CENTRO DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS Y AEROESPACIALES

Artículo Nº 18/2024

MISILES HIPERSÓNICOS, UNA NUEVA AMENAZA PARA LA DEFENSA

Por René Jorquera Escobar. Director de Tecnología e Innovación.
25 de Julio de 2024. 8 Min. Lectura.

I.- Introducción.

El periódico Financial Times, en su edición del 16 de octubre del 2021[1], señalaba que, durante el mes de agosto de ese mismo año, China había probado con éxito un misil hipersónico capaz de llevar una carga nuclear. El misil fue lanzado y puesto en el espacio, orbitó la Tierra y reingresó a la atmosfera, aproximándose al blanco designado a una velocidad hipersónica. Este mismo diario también consignó que "el ensayo mostró que China había logrado un progreso asombroso en armas hipersónicas y estaba mucho más avanzado de lo que los funcionarios estadounidenses creían". Por su parte, el medio español El país [2] señalaba, respecto a esta prueba que China había lanzado un cohete que transportaba un vehículo de deslizamiento hipersónico, el que voló a través del espacio de órbita baja, dando vueltas al globo antes de dirigirse hacia su objetivo, precisando que el proyectil erró el blanco por más de 20 kilómetros.

Esta noticia, de hace tres años ya, no hace más que confirmar algo que se sabía, la carrera por obtener armas hipersónicas operativas es una realidad que lleva varios años de desarrollo en las penumbras. La posibilidad que algún país pueda contar en su arsenal con armas hipersónicas genera preocupación en el mundo de la defensa debido a que se piensa que la posesión de este tipo de armas podría afectar los equilibrios estratégicos entre las potencias debido a sus capacidades y a que actualmente no existiría capacidad de neutralizarlos en caso de un ataque.

II.- Clasificación de los misiles hipersónicos.

Lo ´primero que debemos considerar al momento de hablar de misiles hipersónicos es que su construcción no es fruto de una tecnología única, sino más bien de una serie de tecnologías relacionadas, las que deben combinarse entre sí para formar un sistema que sea operacionalmente útil[3]. En este sentido se requiere la confluencia de tecnologías asociadas a la propulsión, tecnologías asociadas al desarrollo de materiales capaces de resistir a altas temperaturas como también aquellas relacionadas con aerodinámica hipersónica y guía de fase terminal, entre otras.

Tal como se muestra en la figura siguiente, la evolución de la investigación en tecnología hipersónica medida por publicaciones, desde el año 2000 en adelante, se ha intensificado con

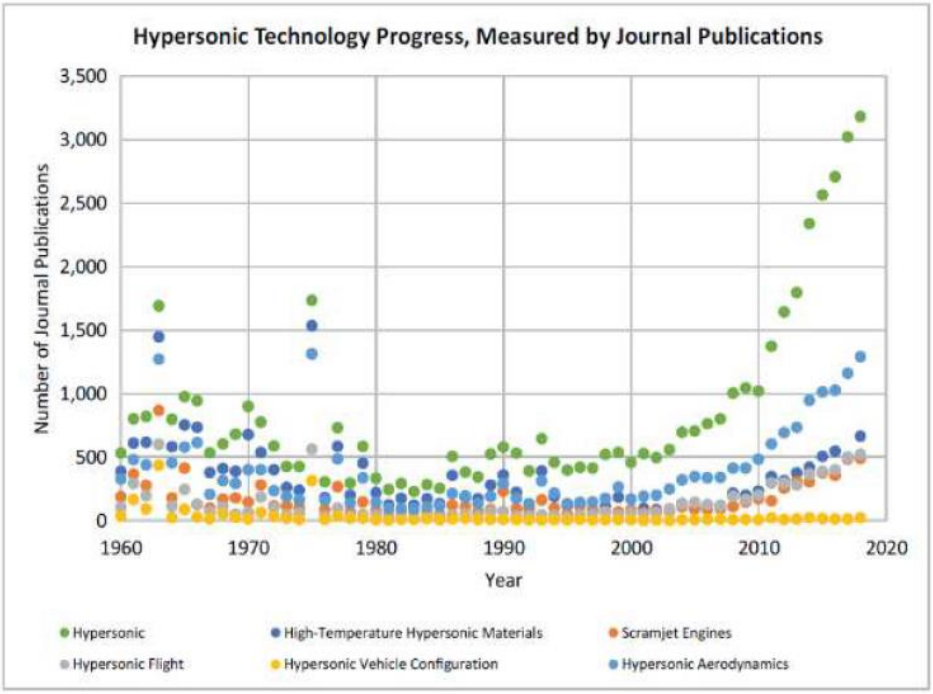
---

[1] Hypersonic Weapons Development in China, Russia and the United States: Implications for American

[2] https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/10/17/economia/1634497783_824577.html

[3] Nuevos retos al desarme y control de armamentos: El uso de misiles hipersónicos en la guerra en Ucrania. Mateo de Jesús Audelin Mayo Gómez.

un aumento exponencial a partir del año 2005 aproximadamente. Esto no es casualidad, y no hace más que mostrar el interés de los países más avanzados por hacerse de esta tecnología.



Fuente: Terry y Price, 2020 p.76.

En lo medular, se clasifican como armas hipersónicas los misiles o vehículos capaces de desplazarse a velocidades superiores a 5 veces la velocidad del sonido (algo así como 6.180 km por hora), pudiendo además maniobrar durante su trayectoria de vuelo, es decir, no siguen una trayectoria balística como es normal en los misiles tipo ICBM[4].

Es interesante hacer notar prácticamente la totalidad de los ICBM, y los vehículos de reentrada múltiple independiente (MIRV) que estos misiles llevan, alcanzan velocidades hipersónicas en su trayectoria de reingreso a la atmosfera, no obstante, son capaces de mantener esas velocidades solamente durante un breve periodo y no tienen capacidad para modificar su trayectoria, por lo que mantienen una trayectoria balística, lo que hace posible que puedan ser neutralizados mediante misiles interceptores. En este sentido, y a juicio de los entendidos, es la capacidad de maniobrar, por sobre la velocidad que puedan alcanzar, lo que caracteriza a los misiles hipersónicos y lo que hace extremadamente difícil su neutralización, constituyendo por ello una preocupación para las grandes potencias ya que representarían una amenaza difícil de contrarrestar.

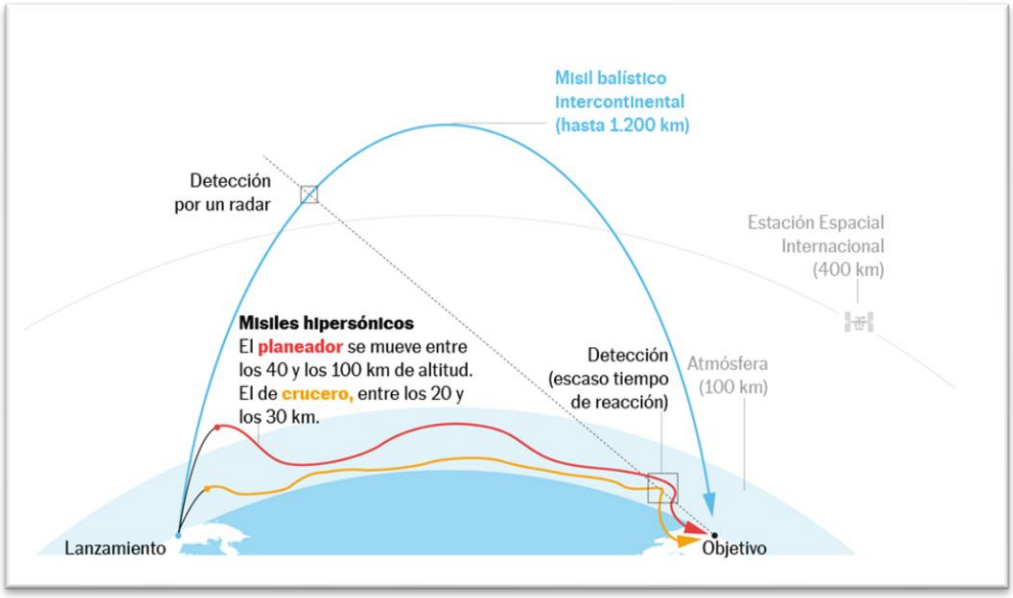
En cuanto a su clasificación, habría dos tipos diferentes de misiles hipersónicos capaces de alcanzar velocidades superiores a Mach 5:

A.- En primer lugar, están los **misiles hipersónicos de crucero (HCM);** los que tienen la particularidad de desplazarse a velocidad hipersónica en forma constante siendo propulsados

[4] Misil Balístico Intercontinental

por motores cohetes de alta velocidad Scramjet. Estos motores utilizan tecnología que le permite emplear el oxígeno que se requiere para la combustión aspirándolo directamente desde el aire[5], por lo que no requieren llevar tanques de oxígeno a bordo, lo que disminuye el peso total del misil. Este tipo de motor les permite desplazarse a alturas de unos 20 a 30 km y su trayectoria es similar a la que podría mantener un misil crucero.

B.- En segundo lugar, se encuentran los **vehículos de planeo hipersónico (HGV),** estos se lanzan mediante un misil balístico que los acelera a alta velocidad para luego planear hacia la atmosfera a una velocidad hipersónica. Su trayectoria en una primera fase sería del tipo balístico para posteriormente planear a altas velocidades ejecutando variaciones en su camino hacia el blanco. Al contrario de los ICBM, el tiempo que estos vehículos pasan fuera de la atmosfera es muy pequeño ya que una vez que ha alcanzado la orientación y ángulo óptimo se desprenden del cohete externo planeando a velocidades hipersónicas hacia su objetivo[6].La altura de vuelo de los HGV se encuentra entre los 40 y 100 km y su velocidad va disminuyendo a lo largo de su fase de planeo debido a la resistencia que le presenta la atmosfera, la cual genera estrés mecánico y térmico al misil.



La infografía precedente obtenida del periódico El País[7], muestra en color celeste la trayectoria balística propia de un misil ICBM, en color rojo como sería la trayectoria de un vehículo HGV y en color amarillo como sería la trayectoria de un misil HCM. De igual forma, muestra como disminuye la detección radar en los casos de los misiles HGV y HCM, lo que es un grave problema debido a la velocidad a la cual se desplazan estas armas.

[5] Armas hipersónicas: el sistema armamentístico de la nueva era. Debalina Ghoshal.
[6] La defensa ASMD ante la nueva amenaza de los misiles hipersónicos. Angel De Miguel López.
[7] https://elpais.com/internacional/2021-10-23/la-carrera-por-los-misiles-hipersonicos-agita-el-equilibrio-estrategico-global.html.

III.- Desarrollos conocidos de misiles hipersónicos a la fecha.

Los tres principales países que han evidenciado el desarrollo de misiles hipersónicos a la fecha son Rusia, China y Estados Unidos, los que están en una carrera por obtener tecnología militar hipersónica que sea operacional.

Rusia dispondría de tres sistemas de miles hipersónicos, en primer término, estaría el Vehículo de Planeo Hipersónico (HGV) Avangard, en segundo término, el misil hipersónico de crucero (HCM) 3M22 Zircón, y por último el misil Khinzal[8], el que alcanzaría velocidades MACH10.

El misil Zircón utiliza un motor scramjet y está diseñado para su empleo desde plataforma navales y submarinas. Esta arma ha estado en pruebas desde el año 2018, las que conforme ha señalado el Kremlin, han sido satisfactorias. El misil Zircón posee dos variantes, uno para su empleo contra blancos terrestres y otro para ataque contra buques de superficie.

El misil Avangard se trataría de un vehículo tipo HGV con alcance intercontinental, el que habría sido diseñado para portar una cabeza nuclear o bien una cabeza de explosivo convencional, y el cual conforme lo ha informado Rusia, estaría en servicio desde el 2019, lo que no ha sido comprobado. Por otra parte, este misil se encontraría asociado al desarrollo del cohete propulsor Sarmat, el cual aún no se encontraría en funcionamiento, lo que instala dudas sobre su real estado de operatividad.

Por último, está el misil Khinzal, el que sería el único de los tres desarrollos que ha sido empleado en combate a la fecha, en la guerra Rusia-Ucrania. Este misil, en estricto rigor, no cumpliría la definición de arma hipersónica, ya que no se ajusta ni a las características de un HCM ni a las de un HGV, es decir no se comporta ni como un misil tipo crucero ni como un vehículo de planeo, ya que su principio de funcionamiento requiere que sea lanzado desde una aeronave MiG-31. Sin embargo, no es esto lo que permite descartarlo como un arma hipersónica sino más bien su aparente incapacidad para realizar maniobras evasivas. Al respecto, Ucrania ha informado que a la fecha habría derribado con misiles Patriot al menos 6 de estas armas[9], lo que indicaría que los Khinzal no poseen capacidad de maniobrar, o bien que existe un gran avance en los sistemas Patriot que le ha permitido realizar los derribos. No obstante, es interesante señalar que la alta velocidad que alcanza el misil Kinzhal le permitiría sobrepasar a muchos de los sistemas antiaéreos actualmente en uso.

En el caso de China, se sabe que ha estado trabajando en un vehículo de planeo hipersónico (HGV) desde el año 2014, el cual habría sido testeado ya en unas nueve ocasiones. Este HGV ha sido denominado DF-ZF (también conocido como WU-14), y en el año 2019, con motivo del desfile del 70 aniversario de la República Popular China, se mostró este vehículo de planeo. Además de este desarrollo, China anunció, en junio del 2023, la puesta en servicio del misil hipersónico antibuque YJ-21, el que entró en servicio en sus destructores tipo 055 y en sus bombarderos H-6N[10], aunque se señaló que el misil todavía se encontraba en fase de pruebas.

[8] http://www.ceea.cl/documentos/boletines/2023/KInzhal.pdf
[9] https://www.elmundo.es/internacional/2023/05/16/6463a9b221efa0375d8b4587.html
[10] H-6N, bombardero estratégico birreactor fabricado por China y que corresponde a una fabricación bajo licencia del avión ruso Tupolev TU 16

Es interesante señalar que desde Estados Unidos (NORAD) han reconocido que China ha mostrado una capacidad avanzada en el desarrollo de vehículos hipersónicos de planeo y su interés no estaría en poseer misiles capaces de volar a velocidades superiores a 5 MACH, sino que estaría en búsqueda de un desarrollo innovador que permita asegurar la maniobrabilidad de sus armas en vuelo[11].

En el caso de Estados Unidos, a la fecha no contaría con un sistema de misil hipersónico operativo o en vías de estar operativo, sin embargo, tiene diferentes programas destinados a generar la tecnología que permita poner en operación un ingenio de estas características los que se encuentran en manos de la Marina, el Ejército, la Fuerza Aérea y la Agencia de Proyectos Investigación de Defensa Avanzados Avanzados (DARPA)[12].

A este respecto, Estados Unidos estaría trabajando, entre algunos de sus proyectos, en desarrollar misiles crucero hipersónicos en el marco del programa Ataque Relámpago Global (PGS), el que se centra en factores como el rendimiento cinemático general de los misiles, compatibilidad de plataformas de lanzamiento, navegación, guía de precisión, capacidad de supervivencia y letalidad, entre otros[13]. En el marco de estos proyectos de desarrollo se habrían conseguido éxitos en el empleo de la tecnología scramjet y también en el uso de vehículos HGV, y al igual que China su objetivo no es disponer de misiles ultrarrápidos, sino que el objetivo es el desarrollo de armamento hipersónico, maniobrable y que tenga la capacidad de viajar dentro de la atmosfera terrestre durante toda su trayectoria[14].

Por otra parte, Francia, Alemania, Australia, India y Japón estarían desarrollando proyectos para contar con armas hipersónicas, en tanto que Irán, Israel y Corea del Sur poseerían desarrollos básicos sobre esta tecnología[15], lo que da cuenta del interés que estas armas despiertan en algunas naciones.

IV.- Implicancias estratégicas y tácticas del empleo de armas hipersónicas.

Visto el interés que muestran algunos países en esta tecnología es válido preguntarse cuál es la razón por las que el desarrollo de estos ingenios pone en alerta a las potencias mundiales y cuáles podrían ser los efectos reales de su incorporación al arsenal de un país.

Lo primero que debemos precisar es que hoy por hoy no existiría un sistema de defensa aérea capaz de interceptar un misil de esta naturaleza, no tanto por su velocidad, la que por sí misma ya impone un nivel de dificultad elevado, sino por la capacidad que tendrían para cambiar su trayectoria y así evadir los posibles misiles disparados para su neutralización. Los sistemas antiaéreos de largo alcance existentes a la fecha están diseñados para interceptar misiles del tipo ICBM, por lo cual no podría neutralizar una amenaza de esta naturaleza, quedando los

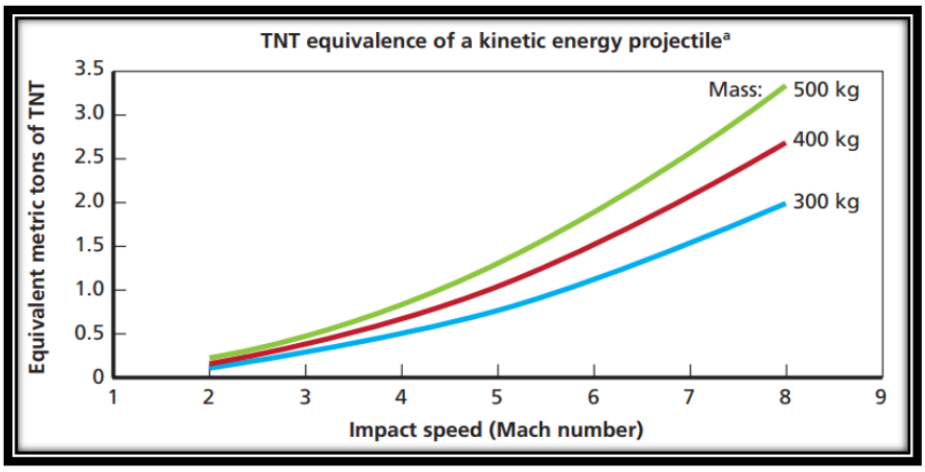
[11] Ángel Miguel López, " La Defensa ASMD ante la nueva amenaza de los misiles hipersónicos "
[12] Mateo de Jesús Audelin Mayo Gómez, " Nuevos retos al desarme y control de armamentos: el uso de misiles hipersónicos en la guerra en Ucrania.
[13] Debalina Gohshal, "Armas hipersónicas: el sistema armamentístico de la nueva era", IEEE.ES.
[14] Ángel Miguel López, " La Defensa ASMD ante la nueva amenaza de los misiles hipersónicos "
[15] https://www.lisanews.org/seguridad/misiles-hipersonicos-amenaza-nueva-carrera-armamentistica/

objetivos estratégicos vitales de un país y sus medios para contraatacar a merced del atacante. Esto último no es trivial ya que equivale a quedar inerme.

A.- Las armas hipersónicas poseen por sí mismas un alto poder destructivo.

Lo primero que se debe destacar es que debido a las enormes velocidades que estas armas alcanzan poseen una alta capacidad de destrucción por sí mismas debido al efecto cinético de su masa la impactar[16] sobre un objetivo, por lo cual pueden provocar altos niveles de destrucción sin la necesidad de llevar una cabeza de guerra dotada de explosivo o una cabeza nuclear. Esta particularidad es relevante ya que podría facilitar la adquisición de importantes capacidades de destrucción, con capacidad de sobrepasar a los sistemas de defensa actuales, a países o actores no estatales que no cuentan con tecnología nuclear o armas de destrucción masiva. La capacidad de destrucción cinética de un arma hipersónica es muy inferior a la de un arma nuclear, sin embargo, este tipo de arma puede ser utilizada para ataques de precisión sobre objetivos vitales, en una estrategia de "decapitación".

Los ataques de decapitación están dirigidos hacia blancos de altos valor estratégico, tales como el liderazgo de una nación, el sistema de mando y control, comunicaciones, con lo cual se busca que el país atacado no pueda coordinar ni dirigir su defensa ni tampoco organizar un contrataque.



Poder cinético destructivo de un arma hipersónica con respecto a su velocidad. Fuente: Speier, 2017, p. 13

Tal como se muestra en la gráfica, un misil hipersónico cuya masa sea de 500 kg tiene el efecto destructivo equivalente a más de 3 toneladas métricas de TNT si impacta un objetivo a una velocidad de 8 mach (unos 9.878 km/hr). Esto es bastante lógico ya que se relaciona con la energía cinética ($Ec=(½)m*V^2$), la que varía en relación con el cuadrado de la velocidad del móvil. En otro aspecto, y para hacerse una idea general, una bomba mk 82 tiene aproximadamente 89 kg de explosivo, por lo cual, 3 toneladas de TNT serian aproximadamente 33 bombas mk 82, si se compara solamente por la cantidad de kg de explosivos.

[16] El impacto estratégico de las armas hipersónicas, Abraham González L. Instituto de Investigaciones de la Armada de México.

B.- Su alta velocidad disminuye los tiempos de reacción para la defensa.

Las altas velocidades que son capaces de alcanzar las armas hipersónicas disminuyen significativamente el tiempo con el que se cuenta para reaccionar ante un ataque, esto trae consigo numerosos problemas para quien se defiende. En este sentido, en el ciclo Observar-Orientar-Decidir-Actuar (OODA Loop) de quien se defiende, las etapas Orientar-Decidir disponen de menos tiempo ya que la amenaza se mueve mucho más rápido (el ciclo gira a más velocidad), dejando así menos tiempo para reaccionar, más aún si se está en una postura defensiva. En particular, si se analiza un ataque con este tipo de armas es fácil caer en cuenta que un ataque sorpresa reduce notablemente el tiempo disponible para preparar una respuesta, y en estos casos, el tiempo lo es todo.

Un misil que vuela a 20 mach podría cubrir la distancia entre Moscú y Washington en unos 19 minutos, tiempo de vuelo que se estima podría ser menor al requerido por EEUU para para lanzar un contrataque nuclear [17]. Si se considera que estas armas bien podrían ser lanzadas desde submarinos, tal como se hace con algunos ICBM, entonces los tiempos requeridos para lanzar un ataque de respuesta serían mucho menores, con lo cual es muy posible que este tipo de armas deje fuera de juego la respuesta nuclear como opción.

Tal como se ve, los sistemas de misiles nucleares que actualmente tiene EEUU, su doctrina de lanzamiento, los procedimientos involucrados y la cadena de mando y control, como también los sistemas diseñados para interceptar los misiles nucleares adversarios están pensados, hoy en día, para enfrentar una amenaza con misiles ICBM, por ello, al introducir una variable como la que representan las armas hipersónicas esta capacidad de interceptación podría quedar completamente sobrepasada.

C.- Son una amenaza para los objetivos vitales de un estado.

Estas nuevas armas, merced de su velocidad y capacidad de maniobra y guía final, pueden atacar blancos móviles, como bien podrían ser fuerzas de portaviones desplegadas en la inmensidad del océano. Estos navíos no estarían a salvo de ataques realizados a gran distancia y el poder que representan se verá disminuido debido a la necesidad de mantenerse a distancia del teatro de operaciones asignado. La mayor distancia desde su teatro afecta al empleo de su mayor capital, el poder aéreo embarcado, el cual podría volverse inútil si el rango de seguridad impide a los aviones alcanzar sus blancos. En este caso cabe preguntarse cuáles serán las alternativas que manejarán las armadas que poseen portaviones para adaptarse a esta nueva amenaza que se cierne sobre estos buques y cómo esta variable afectará a la capacidad de disuasión de estas fuerzas, como también si estas nuevas armas hipersónicas serán capaces de poner en jaque a las fuerzas de portaviones.

No obstante, se debe señalar que el ataque de blancos que poseen alta movilidad desde grandes distancias requiere contar con una gran capacidad Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) para actualizar su posición en forma precisa y garantizar el impacto sobre el objetivo.

[17] El impacto estratégico de las armas hipersónicas, Abraham González L. Instituto de Investigaciones de la Armada de México.

E.- Pueden alterar la relación de fuerzas en el contexto internacional.

Las armas hipersónicas también pueden afectar al status quo internacional en el ámbito de la capacidad de disuasión y coerción que estas armas le pueden otorgar a naciones más débiles y a actores no estatales. En este sentido, la capacidad que tienen las armas hipersónicas para penetrar incluso los sistemas de defensa antimisiles actuales más avanzados es un atractivo innegable que a la vez se transforma en un gran riesgo si estas armas son adquiridas por parte de potencias menores o caen en manos de actores no estatales. Esta capacidad podría plantear un desequilibrio en el sistema internacional.

Al no existir una defensa efectiva que pueda neutralizarlas, quien las posea tendrá la capacidad de llevar a cabo ataques estratégicos de precisión con elevadas probabilidades de éxito, lo que permitiría que una potencia menor o un actor no estatal represente una amenaza similar a la de una potencia mayor, lo cual puede ser utilizado tanto defensiva como ofensivamente, y puede permitirle generar disuasión ante posibles ataque o agresiones, pero también puede permitirle ejercer presiones para conseguir sus objetivos políticos y estratégicos.

F.- Pueden afectar el despliegue de las fuerzas en terreno.

Estas armas pueden amenazar con ataques en la profundidad con precisión y letalidad, lo que innegablemente afectará el despliegue de las fuerzas, tales como bases aéreas, sitios de lanzamiento de misiles estratégicos, grupos de ataque de portaviones, etc, las que deberán ubicarse fuera del alcance de estas armas ante la imposibilidad de defenderse de ellas. Esta especial particularidad no afectaría en igual forma a los medios submarinos, los que bien podrían ser una alternativa de disuasión ante un ataque con estos medios. La capacidad de poder desplegarse en forma furtiva hasta las posiciones de lanzamiento hace que los submarinos de ataque sean una alternativa a evaluar ante una amenaza de este tipo, al igual que en el caso de la disuasión nuclear.

De igual forma, la capacidad ICBM que poseen algunos países deberá considerar una capacidad de transporte y despliegue ya que mantener sitios de lanzamiento fijos en el terreno podría ser un gran error para estas estas fuerzas.

G.- La defensa contra estas armas puede ser muy difícil de desarrollar.

Como ya se ha señalado, la velocidad y por sobre todo su capacidad de maniobra hacen que el desarrollar sistemas antimisil específicos para esta amenaza sea todo un desafío tecnológico, que requiere mejorar los procesos de detección, interceptación y derribo de tal forma que los tiempos de intervención[18] sean mucho más bajos y permitan eliminar la amenaza a tiempo.

Otro problema que se presenta la interceptar y derribar misiles hipersónicos está dado por el hecho que la velocidad que estos alcanzan hace que ellos estén rodeados por un plasma de calor causado por la fricción con el aire[19]. La existencia de este plasma presenta un problema mayor

[18] Se denomina tiempo de intervención a la suma del tiempo de reacción y el tiempo de vuelo del misil hasta el blanco. El tiempo de reacción considera los tiempos requeridos para detectar, identificar , traquear, asignar el blanco y disparar.
[19] Hypersonic Weapons Development in China, Russia and the United States, Implications for American Security Policy. Larry M. Wortzel.

para la defensa ya que la posibilidad de usar armas de energía directa (Armas Láser, armas de microondas o similares) podría ser inefectiva en penetrar el efecto plasma por lo cual la destrucción requerirá de un impacto directo de alta precisión con una cabeza de guerra cinética, lo cual es bastante complejo por las velocidades a las cuales se encontrarían el misil hipersónico y su interceptor.

IV.- Conclusiones.

La irrupción de las armas hipersónicas tendrá un impacto relevante en la forma en la cual se realizan las operaciones hoy en día, por ende, afectará la táctica, la estrategia y la doctrina de las fuerzas, generando cambios cuyos efectos son muy difíciles de predecir.

Por otra parte, es interesante hacer notar que esta tecnología estaría en una fase inicial, los misiles que se han desarrollado están en etapas de prueba o bien aún no demuestran la capacidad de maniobrabilidad que se suponen debieran poseer para ser realmente una amenaza de temer, sin embargo, hay un interés creciente de las potencias por hacerse de la tecnología que permita la construcción de armas que sean operativas.

La puesta en operación de estas armas puede alterar el balance de fuerzas entre las naciones, además, podría poner en aprietos la disuasión nuclear de las potencias ya que técnicamente no se contaría con la capacidad para neutralizar misiles de estas características.

Los sitios de lanzamiento de ICBM, las flotas en alta mar y los objetivos estratégicos ubicados en la profundidad del territorio podrían ser alcanzados antes de que se tenga siquiera la capacidad de contrarrestar el ataque, generando así una vulnerabilidad ante la cual la posesión de armas nucleares de ataque podría quedar completamente fuera de juego, afectando la disuasión nuclear.

Las fuerzas deberán pensar en armas estratégicas que posean plataformas de disparo con elevada movilidad, como dispositivos de lanzamiento terrestre altamente móviles, submarinos con capacidad de lanzamiento de misiles hipersónicos o ICBM y bombarderos estratégicos, ya que estas plataformas podrían ser una solución para disuadir un eventual ataque con armas hipersónicas al ocultar la capacidad de contragolpe.

Por último, estas armas son lanzadas a grandes distancias, por ende, poseer una capacidad de detección de su lanzamiento, en el espacio o en el aire, será muy necesario si se desea contar con más tiempo para preparar una respuesta de contra ataque o bien si se desea contar con mayores posibilidades de neutralización de la amenaza.