



FIE

Facultad de Ingeniería del Ejército
"Gr1 Div MANUEL N. ICOLÁS SAVIO"



Centro de Estudios Gr1 Mosconi
Prospectiva Tecnológica Militar

ESTADO DEL ARTE DE SISTEMAS DE BLINDAJES REACTIVOS Y ACTIVOS

**CICLO DE EXPOSICIONES SOBRE
TECNOLOGÍA MILITAR
EN EL CMN**

03 Sep 2019

ESTADO DEL ARTE DE SISTEMAS DE BLINDAJES REACTIVOS Y ACTIVOS

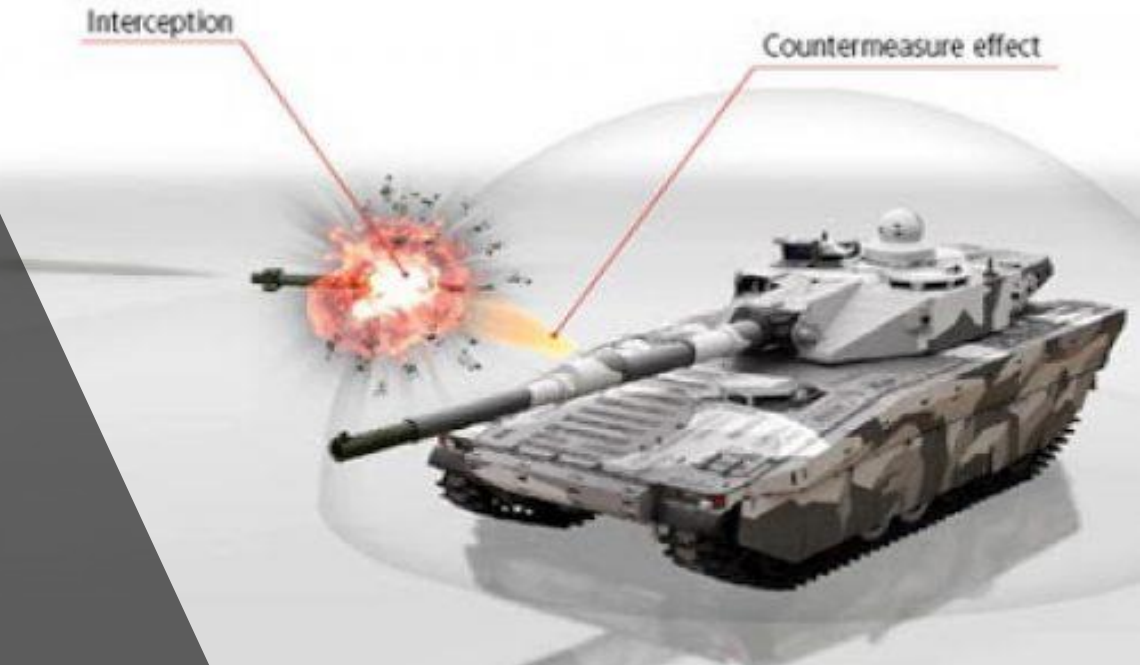
“La legión debe su éxito tanto a sus armas y máquinas como al número y valor de sus soldados.”

Flavius Vegetius Renatus – Siglo IV D.C.

CT I Fernando Quinodóz – fernando_quinodoz@hotmail.com

Centro de Prospectiva Tecnológica Militar General Mosconi -

Facultad de Ingeniería del Ejército “Grl Manuel N. Savio”



Temario

- Evolución de blindajes vehiculares
- Municiones Antitanque
- Tecnologías de blindaje vehicular
- Blindajes reactivos (ERA)
- Blindajes activos (APS)
- Conclusiones

Sistemas de protección vehicular

*“El objetivo de este libro es el de animar a nuestros viejos y jóvenes soldados a reflexionar, a investigar, pero también a actuar con un objetivo muy claro; además también queremos transmitirles a los jóvenes una imagen del tanque y **enseñarles a manejar los logros técnicos de nuestro tiempo**, poniéndolos al servicio de nuestra patria.”*

*“Achtung-Panzer!”
Heinz Guderian, 1938*

Evolución de blindaje vehicular



1ra Guerra Mundial





Fusiles de grandes calibres:
Mauser Tankgewehr M1918



“Bundle charges” (Paquete de carga).
Conjunto de granadas de mano:
Mills Bomb (Inglesas)
Stielhandgranate M16 y M17



Cañones de Artillería livianos de bajo calibre en tiro directo:
FK16 77mm
37 mm TaK de Rheinmetall

Período Entreguerras (1920-1938/39)



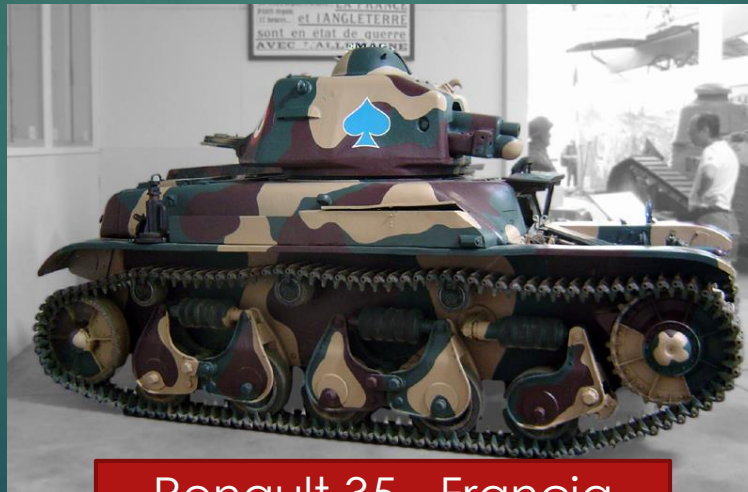
Serie BT URSS



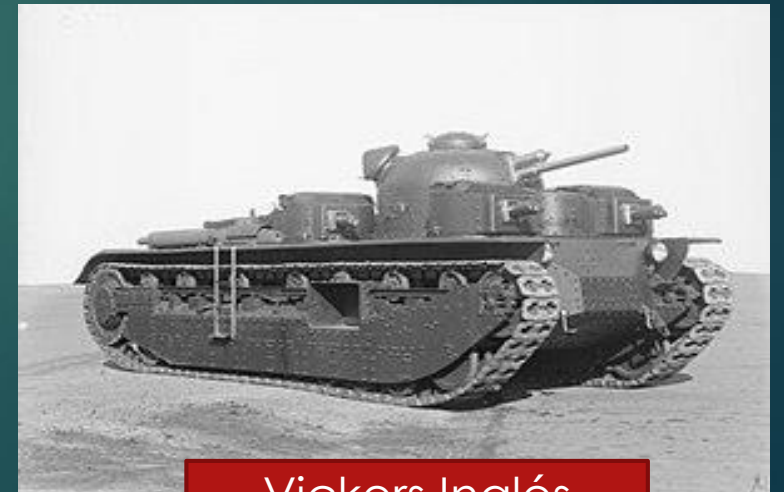
Panzer III - Alemania



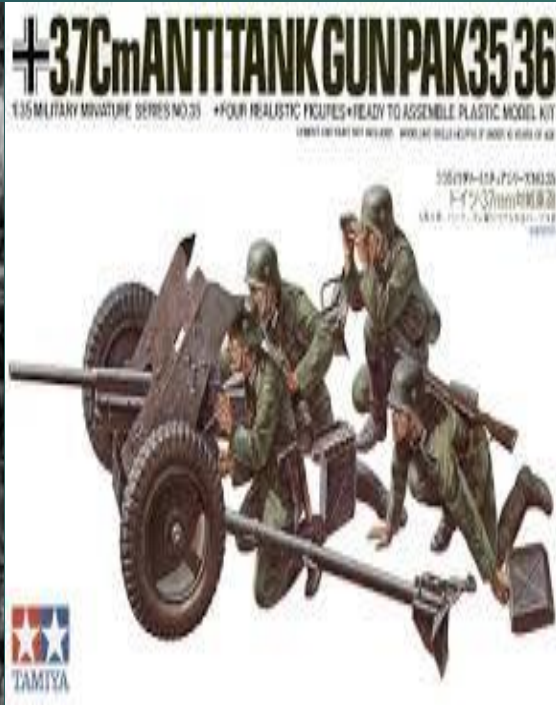
M2 USA



Renault 35 - Francia



Vickers Inglés



Primeros cañones antitanque.
PAK 36 de 37.5 mm alemán



Primeras minas antitanque.
Tellermine (alemana)
EZ (soviéticas)

2da Guerra Mundial



Matilda II - UK



T-34 - URSS



M4 Sherman - USA



Panzer VI - Tiger I - Alemania



Cañones antitanque
autopropulsados.
Jagdpanther (Alemania)
Archer (Inglaterra)
Hellcat (EEUU)



Cañones sin retroceso
("Recoilless Rifle")
M18 (EEUU)
Carl Gustaf (Suecia)
Panzerschreck (Alemania)



Lanzacohete o Lanzagranada.
Descartables y recargables.
Panzerfaust (Alemania)
RPG-2 (URSS)
PIAT (Inglaterra)
Bazooka (EEUU)

Guerra de Corea, Vietnam, Árabe-Israelí (6 días y Yom Kipur)



M40 (EEUU)



M72 LAW 66mm (EEUU)



SPG-9 (URSS)



RPG (URSS)



Décadas 70/80.
Guerras de guerrillas (70´) Guerra de Malvinas,
Afganistán (URSS), Panamá (EEUU)

ATGW (Antitank Guided Weapons)



TOW

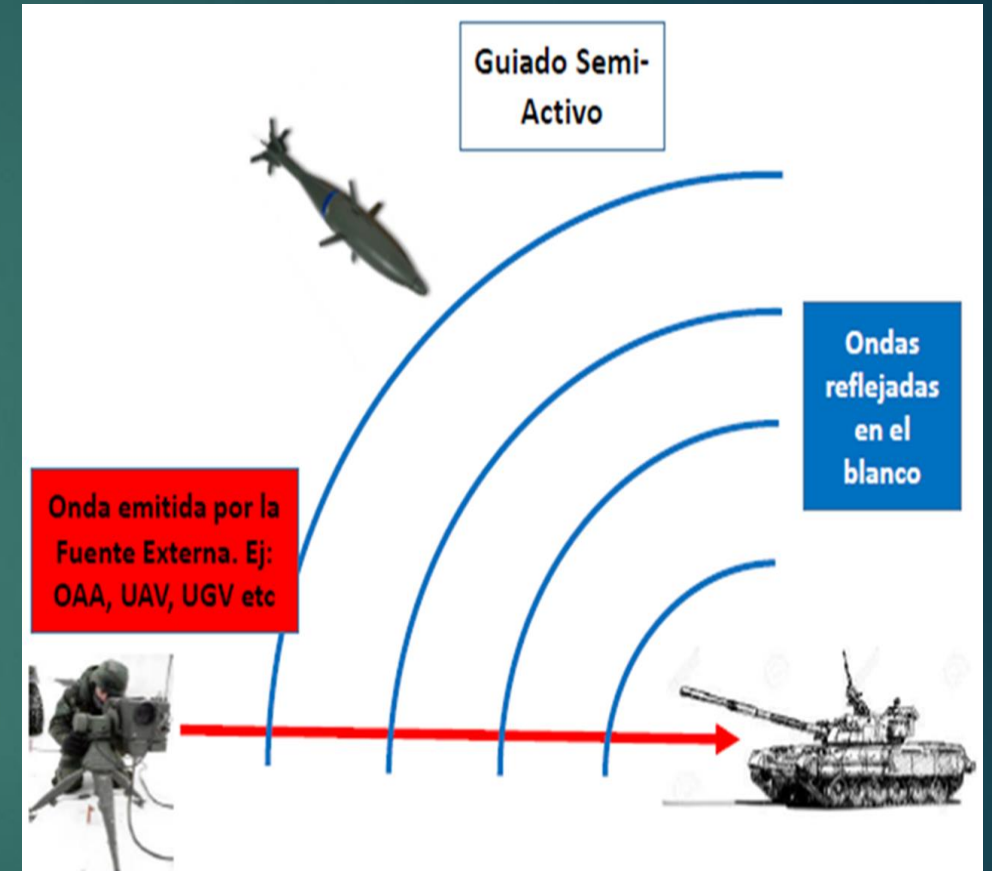
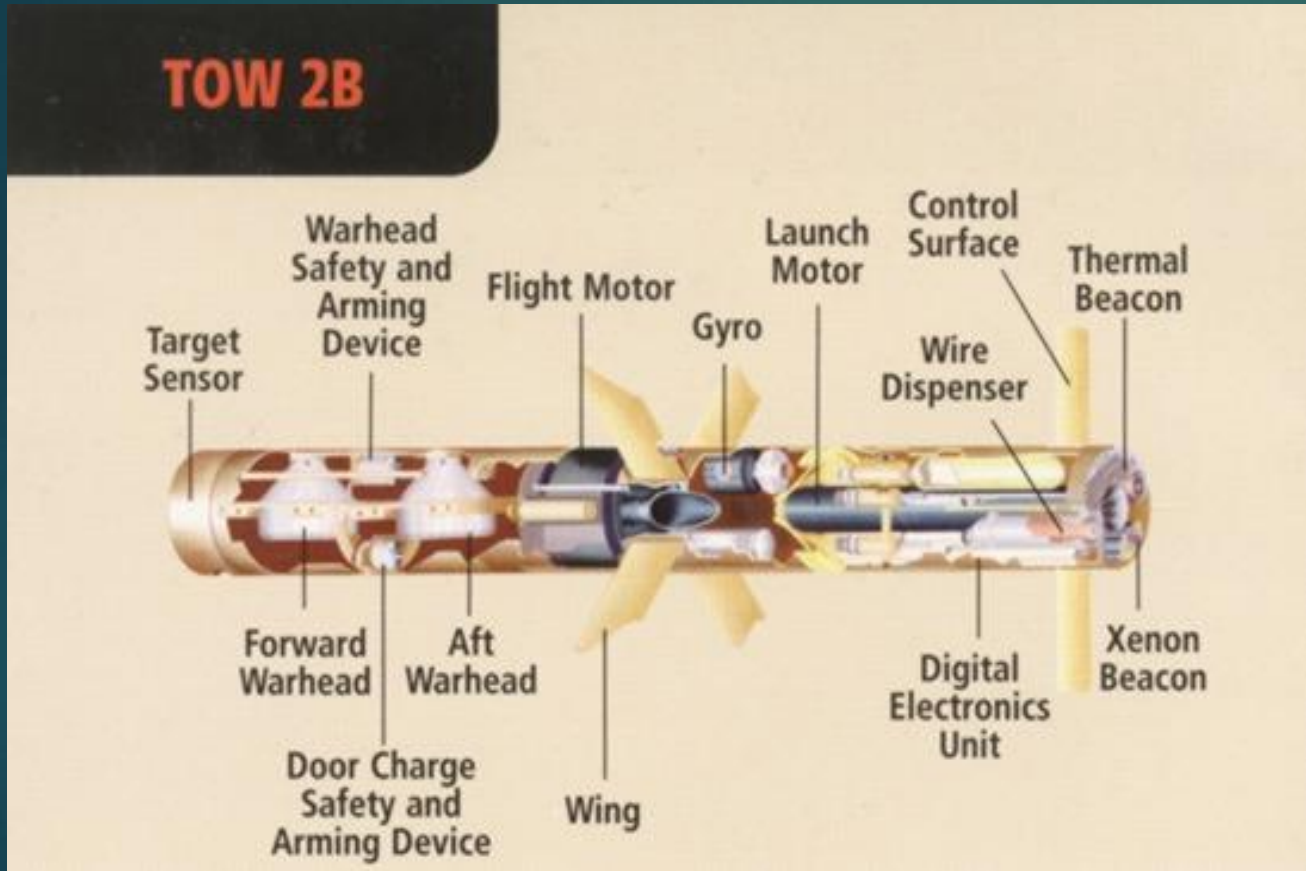


MILAN

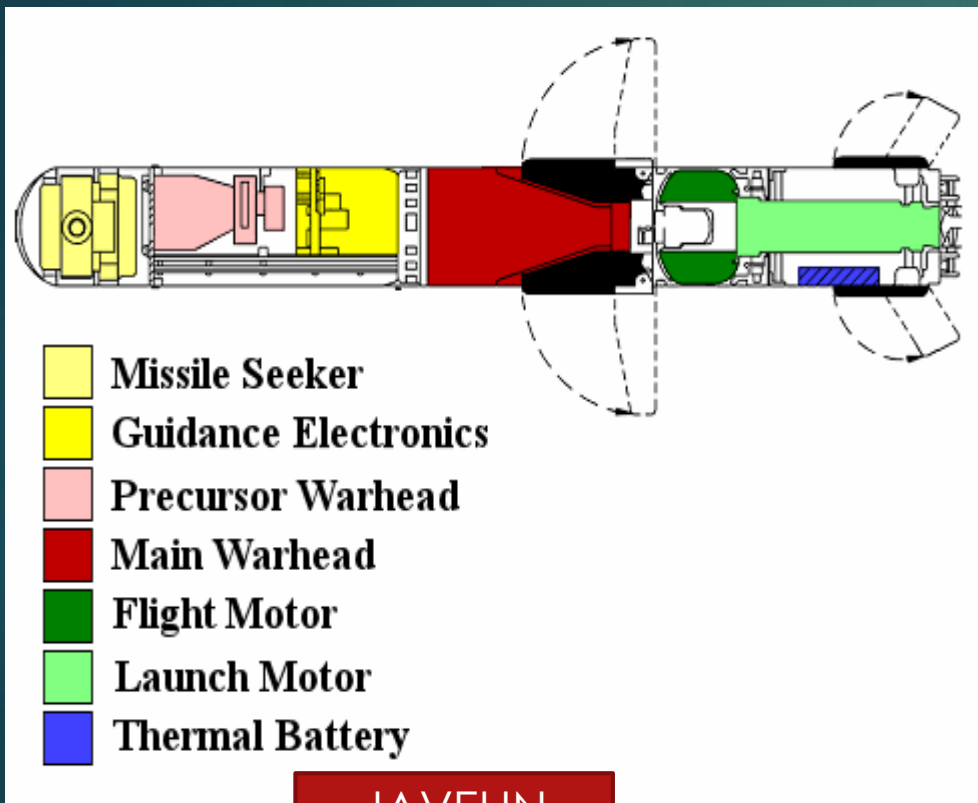


DRAGON

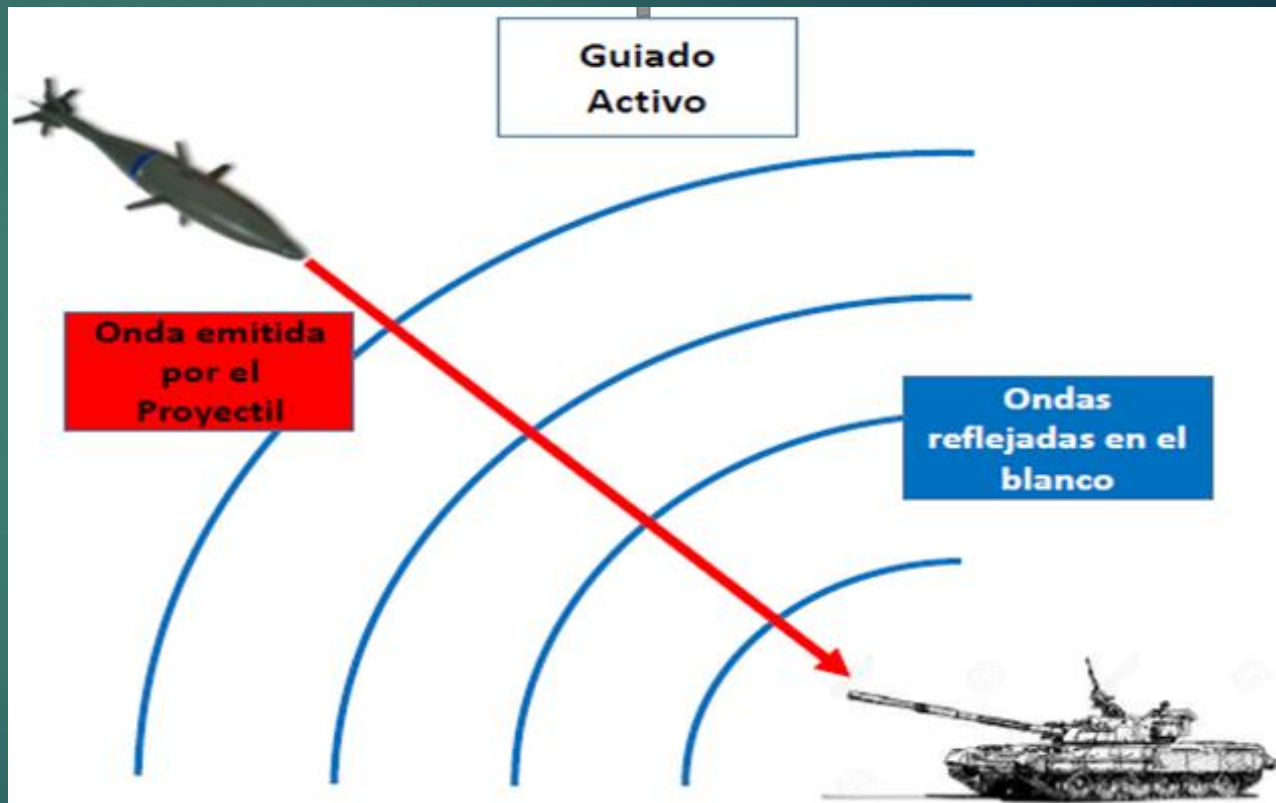
Esquema de un ATGW con tecnología de guiado SACLOS (Semi-Automatic Command to Line Of Sight)



Esquema de un ATGW FaF (Fire and Forget)



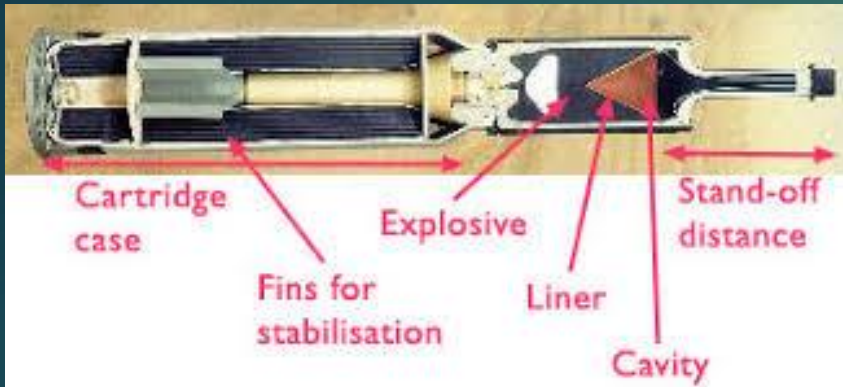
JAVELIN



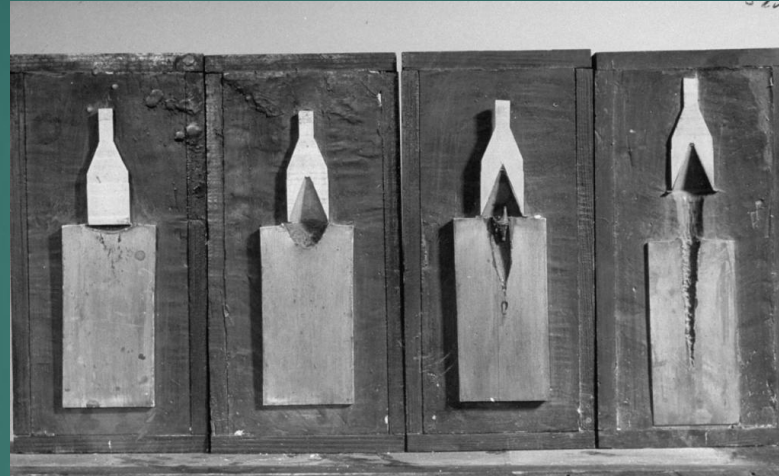
Municiones antitánque

HEAT (Explosivo Carga Hueca)

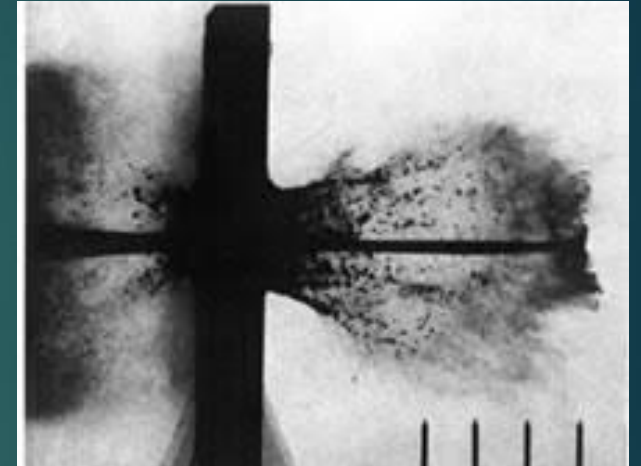
1. Es la principal y más utilizada de las cabezas de guerra. Utiliza el efecto Munroe o de carga hueca para dejar fuera de combate vehículos blindados.
2. Este efecto se logra por un espectro de plasma dirigido hacia un punto específico del blindaje, que como consecuencia de su altísima temperatura (3000-5000 °C) y velocidad de impacto, desprende un chorro de metal fundido que penetra en el objetivo a una velocidad de aproximadamente 8000 m/s y 10000kg/cm² de presión.
3. Se logra mediante la colocación de un cono invertido de 60°, generalmente de cobre, dentro de la carga explosiva del proyectil. Las presiones y temperaturas generadas al impactar producen un efecto devastador para el vehículo y su dotación.
4. Esta configuración recibe el conocido nombre de carga hueca y su eficiencia también depende de la perpendicularidad del ángulo de impacto y la distancia ("stand off") del proyectil respecto a la superficie del blindado. La penetración normalmente es de entre 300/400 mm en acero u hormigón. Una variante moderna de los HEAT son las cargas en tándem, que utilizan la primera carga para vencer el blindaje reactivo o pasivo, de manera que la segunda pueda alcanzar la superficie del blindado.



Corte de la munición HEAT de tanque



Diferentes penetraciones según la distancia de detonación (Stand-off)



Penetración de un proyectil HEAT en plancha de acero

APFSDS (Armour Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot)

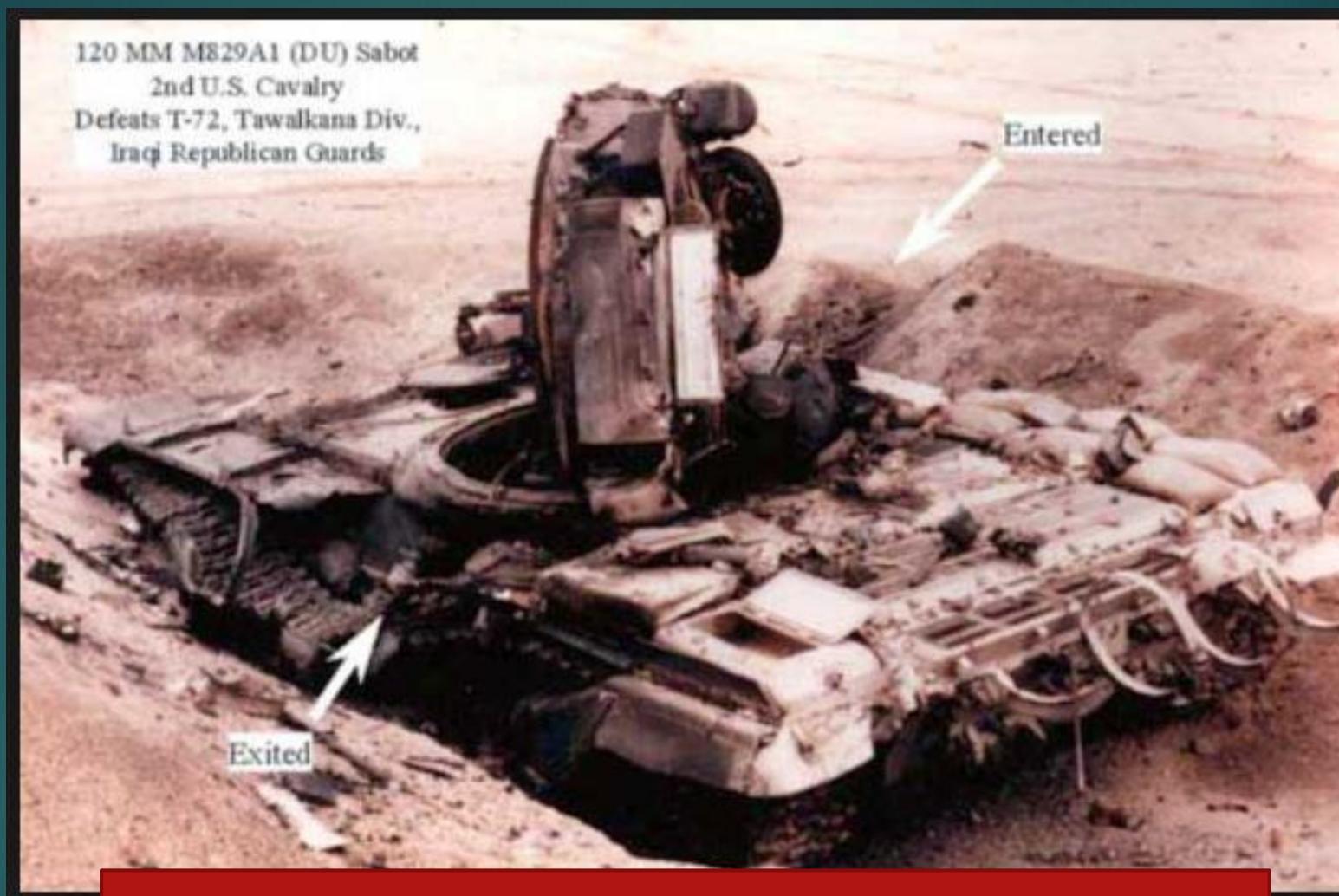
1. Es un tipo de munición que, no contiene explosivos y utiliza energía cinética para penetrar en el objetivo.
2. El proyectil es un penetrador de diámetro pequeño hecho de una composición de alta densidad (carbono de tungsteno o de uranio) es disparado a una velocidad extremadamente alta para perforar armaduras u objetivos duros.
3. Esta gran velocidad se obtiene aumentando la sección inicial de la munición a través de una envuelta desechable (“Sabot”) que se desprende una vez que el proyectil abandona el cañón.
4. Para generar más energía, además de la gran velocidad se aumenta la masa, como no se puede aumentar la sección del penetrador, se aumenta su longitud. Este aumento de la longitud compromete su estabilidad, que no puede asegurarse con el rolido debido a su longitud y por ello se recurre a la estabilización por medio de aletas (“fin stabilized”).
5. La elevada velocidad de estos proyectiles lo convierten en el más difícil de detectar y contrarrestar con cualquiera de los sistemas de protección. Actualmente sólo pueden ser lanzados desde vehículos de combate medianos y pesados.



Corte de la munición con su
vaina y carga



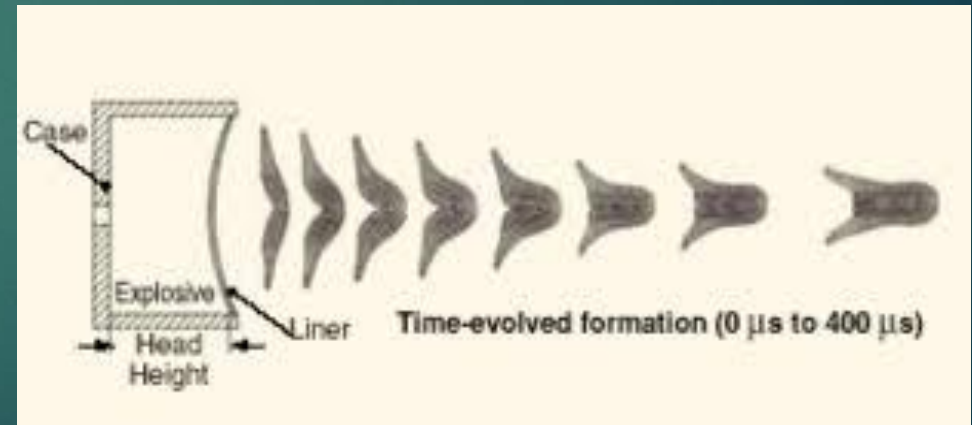
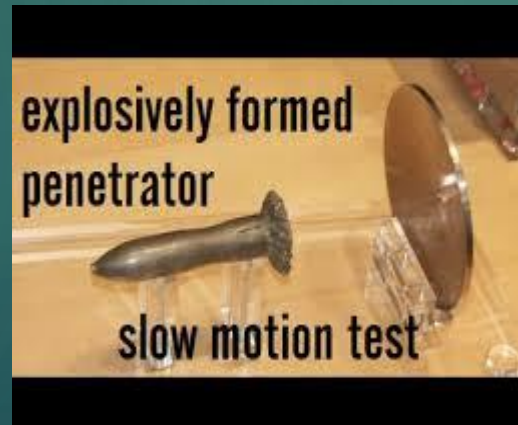
Desprendimiento del Sabot luego
de abandonar el tubo



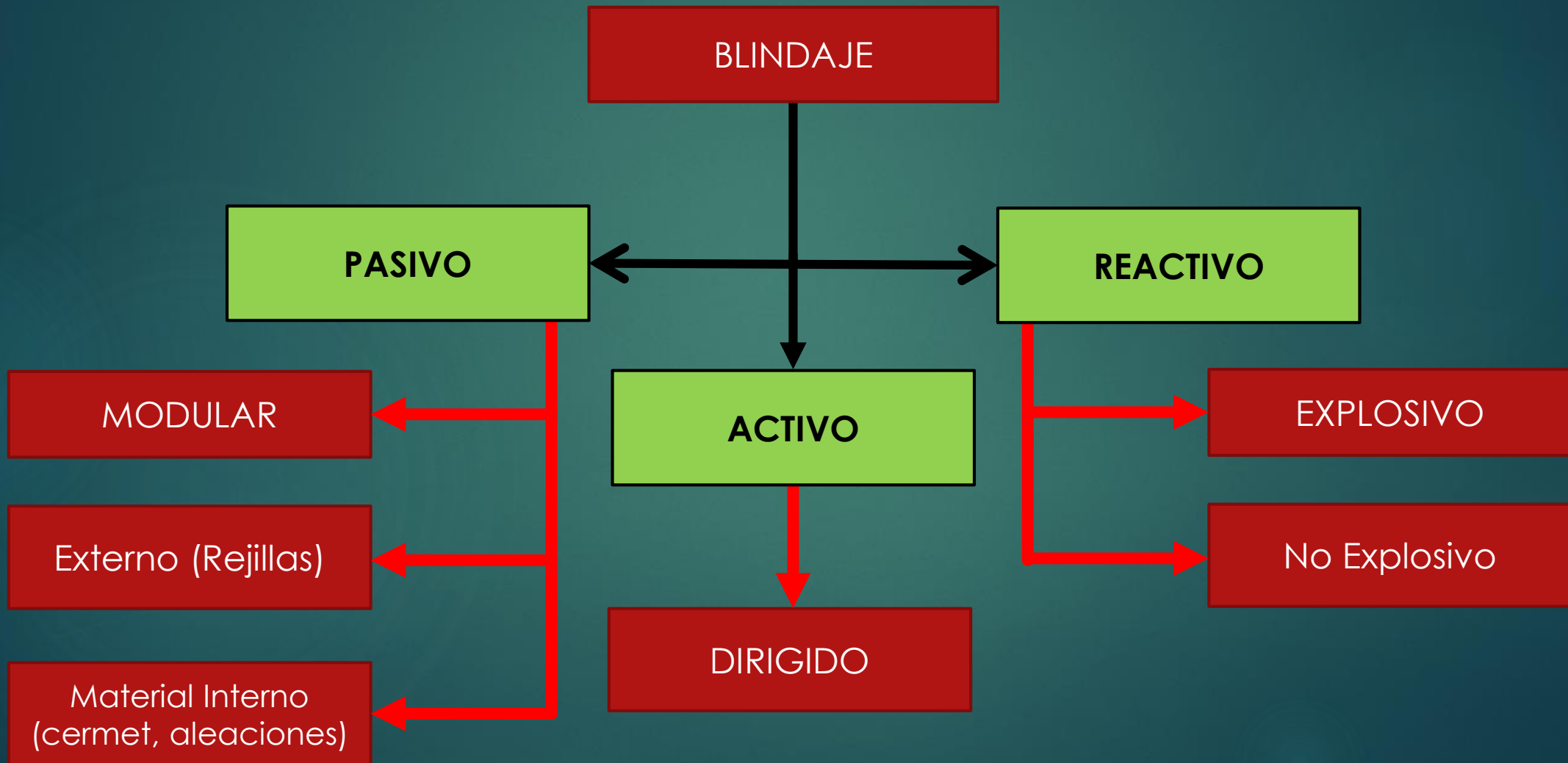
Tanque iraquí (T-72) alcanzado por un proyectil APFSDS de 120 mm lanzado desde un tanque Abrams A1 durante la 1ra Guerra del Golfo (1990 -1991)

EFP (Explosively Formed Penetrator/Projectile)

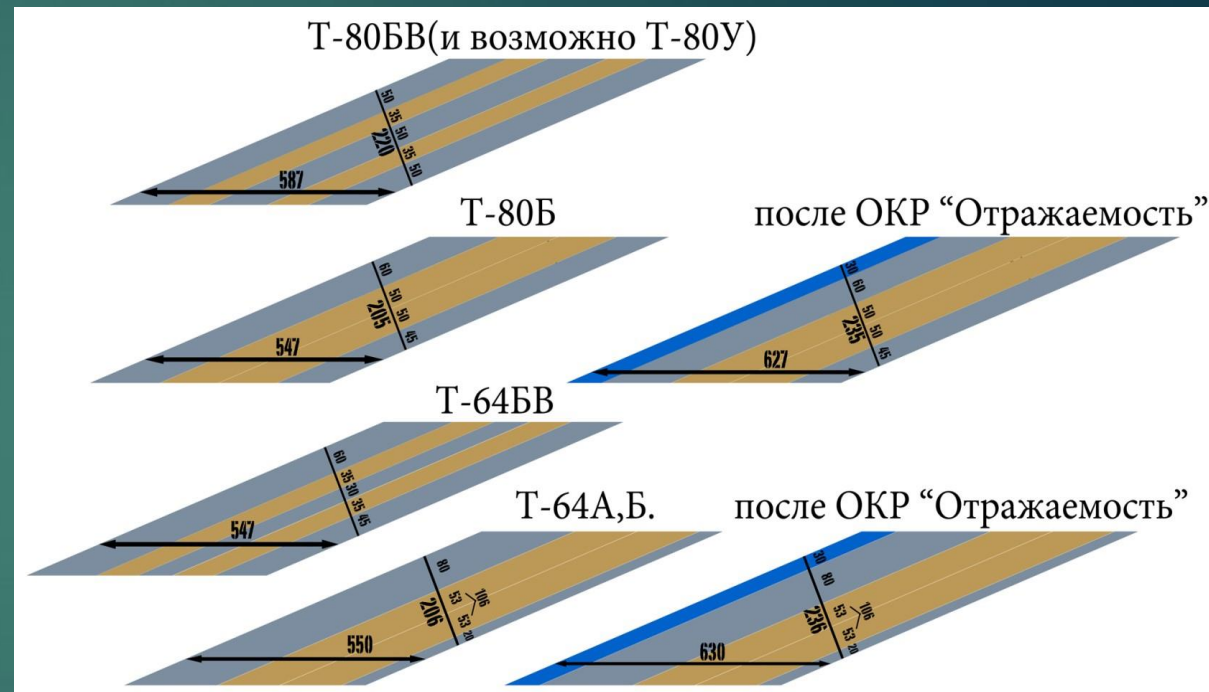
1. Un EFP (explosively formed penetrator), también conocido como un proyectil explosivamente formado, u ojiva de auto-forjado o fragmento auto forjado, es un tipo especial de carga diseñada para penetrar un blindaje empleando una mezcla entre los conceptos de proyectil de energía cinética y el de carga hueca. Como su nombre indica, el efecto de la carga explosiva es deformar una placa de metal de forma parabólica o de semicircunferencia y acelerarla hacia un objetivo a entre 2000 y 3000 m/s.
2. La fuerza de la explosión moldea el revestimiento en una serie de formas, dependiendo de la forma de la placa y cómo se detona el explosivo. Algunas ojivas de EFP sofisticadas tienen múltiples detonadores que se pueden disparar en diferentes disposiciones que causan diferentes tipos de formas de onda en el explosivo, lo que resulta en un penetrador de barra larga, un proyectil de bala aerodinámica o múltiples fragmentos de alta velocidad.



TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN BALÍSTICA



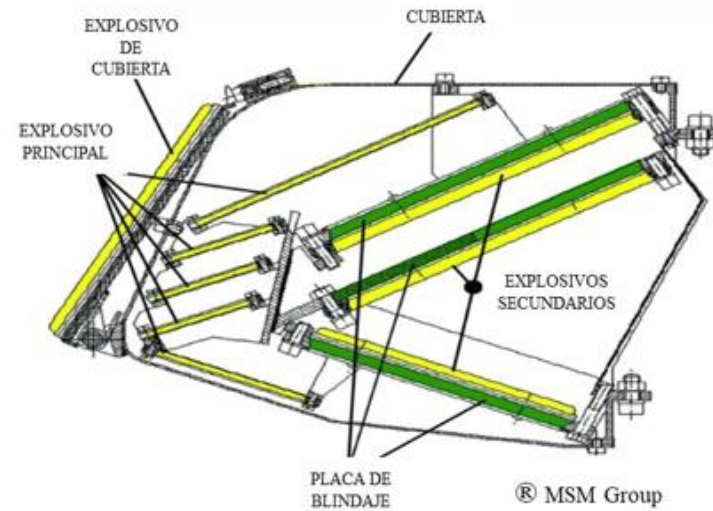
PASIVAS



REACTIVAS

ERA (Explosive Reactive Armour)

1. Diseñado y fabricado originariamente por soviéticos e israelitas, desde mediados de los años 60'. Dr Manfred Held en la empresa Rafael (Israel).
2. Consiste en módulos conformados por una placa de alto explosivo plástico entre dos placas metálicas denominadas elementos reactivos o dinámicos, aunque la disposición y forma de éstas puede variar de acuerdo con el modelo de cada fabricante.
3. Básicamente, cuando un proyectil alcanza la placa ERA, el explosivo detona y expulsa los elementos dinámicos que impactan contra la carga del proyectil enemigo. En el caso de las cargas huecas, los elementos dinámicos expulsados hacen que, al aumentar la distancia entre el chorro de metal fundido y la superficie del vehículo, se pierda el efecto Munroe de la carga, cuyo cono necesita estar en contacto directo con la superficie del vehículo para que resulte efectivo el daño.
4. La principal desventaja del blindaje reactivo ERA es el daño que puede producir a la propia tropa que acompaña al vehículo, siendo una gran limitación en los combates en áreas urbanas.
5. La segunda desventaja es su vulnerabilidad a un segundo impacto en el mismo lugar. Como respuesta a estas desventajas se desarrollaron las tecnologías NERA y NxRA. La SLERA, como su sigla indica limita la zona de acción externa al tanque, pero no la elimina en su totalidad.



ERA - Kontakt 5 del tanque T-90 ruso

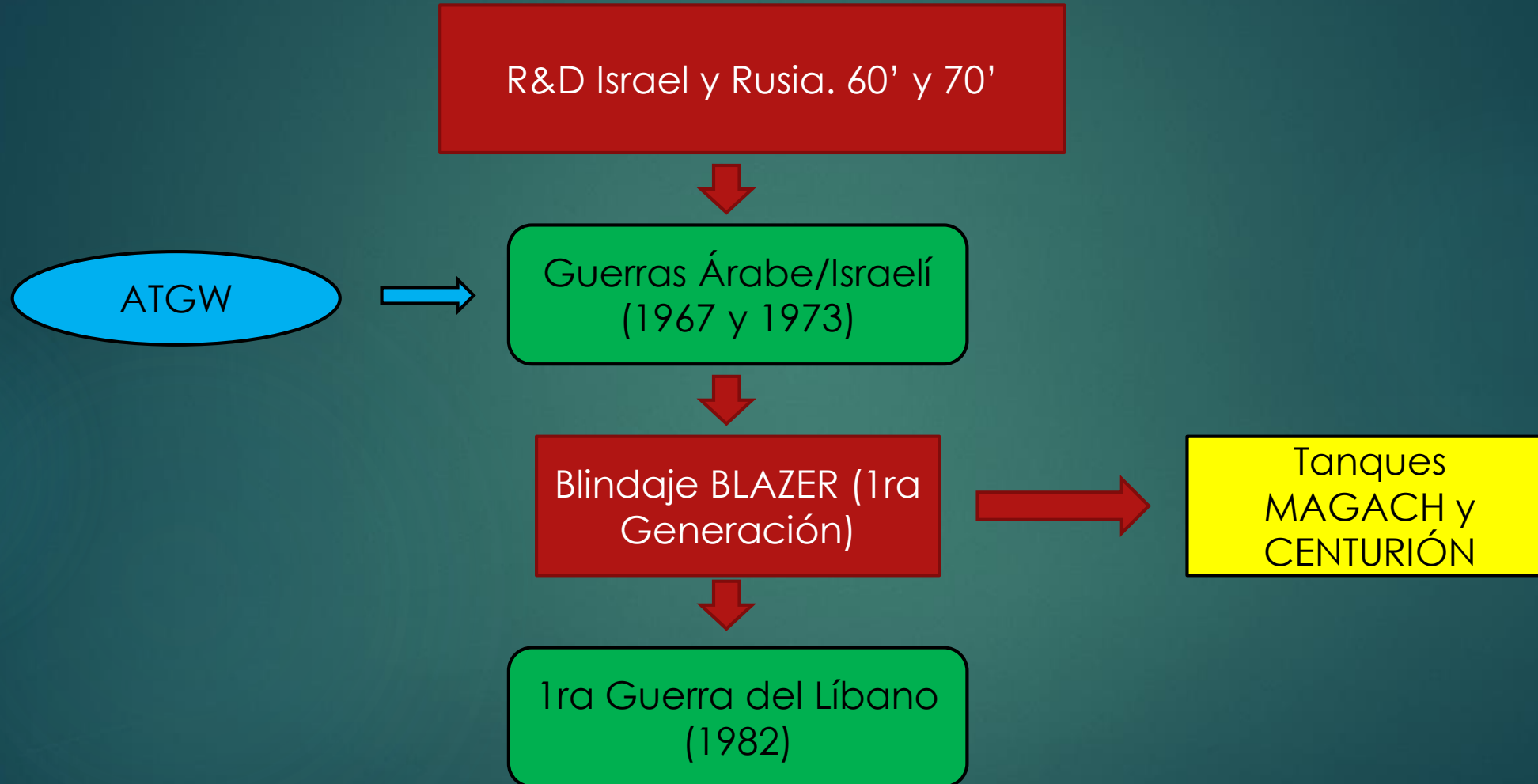
La primera generación de este sistema brindaba una protección balística frente a cargas HEAT equivalentes a entre 300 y 450mm de blindaje pasivo, con un peso extraordinariamente inferior.



Sistema ERS modular ofrecido por Rafael (Israel)

El sistema se constituyó modularmente y cada una de las placas en “sándwich” se agrupan en diferentes ángulos y cantidades dentro una caja mayor.

Evolución del ERA – Explosive Reactive Armour



80'

Más avanzado que el BLAZER, 40% más pequeño. Asimétrico (> efectividad)

KONTAKT EDZ (Rusia)

T-80 BV (1983)
Resto de la serie T en 1985

90'

KONTAKT-5: 1ro en ser efectivo frente a proyectiles APFSDS (M829 A1). Menos vulnerable a cargas en tándem.

KONTAKT-5 (Rusia)

KONTAKT-5: 1ro en ser efectivo frente a proyectiles APFSDS (M829 A1). Menos vulnerable a cargas en tándem.

ARMOUR SHIELD R y P (Israel - USA)

T-80 y T-90.

M113, Stryker, Bradley.

00' - 10'

Incluye medidas electrónicas de control de explosión. Más ligero. Anti "super-sabot" M829A3 (uranio empobrecido)

RELIC (Rusia)

Desarrollado luego de las experiencias de la 2da Guerra de Irak y Afganistán. HEAT tándem. APFSDS.

TUSK (tank urban survival kit) USA

T-90 y T-14 ARMATA

M1 ABRAMS.

Un nuevo concepto.
Eficiente ante APFSDS,
HEAT. Trabaja
puntualmente. Reduce
daño colateral

← NOZH (Ucrania)

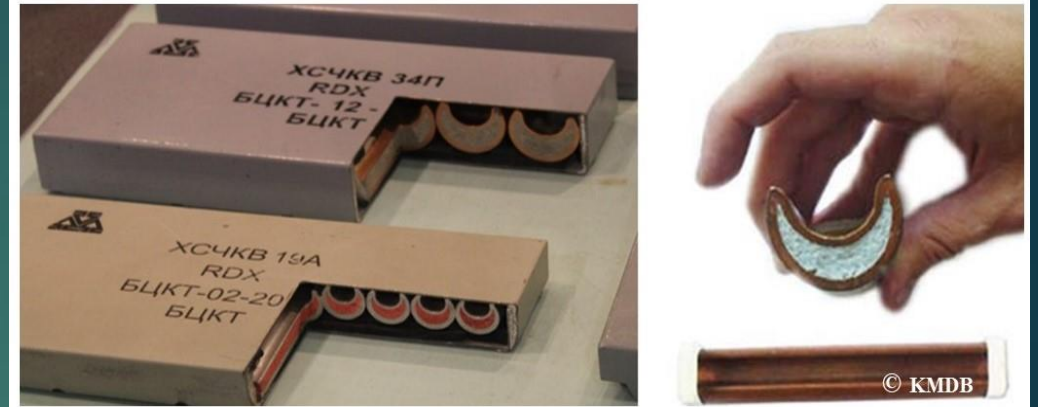


Figura 15: Módulos del sistema ERA NOZH con sus cargas explosivas dispuestas en tubos con forma de medialuna.

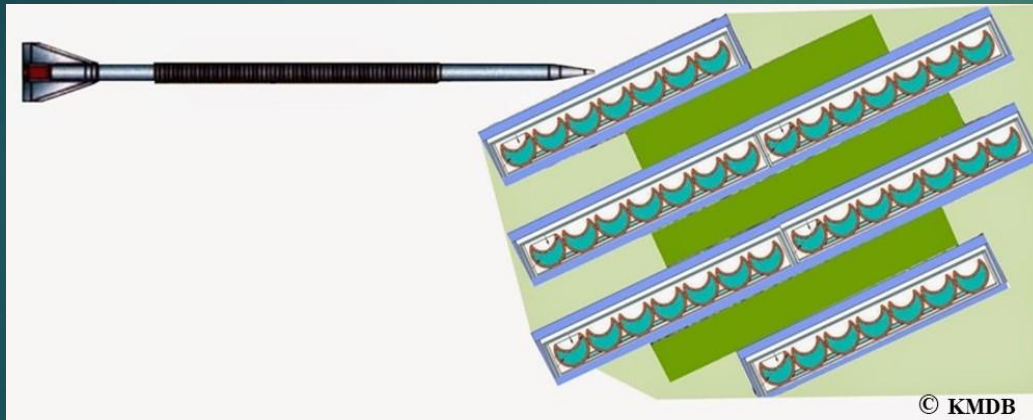


Figura 16: Superposición de placas con sistema ERA NOZH de la empresa ucraniana KMDB.

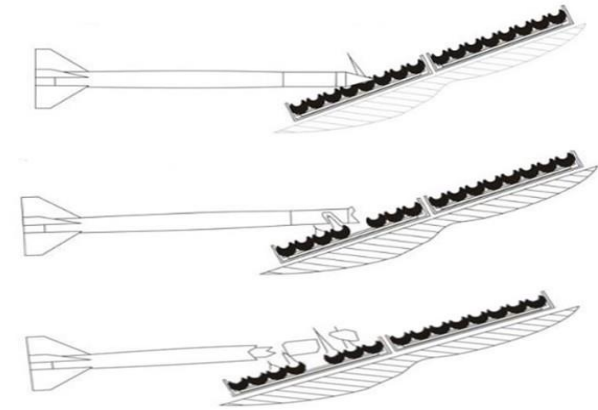


Figura 17: Secuencia de ruptura de un penetrador de energía cinética tipo APFSDS al impactar sobre una placa del blindaje NOZH.



T-90 con blindaje RELIC



M1 Abrams con blindaje TUSK II



Bradley (VCI) con blindaje Armour Shield R



M113 con blindaje Armour Shield P

NERA (No-Energetic Reactive Armour)- NxRA (No-explosive Reactive Armour)

1. Funciona de forma similar a una armadura reactiva explosiva, pero sin el revestimiento explosivo. Diseñadas y fabricadas en Gran Bretaña. Esta en uso tanques Challenger británicos.
2. La diferencia respecto al ERA radica que, en vez de contar con una placa explosiva entre las placas metálicas, tiene un elemento inerte similar al caucho. Cuando es golpeado por el chorro metálico de un proyectil de carga hueca, parte de la energía de impacto se disipa en la capa de revestimiento inerte y la alta presión resultante provoca una flexión o abombamiento localizado de las placas en la zona del impacto.
3. A medida que las placas se curvan, el punto de impacto del chorro se desplaza con la placa, aumentando el espesor efectivo de la armadura. El principio es el mismo que la de la tecnología ERA, pero utiliza la energía propia del chorro metálico del proyectil.
4. Dado que el revestimiento interno no es explosivo, el ensanchamiento de la zona de impacto es menos energético que en la armadura reactiva explosiva y por lo tanto ofrece menos protección que un ERA de tamaño similar.
5. Sin embargo, NERA y NxRA son más ligeros, seguros para manejar y más seguros para la infantería cercana. Teóricamente se pueden ubicar en cualquier parte del vehículo y empaquetar en múltiples capas si es necesario. En esta configuración de múltiples capas, pueden detener algunos tipos de cargas HEAT en tándem.

Tecnologías APS (Active Protection Systems)

1. Son las que se encuentran en la frontera del estado de arte en los sistemas de defensa de los vehículos de combate.
2. Este tipo de tecnología consiste en un complejo sistema de radares, sensores y contramedidas que detectan la trayectoria del proyectil o misil que se dirige al vehículo y lo interceptan antes que alcance la superficie del mismo.
3. Con esto se reducen notablemente los daños colaterales causados por los módulos ERA. El primer desarrollo comenzó en la Unión Soviética en 1977 con el programa **Drozd**, continuó con el **Shtora** en los 80' y la serie **Arena** en la década de los 90's.
4. Esta tecnología se volvió verdaderamente eficiente y viable a raíz del mejoramiento de los últimos diez años en los procesadores electrónicos, el aumento en la calidad de radares y sensores y la consecuente reducción de los costos de sus componentes electrónicos. Es destacable que la tecnología APS, puede ser colocada en cualquier tipo de vehículo.
5. Entre los distintos sistemas encontramos el AMDS APS de la empresa alemana "ADS Gesellschaft Für Aktive Schutzsysteme" dependiente de la conocida *Rheinmetall* que es utilizado en vehículos de combate de infantería como el MARDER alemán, el PATRIA AMV croata o el CV90 sueco entre otros.

6. El sistema IRON CURTAIN de la empresa *Artis* es un desarrollo y diseño estadounidense, similar al AMDS APS, aunque más reciente.
7. El IRON FIST es el desarrollo israelí de la empresa *Israel Military Industries Systems*, y a diferencia de los anteriores que interceptan a los misiles o proyectiles a menos de un metro de la superficie del vehículo, tiene como contramedida un lanzador que dispara un interceptor, el cuál puede impactar a la amenaza a mayores distancias; a su vez es apto para interceptar tanto a proyectiles de energía cinética como de carga hueca.
8. El sistema TROPHY, también israelí, fue diseñado y producido por las empresas *Rafael Advanced Defense Systems* y *Israel Aircraft Industries*, se encuentra operativo en los tanques israelitas MERKAVA, y al igual que el AMDS APS y el IRON CURTAIN tiene como contramedida un disparo de un haz de pequeños proyectiles cercanos al vehículo.

Esquema de funcionamiento de un Sistema de protección balística activo (APS)

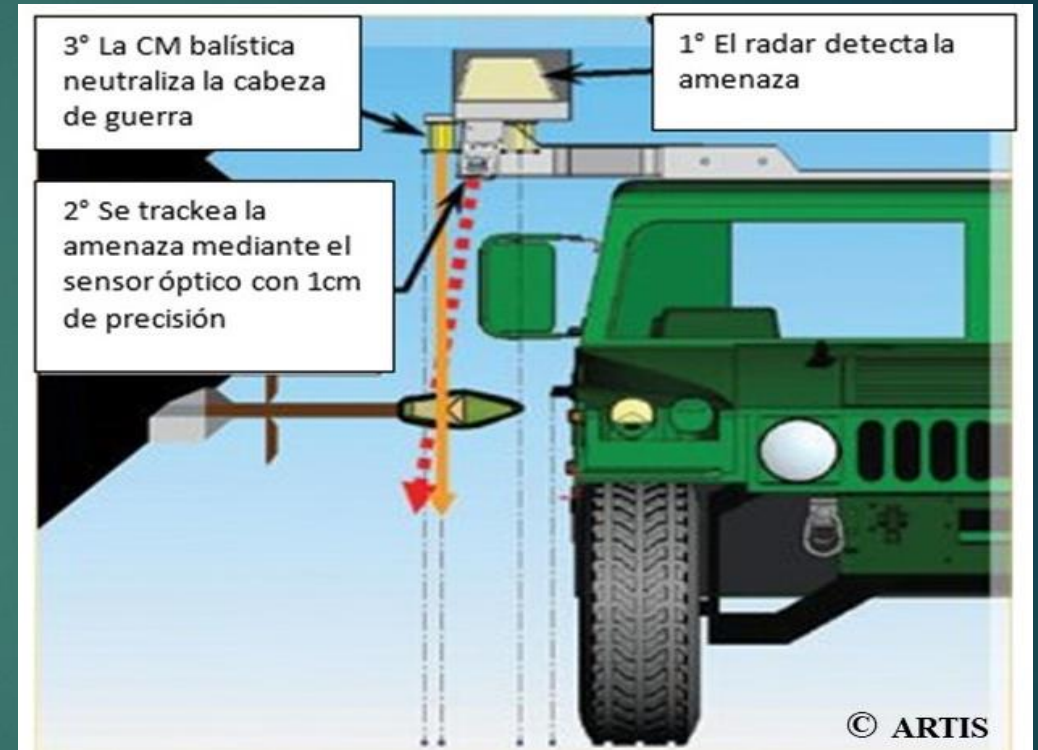


Iron Fist (Israel – IMI)



Vehículos de exploración,
seguridad y transporte
livianos.

Iron Curtain (USA – Artis)



Vehículos de combate livianos y
medianos. Stryker, Bradley, M113,
Guaraní, Patria, etc.

TROPHY (Israel – Rafael)

Trophy Light



Vehículos de exploración,
seguridad y transporte
livianos.

Trophy Heavy



Tanques. Merkava (Israel),
M1 Abrams, Leopard II,



RAFAEL 
ADVANCED DEFENSE SYSTEMS LTD.

TROPHY FAMILY [

]

Sistema Integrado de Protecciones Balísticas

AFGANIT

Pasiva Compuesta

Relic (ERA-Pasiva Modular)

Arena M (APS)

Shtora (CME)



Serie Armata: T-14 (MBT), T-15 (VCI)



CONCLUSIONES:

- Los desarrollos de proyectos que buscan dar una respuesta a la vulnerabilidad de los blindados modernos han comenzado a implementarse con éxito en el campo de combate.
- Los nuevos sistemas integrados de tecnología de protección balística descritos en el presente trabajo brindarán una oportunidad a los MBT o a los vehículos de combate de infantería de volver a ser determinantes en los combates en ambientes urbanos, al menos en el futuro cercano.
- La integración de los diferentes sistemas de protección balística debe estar cuidadosamente organizada, de manera tal de permitir la neutralización de amenazas al menor costo posible, de manera escalonada, desde las largas distancias, produciendo el mínimo daño colateral y velando en todo momento por la supervivencia del vehículo y del propio sistema de protección.
- Un sistema de protección balística no puede considerarse moderno si no cuenta con los siguientes subsistemas: Activo de búsqueda, detección y neutralización mediante contramedidas electromagnéticas y contramedidas balísticas (APS); Reactivo explosivo (ERA), Reactivo no energético (NERA o NxRA) y pasivos compuestos. En esta línea de desarrollo tecnológico se encuentran los vehículos MERKAVA Mk 4M, T-14 ARMATA y próximamente el M1A2 Abrams (en 2020).

- Los sistemas APS más livianos como el Iron Fist Light, el Iron Curtain o el Trophy Light, brindan una **solución** eficiente en la protección blindada para vehículos que tienen un espacio y peso limitado como para dotarlos con un mayor blindaje pasivo.
- Las tecnologías APS y ERA se están adaptando no sólo a los MBT, sino también a vehículos livianos de combate y transporte.
- Los principales países desarrolladores de la tecnología de protección balística reactiva y activa siguen siendo Rusia e Israel, seguidos por Estados Unidos, Alemania, Ucrania, Eslovaquia y Polonia. Inglaterra se ha destacado en el desarrollo de blindajes reactivos no energéticos.
- La tendencia que se observa indica que, durante la próxima década, toda la línea de vehículos de combate de las principales potencias militares contaría con sistemas de protección activa, de contramedidas electromagnéticas y balísticas, integrados con sistemas reactivos explosivos (ERA), no energéticos (NERA) y pasivos.
- Un proyecto de integración de tecnologías de protección moderno debería al menos poder neutralizar cualquier tipo de proyectil HEAT, ya sea proveniente de sistemas MANPATs o de munición de Tanque, y en los MBT a la mayor parte de los proyectiles de energía cinética tipo APFSDS.



“Lo que sí está claro es que todo tipo de arma de batalla —e incluimos también el carro de combate— debe ser aprovechado hasta agotar los límites de todas sus posibilidades. Ello implica no delimitar sus aptitudes por consideración de lo viejo que tenemos.

Es más, la nueva arma debe ser innovadora. Y en este sentido, debemos seguir desarrollando lo antiguo según las posibilidades de las que dispongamos, y si fuera necesario habrá que modificarlo.”

Heinz Guderian



FIE

Facultad de Ingeniería del Ejército
"Gr1 Div MANUEL N. ICOLÁS SAVIO"



Centro de Estudios Gr1 Mosconi
Prospectiva Tecnológica Militar

Muchas Gracias!



CICLO DE EXPOSICIONES SOBRE TECNOLOGÍA MILITAR EN EL CMN

URL CEPTM
Secretaría

<http://www.ceptm.iue.edu.ar/>
difusionceptm@est.iue.edu.ar

fernando_quinodoz@hotmail.com