerse. A terra, l'onda d'urto che si propagherebbe nel fondale marino provocherebbe forti scosse al suolo, compromettendo le fondamenta degli edifici, i tunnel e le infrastrutture interrato.

Nel punto di detonazione, una colossale colonna d'acqua, alta da decine a centinaia di metri, erutterebbe verso il cielo prima di ricadere in un turbinoso pennacchio di spruzzi. Questo crollo potrebbe generare un'onda di marea in rapido avanzamento o una serie di grandi onde dirette verso la costa. Il fatto che queste si trasformino in un vero e proprio tsunami in grado di radere al suolo la città dipende da fattori tecnici quali la resa, la profondità e la geometria del fondale marino. Mentre gli oceanografi contestano le affermazioni relative a tsunami su scala continentale causati da singole esplosioni, un'esplosione molto grande in acque poco profonde vicino alla costa produrrebbe probabilmente onde abbastanza potenti da inondare le zone basse dell'estuario, spazzare via le strutture lungo il fiume e allagare violentemente le parti di Londra più vicine al Tamigi, in particolare i suoi moli e i quartieri sul lungofiume, i corridoi di trasporto e le infrastrutture fluviali.

Gli effetti termici di un'esplosione sottomarina sono significativamente attenuati rispetto a un'esplosione in atmosfera, poiché l'acqua assorbe la maggior parte dell'impulso termico iniziale. Tuttavia, incendi secondari potrebbero scoppiare a causa della rottura delle condutture del gas, degli archi elettrici e del crollo degli edifici, innescando incendi diffusi in tutta l'area urbana danneggiata. L'esplosione produrrebbe anche un'enorme "onda di base", una nube densa e veloce di nebbia radioattiva composta da acqua di mare polverizzata e detriti particolati, che potrebbe essere spinta verso l'interno dal vento, contaminando strade, edifici e persone.

La dispersione radioattiva causata da un'esplosione sottomarina differisce notevolmente da quella causata da un'esplosione aerea. Gran parte delle ricadute radioattive viene trascinata dall'acqua, rendendo altamente radioattivi il mare circostante e qualsiasi spruzzo aerosolizzato. Goccioline fini e sedimenti contaminati possono essere trasportati nell'entroterra, con la formazione di punti caldi radioattivi localizzati ma intensi, specialmente vicino alla costa. A differenza delle ricadute radioattive fini trasportate dal vento dalle esplosioni ad alta quota, che possono viaggiare a livello globale, un'esplosione subacquea vicino alla costa concentra la contaminazione nell'ambiente marino e nella zona costiera immediatamente circostante e una concentrazione del genere è sufficientemente grave da rendere pericolosi per decenni i porti, le spiagge e le rive dei fiumi. Il bioaccumulo a lungo termine nella fauna marina e nei sedimenti comporterebbe ulteriori rischi per la salute pubblica e l'ecologia.

Il bilancio delle vittime sarebbe devastante. Nell'immediato, chi si trovasse nelle zone colpite dall'esplosione e dall'inondazione si troverebbe ad affrontare condizioni insostenibili: sovrappressioni estreme, annegamento, lesioni traumatiche causate dal crollo delle strutture e esposizione acuta e letale alle radiazioni. I servizi di emergenza crollerebbero: ospedali, reti elettriche, sistemi idrici e comunicazioni nelle zone più colpite sarebbero probabilmente distrutti o resi inutilizzabili. Le vie di accesso bloccate o distrutte paralizzerebbero le operazioni di evacuazione e soccorso. Nei giorni e nelle settimane successivi, altre migliaia di persone soffrirebbero di malattie da radiazioni, infezioni, mancanza di acqua potabile e interruzione delle cure mediche. Il trauma psicologico, lo sfollamento della popolazione e la perdita delle funzioni civiche essenziali provocherebbero ripercussioni a livello nazionale e globale.

Le conseguenze ambientali ed economiche sarebbero estreme e durature. L'estuario del Tamigi e gli ecosistemi costieri adiacenti sarebbero gravemente contaminati; infrastrutture marittime fondamentali come porti, banchine e rotte di navigazione potrebbero rimanere inutilizzabili per anni o decenni. La decontaminazione dell'acqua marina radioattiva, la rimozione dei sedimenti contaminati e la ricostruzione delle infrastrutture distrutte richiederebbero risorse e tempi senza precedenti, con costi astronomici, anche se incerti. Dato il ruolo di Londra come centro finanziario e logistico globale, l'interruzione del commercio internazionale, della finanza e delle catene di approvvigionamento sarebbe profonda. Dal punto di vista politico e militare, un attacco di questo tipo provocherebbe una crisi internazionale immediata e grave con ramificazioni geopolitiche di vasta portata.

È fondamentale riconoscere l'incertezza ed evitare il sensazionalismo. Una potenza di 100 Mt è straordinaria, doppia rispetto al più grande test nucleare mai condotto (la Tsar Bomba sovietica, circa 50 Mt), e gli esperti rimangono scettici di fronte ad affermazioni esagerate, come quella di tsunami che coprirebbero un intero continente causati da un singolo ordigno. Lievi variazioni di profondità, posizione rispetto alla foce dell'estuario o batimetria locale possono alterare drasticamente il comportamento delle onde, concentrando o dissipando l'energia lungo diversi tratti di costa. Tuttavia, anche tenendo conto di queste incertezze, una detonazione di questa portata in prossimità della costa costituirebbe un disastro senza precedenti per Londra e la regione circostante.



Il vettore Poseidon

Il posizionamento del Poseidon vicino a un obiettivo richiede un vettore subacqueo dedicato. Sebbene la sua propulsione nucleare elimini i limiti pratici di portata e consenta tecnicamente il lancio dalle acque territoriali russe, l'utilizzo di un lanciatore basato su sottomarino offre la flessibilità operativa necessaria per dispiegare e lanciare il sistema da quasi qualsiasi posizione.

Nella Marina russa esistono due piattaforme distinte designate come vettori autonomi di veicoli sottomarini nucleari. Si tratta dei sottomarini Belgorod e Khabarovsk. Lo sviluppo di questi due sottomarini riflette un deliberato sforzo russo di creare piattaforme sottomarine che non siano semplicemente sottomarini d'attacco convenzionali (SSN hunter-killer) o sottomarini lanciamissili balistici (SSBN), ma piuttosto vettori appositamente costruiti per sistemi autonomi a lunga autonomia e carichi utili per missioni speciali. Belgorod, la prima di queste piattaforme ad essere riconosciuta pubblicamente dalle fonti occidentali, era nata come scafo del Progetto 949A (Oscar-II) prima di essere pesantemente rielaborata nel Progetto 09852; la conversione aveva prodotto un enorme sottomarino con volume interno destinato a veicoli dispiegabili, hangar e sistemi di missione specializzati piuttosto che un puro carico di missili da crociera. Le descrizioni tecniche disponibili al pubblico collocano il dislocamento in immersione del Belgorod nell'ordine di decine di migliaia di tonnellate e la sua lunghezza tra i 170 e i 180 metri, cifre che lo rendono uno dei sottomarini operativi più grandi al mondo e in linea con il suo ruolo di "nave madre" per sistemi senza equipaggio e grandi carichi utili.

Evolution of Public Knowledge of Belgorod Submarine, Russian Navy



Evoluzione del sottomarino Belgorod. Crediti: *CovertShores*.

Secondo fonti aperte, il Belgorod è stato modificato per trasportare più veicoli Poseidon (le cifre comunemente citate arrivano fino a sei), installati in baie di lancio esterne o interne dimensionate per siluri di grandi dimensioni o veicoli autonomi. Questo collegamento tra Belgorod e Poseidon è la base principale per etichettare Belgorod come un asset strategico e per missioni speciali: se il Poseidon è dotato di una testata nucleare e di una lunga autonomia, allora il sottomarino che lo ospita diventa parte dell'architettura di deterrenza strategica della Russia, non solo una piattaforma sperimentale. Detto questo, fonti aperte sottolineano che molti dettagli operativi, come i meccanismi di lancio interni, i collegamenti di comando e controllo e le caratteristiche effettive della testata e della propulsione del Poseidon, rimangono ufficialmente oscuri [9].



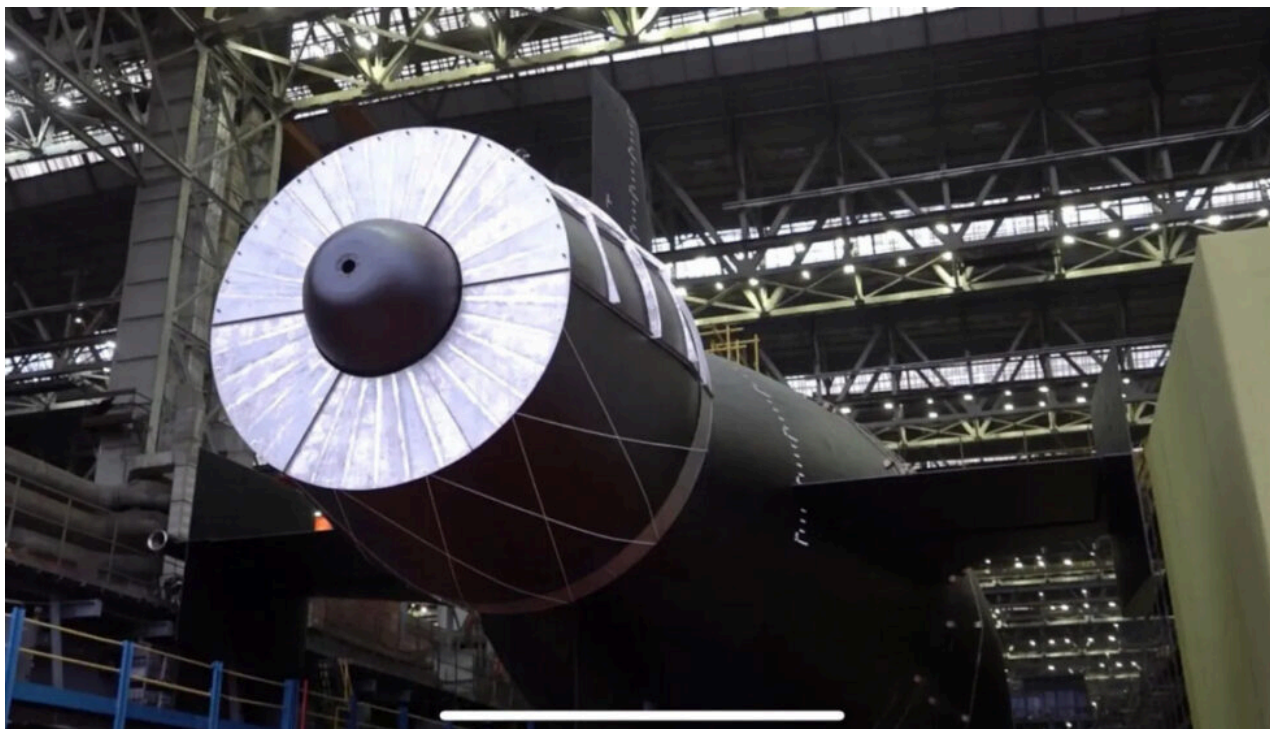
Progetto 09852 Belgorod. Crediti: *CovertShores*.

Khabarovsk è il progetto successivo, concepito fin dall'inizio come vettore dedicato per i Poseidon. Presentato nelle fonti aperte come Progetto 09851 (talvolta riportato come 08951), Khabarovsk rappresenta una filosofia di progettazione diversa: invece di convertire un grande scafo esistente, la marina militare ha cercato una classe appositamente costruita con baie e sistemi specifici per il trasporto in serie di più siluri autonomi di grandi dimensioni. Le immagini e le notizie del 2024-2025 indicano che Khabarovsk è stato varato e sta procedendo con l'allestimento e le prove; il battello è descritto come più piccolo del Belgorod, ma ottimizzato per trasportare più unità Poseidon, trasferendo così la capacità da un singolo banco di prova a una classe operativa. Gli analisti indipendenti avvertono che i programmi di costruzione e messa in servizio, nonché il numero effettivo di Poseidon installati su ciascuna imbarcazione, possono cambiare a seconda delle priorità del programma e degli ostacoli tecnici.



Progetto 09851 Khabarovsk. Crediti: CovertShores.





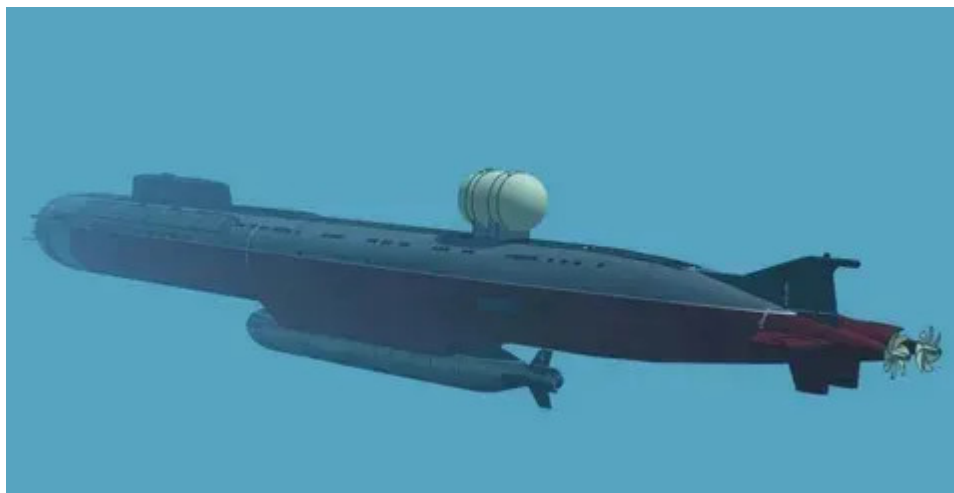
Il Khabarovsk con la caratteristica propulsione a pompa-getto oscurata.

Dal punto di vista tecnico, la combinazione di un grande sottomarino vettore e di un veicolo subacqueo a propulsione nucleare presenta diverse sfide e opportunità ingegneristiche e operative distintive. Dal punto di vista dei sistemi, il vettore deve fornire capacità di lancio fisico (una baia, una culla o un espulsore verticale/orizzontale dimensionato per un veicolo delle dimensioni di un siluro massiccio), sistemi di movimentazione a bordo, controllo ambientale per carichi utili a lunga durata, collegamenti dati e comunicazioni per l'assegnazione delle missioni e la telemetria, nonché strutture di manutenzione e recupero, ove pertinente. I lavori di conversione del Belgorod e le immagini interne suggeriscono che lo spazio e i sistemi di movimentazione sono sufficientemente grandi da soddisfare queste esigenze; ci si può aspettare che un Khabarovsk appositamente costruito integri tali sistemi in modo più efficace, riducendo la necessità di modifiche sul campo e migliorando la frequenza delle sortite. Critici e analisti indipendenti sottolineano anche i compromessi in termini di sopravvivenza: scafi più grandi con aperture nella stiva e carenature esterne possono presentare caratteristiche acustiche e idrodinamiche diverse da quelle dei sottomarini d'attacco o dei sottomarini lanciamissili balistici, influenzando potenzialmente la rilevabilità e i profili di transito.

I concetti operativi per l'impiego rientrano in diverse categorie generali ma sovrapposte: deterrenza strategica, negazione dell'accesso e attacchi costieri, missioni di ricognizione o di attacco di lunga durata utilizzando sistemi autonomi. Se il Poseidon è effettivamente un veicolo a propulsione nucleare a lungo raggio dotato di armi nucleari, le opzioni di dispiegamento vanno dal posizionamento avanzato nelle acque territoriali russe al transito e al dispiegamento segreto dalle aree di pattugliamento nell'Artico, nel Nord Atlantico o nelle zone di approccio del Pacifico. Le dimensioni e la dotazione di sensori/comunicazioni del Belgorod suggeriscono che esso possa operare come piattaforma di appoggio avanzata, trasportando un piccolo numero di veicoli Poseidon in aree al di là delle coste russe, da dove potrebbero essere lanciati verso gli obiettivi. Il

Khabarovsk, come vettore seriale di Poseidon, consentirebbe schieramenti più distribuiti e ridondanti tra le flotte e i teatri operativi. In pratica, i comandanti operativi valuterebbero il rischio di esporre il vettore rispetto al valore della base avanzata: mantenere il vettore in acque nazionali più sicure riduce il rischio di transito ma allunga il transito sottomarino richiesto dal siluro; lo schieramento avanzato lo accorcia ma aumenta la possibilità di essere individuati e di subire perdite [10].

Una routine operativa concreta potrebbe quindi presentarsi in termini plausibili, sulla base delle informazioni rese pubbliche e delle prassi navali: il vettore riceve l'incarico di missione e il carico dei veicoli in porto, salpa per un lungo viaggio in modalità stealth verso un'area di pattugliamento designata, stabilisce una posizione di sorveglianza a basso profilo mentre scambia dati crittografati relativi all'incarico e agli obiettivi con il comando superiore e forse con sensori spaziali o oltre l'orizzonte, quindi, in condizioni favorevoli, rilascia uno o più veicoli autonomi diretti a waypoint o aree obiettivo designate. L'architettura delle comunicazioni è fondamentale in questa sequenza; i veicoli devono essere sufficientemente autonomi per completare le missioni anche con comunicazioni limitate, e il vettore deve mantenere la capacità di interrompere, recuperare o riassegnare le risorse, se necessario. Fonti aperte indicano che il Belgorod è stato ampiamente utilizzato in prove con veicoli subacquei senza equipaggio e che la Russia ha sperimentato navi di supporto di superficie per il lavoro del Poseidon, suggerendo un approccio misto alla flotta per i test e, potenzialmente, alle operazioni [11].



Le implicazioni strategiche e operative sono molteplici e meritano attente precisazioni. Dal punto di vista della deterrenza, le armi in grado di vagare o avvicinarsi agli obiettivi costieri da approcci sottomarini possono complicare le difese avversarie e aumentare la soglia politica del conflitto. Tuttavia, le presunte capacità di Poseidon, quali autonomia, velocità, profondità e potenza della testata, sono state riportate in modo variabile, talvolta con cifre sensazionali; le informazioni aperte e le analisi tecniche indipendenti variano in termini di affidabilità riguardo ai precisi meccanismi distruttivi (ad esempio, la fattibilità di una potenza detonata in mare in grado di produrre uno tsunami di portata strategica è oggetto di dibattito tra oceanografi e scienziati esperti di armi). Le dichiarazioni pubbliche dei funzionari russi che annunciano test o capacità tendono ad essere politicamente rilevanti e dovrebbero essere verificate con analisi tecniche; fonti indipendenti e osservatori tecnici hanno documentato test e prove, ma non possono verificare in modo

indipendente tutte le affermazioni sulle prestazioni fatte dai leader nazionali.

L'atteggiamento analitico più responsabile è quello di accettare il fatto che i sistemi esistono e sono in fase di integrazione, trattando al contempo le affermazioni specifiche sulle prestazioni, in particolare gli scenari catastrofici di tsunami, con cauto scetticismo, a meno che non siano corroborate in modo indipendente.

Per quanto riguarda la posizione delle forze armate e il comando e controllo, l'integrazione di veicoli nucleari autonomi con sistemi di comando strategici crea complesse sfide in termini di autorizzazione e sicurezza. Qualsiasi dottrina di dispiegamento credibile dovrebbe affrontare questioni quali l'autorità di rilascio sicuro, le misure di sicurezza, il monitoraggio ambientale per ridurre il rischio di fratricidio e impatti indesiderati, e il mantenimento delle comunicazioni con risorse che potrebbero essere progettate per operare in immersione per lunghi periodi. Le fonti aperte non rivelano e non possono rivelare le procedure di comando classificate, ma gli osservatori notano che la lunga storia della Russia nel campo dei sottomarini per missioni speciali gestiti da direzioni di ricerca civili (ad esempio, la sua Direzione principale per la ricerca oceanica) implica una separazione tra il comando della flotta convenzionale e le organizzazioni che potrebbero avere la responsabilità dei sistemi autonomi strategici. Tale separazione aumenta sia l'ambiguità procedurale che i potenziali rischi di escalation se il controllo operativo è diffuso tra enti di ricerca militari e civili.

Poiché gran parte delle informazioni tecniche relative alla propulsione, alla precisione di guida e alle caratteristiche delle testate del Poseidon non sono di dominio pubblico, un'analisi prudente privilegia la pianificazione di scenari piuttosto che affermazioni definitive. Uno scenario con ipotesi moderatamente conservative prevede che Belgorod e Khabarovsk saranno utilizzati principalmente come riserve strategiche e banchi di prova per armi sottomarine autonome, strumenti di deterrenza che aumentano l'incertezza per gli avversari regionali, ma non come risorse di prima linea. Uno scenario alternativo, più aggressivo, prevede che le imbarcazioni della classe Khabarovsk siano prodotte in numero modesto e assegnate alle aree di pattugliamento della flotta per creare più nodi di lancio dispersi per carichi strategici autonomi. Lo scenario che si realizzerà dipenderà dalla maturazione tecnica, dalle scelte di bilancio, dall'addestramento dell'equipaggio e dagli obiettivi geopolitici. Le notizie diffuse tra il 2024 e il 2025 suggeriscono che la Russia sta almeno passando dalla fase di banco di prova alla produzione in serie, ma la portata e il ritmo di tale cambiamento rimangono soggetti a variabili programmatiche e diplomatiche [12].

Dal punto di vista delle politiche e della stabilità, la comparsa di sottomarini appositamente progettati per sistemi nucleari autonomi solleva interrogativi in materia di controllo degli armamenti, sorveglianza e guerra antisommergibile, nonché gestione delle crisi. Gli strumenti esistenti per il controllo degli armamenti non sono stati concepiti tenendo conto dei veicoli nucleari autonomi subacquei e la natura opaca delle attività di conversione per missioni speciali complica le misure di trasparenza. Per le marine militari e i responsabili della pianificazione della difesa degli altri Paesi, la priorità operativa sarà quella di migliorare le capacità di rilevamento, tracciamento e attribuzione sottomarine; per i responsabili politici, il compito sarà quello di valutare se siano necessarie nuove

misure di rafforzamento della fiducia o regimi di verifica tecnica per ridurre il rischio di errori di valutazione in situazioni di crisi che coinvolgano nuovi sistemi autonomi lanciati da sottomarini.

Sommario

In sintesi, il sistema Poseidon rappresenta un'estensione tecnicamente fattibile ma strategicamente estrema delle tecnologie nucleari e navali conosciute. Probabilmente utilizza un reattore veloce compatto raffreddato a metallo liquido per ottenere un funzionamento a lunga distanza e ad alta velocità a grandi profondità, trasporta una testata da 2-100 Mt e potrebbe infliggere danni locali catastrofici e contaminare qualsiasi obiettivo costiero. Tuttavia, l'idea che possa provocare tsunami radioattivi in tutto l'oceano non è supportata dalla fisica. Il suo vero significato potrebbe risiedere meno nella fisica che nel suo simbolismo: un'arma progettata per proiettare l'immagine della deterrenza definitiva minacciando intere società costiere, anche se i meccanismi pratici di tale annientamento sono più limitati di quanto suggerisca l'immaginario popolare.

Dal punto di vista politico, l'impiego del Poseidon aggiunge una nuova dimensione alla deterrenza strategica. La sua natura autonoma e la sua percezione come arma "apocalittica" suggeriscono che si tratti di un'arma destinata più a inviare un segnale psicologico e geopolitico che ad essere utilizzata sul campo di battaglia. La sua semplice esistenza sfida i tradizionali quadri di controllo degli armamenti e complica i calcoli di stabilità introducendo un nuovo asse sottomarino di deterrenza nucleare.

Nonostante la crescente letteratura pubblica, molti dettagli rimangono sconosciuti. Il design del reattore, le prestazioni effettive, la configurazione della testata e persino lo stato di dispiegamento sono segreti gelosamente custoditi. La modellizzazione dell'idrodinamica di una detonazione subacquea multi-megaton è intrinsecamente incerta, poiché non sono mai stati condotti test su larga scala con tali rese o profondità. Le estrapolazioni da test storici su scala minore forniscono indicazioni utili, ma non sono in grado di cogliere tutti gli effetti non lineari della dinamica delle bolle in acque profonde o delle interazioni costiere. Inoltre, l'intento strategico alla base del Poseidon, sia esso un deterrente di seconda linea, un'arma di terrore o un sistema di negazione dell'accesso, rimane speculativo e politicamente delicato.



Mike Mihajlovic

Riferimenti:

[1](#)

For comparison, the biggest ever nuclear bomb detonated on 17 October 1961 was the Soviet Tsar-Bomba (AN602) with a yield of 50-58 Mt.

[2](#)

IAEA technical report: *Liquid Metal Cooled Reactors: Experience in Design and Operation* (TE-1569) – review of liquid-metal reactor experience (sodium, lead-bismuth) and materials/operational issues.

[3](#)

“Lead-bismuth cooled reactors: history and the potential of ...” (technical review) — discussion of LBE history and the 1958 prototype onward.

[4](#)

TOPAZ nuclear reactor overview (history of TOPAZ-I / TOPAZ-II; Kurchatov Institute involvement; US purchases/testing in the 1990s).

[5](#)

BM-40A / OK-550 descriptions and Project 705 technical notes (Alfa class submarine reactor details).

[6](#)

World Nuclear Association / ARIS materials on BN series and Beloyarsk BN-600/BN-800 operations.

[7](#)

Sound Navigation and Ranging

[8](#)

Radii is the plural of radius.

[9](#)

<https://www.naval-technology.com/projects/k-329-belgorod-nuclear-powered-submarine-russia/>

[10](#)

<https://www.naval-technology.com/projects/k-329-belgorod-nuclear-powered-submarine-russia/>

[11](#)

<https://www.twz.com/sea/powered-test-of-poseidon-nuclear-torpedo-putin-claims>

[12](#)

<https://www.thebarentsobserver.com/security/here-comes-russias-first-serial-submarine-to-carry-nuclearpowered-gigatorpedoes/439639>

Fonte: bmanalysis.substack.com

Link: <https://bmanalysis.substack.com/p/poseidon-the-ultimate-weapon-of-vengeance>