

## Trabajo Fin de Máster

Aplicación de un proceso jerárquico analítico para  
apoyo a la decisión de la elección de la torre no  
tripulada con cañón de 30 mm en el Vehículo de  
Combate sobre  
Ruedas VCR 8x8

Autor

Adrián Benito Alcalá

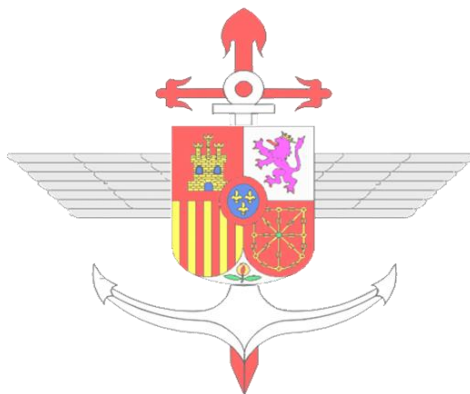
Director

Carlos Luis Ruiz López

Centro Universitario de la Defensa

Año 2021

## Resumen



El recientemente firmado contrato de producción del “Vehículo de Combate sobre Ruedas (VCR) de tracción a los cuatro ejes” (a partir de ahora citado como VCR 8x8), dotará al Ejército de Tierra de un moderno sistema de combate, cuyo elemento principal es una torreta dotada de un cañón de calibre 30 mm. La elección de la torreta con este cañón constituye un hito contractual, aún por decidir, decisión que debe haberse adoptado al menos doce meses antes de la producción del primer vehículo de combate, tiempo necesario para que el modelo de torreta quede incluido dentro de la Línea Base de Configuración del Producto Preliminar (LBCPp), hito trascendental en la ejecución del contrato, pues define el diseño del VCR 8x8 y es punto de partida para todo el trabajo de ingeniería que se inicia con la aprobación de este hito.

Caso de no haberse adoptado una solución en este plazo, se introduciría un riesgo en el programa de producción, que afectaría al calendario de entrega de vehículos de combate, desplazando las entregas hacia la derecha en el calendario, comprometiendo además la fecha establecida por el Ejército de Tierra, usuario final de la flota de vehículos de combate, en la que este ejército espera alcanzar la Capacidad Operativa Inicial (IOC, por sus siglas en inglés), compromiso temporal que ha adquirido el estado español con la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) para poner a disposición de esta organización su capacidad de fuerzas terrestres proyectables.

Para la elección de la torreta que dotará al VCR 8x8, está determinado en el contrato que sustenta este programa, someter a una evaluación a las tres alternativas de torretas candidatas. La selección final requerirá un asesoramiento impecable, ya que son muchos los intereses, tanto en el ámbito militar-operativo, como las susceptibilidades en el ámbito político-industrial, que acompañan a cada torreta candidata y que influirán en la decisión<sup>1</sup>. Tanto es así, que ha sido el Secretario de Estado de Defensa (supuesto didáctico), quien ha decidido retener para sí la última palabra al respecto de la torreta finalmente seleccionada.

Para fundamentar su decisión, ha solicitado asesoramiento del Coordinador del Programa VCR 8x8<sup>2</sup>. En consecuencia, el coronel coordinador debe analizar y ordenar multitud de criterios de ámbitos y pesos distintos. Para gestionar este problema, ha decidido la aplicación de un proceso jerárquico analítico, para sustentar la decisión de la elección de la torreta no tripulada con cañón de 30 mm, que ha de dotar al Vehículo de Combate sobre Ruedas VCR 8x8. La aplicación de un proceso jerárquico analítico (AHP por sus siglas en inglés) contribuirá a ambos objetivos: proporcionar un asesoramiento técnico preciso, que convenza las expectativas en el ámbito militar-operativo, y asegurar al tiempo la “asepsia” del proceso de decisión, que afectan en el ámbito de los intereses político-industriales.

---

<sup>1</sup> <https://youtu.be/2tDaJPpJSqQ>, Infodefensa TV, 14 de abril de 2021.

<sup>2</sup> La Resolución 300/18824, de 14 de diciembre, de la Secretaria de Estado de Defensa (BOD Núm. 250 Martes, de 15 de diciembre de 2020) crea la figura de Coordinador de Programa y establece una serie de funciones a desarrollar por quienes sean designados Coordinadores de Programa en la Dirección General de Armamento y Material. Concretamente les corresponde “*llevar a cabo las acciones necesarias para proponer soluciones a los problemas técnicos, industriales, económicos y de carácter laboral que afecten al desarrollo y producción de los programas de especial relevancia económica, tecnológica e industrial, de forma que se ejecuten con la máxima eficacia y eficiencia*”.

## **Índice de Tablas**

Tabla 1. Escala de Saaty para la evaluación de criterios	28
Tabla 2: Ponderación o Peso Relativo entre Criterios	30
Tabla 3: consistencia de los pesos asignados a los criterios (metodo AHP)	31
Tabla 4: Ponderación o Peso Relativo de los Subcriterios	33
Tabla 5: Evaluación entre Alternativas	34
Tabla 6: Jerarquización de Alternativas	36

## Índice de Figuras

Ilustración 1. torreta “TOLEDO” , Pap Tecnos sobre demostrador 2 de 8x8 (2020)	8
Ilustración 2: lanzador de misil Spike integrado en torreta “TOLEDO”	9
Ilustración 3: frontal de la torreta “Gurdian30”	10
Ilustración 4: detalle del lanzador lateral para misiles Spike	11
Ilustración 5: peccentil de la torre Guardian 30 y dimensiones básicas	12
Ilustración 6: VBCI francés con torre y cañón CT40 (NEXTER)	14
Ilustración 7: detalle de cuna del cañón 40CTAS y comparativa de municiones	17
Ilustración 8: resumen gráfico de la metodología AHP	21
Ilustración 9: Demostrador número 2 de VCR 8x8 con torreta “TOLEDO”	22
Ilustración 10: Presentación del Problema en forma de diagrama de árbol	23
Ilustración 11: Aplicación del Problema concreto en forma de diagrama de árbol	24
Ilustración 12: matriz de valoración (escala de Saaty)	27
Ilustración 13: matriz de valoración normalizada (escala de Saaty)	28
Ilustración 14. fórmula de la Razón de Inconsistencia (metodología AHP)	30
Ilustración 15. fórmula del índice de Consistencia (metodología AHP)	31
Ilustración 16: fórmula de la media de consistencia (metodología AHP)	31
Ilustración 17: plantilla modelo de matriz de decisión (metodología AHP)	35

## **Listado de abreviaturas**

AHP	Analytic Hierarchy Process
BITD	Base Industrial y Tecnológica de la Defensa
CA	Consistencia Aleatoria
CTAS	Case Telescoped Armament System
CV	Ciclo de Vida
DAFO	Debilidades - Amenazas - Fortalezas - Oportunidades
DDV	Documento de Viabilidad
DGAM	Dirección General de Armamento y Material
EM&E	Escribano Mechanical & Engineering
FAS	Fuerzas Armadas
FI	Fase 1
IC	Índice de Consistencia
IOC	Initial Operational Capability
I+D	Investigación más Desarrollo
I+T	Investigación más Tecnología
JSTER	Jefatura de Sistemas Terrestres
LBCPp	Línea Base de Configuración del Producto Preliminar
mm	Milímetros
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte)
ODIR	Órgano de Dirección
REM	Requisitos de Estado Mayor
RI	Razón de Inconsistencia
SEDEF	Secretario de Estado de Defensa
SDG	Subdirección General
VCI	vehículo de Combate de Infantería
VCR	Vehículo de Combate sobre Ruedas

## **Tabla de contenido**

Resumen	1
Índice de Tablas	3
Índice de Figuras	4
Índice de abreviaturas	5
1.Introducción	7
1.1. Elección de alternativas	7
1.1.1. Descripción de alternativas: el problema	8
1.2.Ámbito de aplicación	17
2. Objetivo	18
3. Metodología	19
4. Resultados	20
4.1. Resolución del problema a través de las etapas de la metodología AHP.	20
4.1.1. Etapa 1: formulación del problema en una estructura jerárquica.	21
4.1.1.1.Elección de los criterios de valoración	24
4.1.2. Etapa 2: evaluación de los criterios y subcriterios de valoración.	27
4.1.2.1. Generalidades	27
4.1.2.2. Cálculo de los pesos de los Criterios de valoración en el caso práctico.	29
4.1.2.3. Cálculo de la Consistencia de los pesos asignados a los criterios.	30
4.1.2.4.Cálculo de los pesos de los Subcriterios de valoración y Consistencia de los cálculos.	32
4.1.3. Etapa 3: evaluación de las alternativas.	33
4.1.4. Etapa 4: jerarquización de las alternativas, matriz de decisión.	35
4.2. Diseño de la estrategia de implantación de la decisión mediante el análisis DAFO	36
5. Discusión	37
6. Conclusiones	39
7. Referencias bibliográficas	40
Anexos	41
Anexo 1. Elección de los criterios de valoración.	
Anexo 2. Elección de los subcriterios	
Anexo 3. Peso de los criterios de valoración.	
Anexo 4. Definición de los criterios y subcriterios.	
Anexo 5. Ponderación de los pesos relativos de los subcriterios.	
Anexo 6. Evaluación de las alternativas.	
Anexo 7. Análisis DAFO: estrategia del programa.	

## **1. Introducción**

La toma de decisión puede realizarse basada en el conocimiento que la organización, en este caso la Oficina del Programa VCR 8x8, tiene ya conformado sobre cada tema, es decir, de forma subjetiva o, como en este caso, cuando se trata de decisiones de calado, que trascienden además el puro ámbito de decisión de la Oficina del Programa, apoyándose en la aplicación del método científico. Este último, permite comparar alternativas con criterios, para ayudar a adoptar una decisión final. Para resolver esta matriz, existen técnicas, entre las que se encuentra la de jerarquización de las alternativas, en función del grado de cumplimiento de los criterios. Es lo que se conoce como Proceso Jerárquico Analítico o Analytic Hierarchy Process (AHP)<sup>3</sup>, que es el que se va a aplicar en este caso práctico.

### **1.1. Elección de alternativas**

Recientemente ha comenzado el proceso de obtención para dotar al Ejército de Tierra de la Fase I (FI) del Vehículo de Combate sobre Ruedas (VCR) 8x8, habiendo presentado la empresa contratista principal, al jefe de la Oficina de Programa Fase I VCR 8x8, tres alternativas (supuesto didáctico)<sup>4</sup> de sistemas de armas a instalar en el VCR, en su versión de vehículo de combate de infantería (VCI)

Las alternativas presentadas por el contratista han sido:

- Alternativa 1: Torre remota “TOLEDO”, de la empresa “PAP TECNOS”;
- Alternativa 2: Torre remota “Guardian30”, de la empresa “ESCRIBANO MECHANICAL & ENGINEERING (EM&E)”, y
- Alternativa 3: Torre remota “40CTAS” del tecnólogo “CTAINTERNATIONAL”.

---

<sup>3</sup> Técnica de toma de decisiones estructurada para resolver problemas complejos desarrollada por el matemático Thomas L. Saaty, de la universidad de Pensilvania.

<sup>4</sup> Alternativas. Son las posibles soluciones (objetos, acciones, proyectos...) a elegir por el decisor. Son mutuamente excluyentes. (Tcol. C. Ruiz López, *CUD Zaragoza, Máster Universitario en Dirección y Gestión de Adquisiciones de Sistemas para La Defensa, Capítulo 8. “Métodos cuantitativos ayuda a la decisión,”* 2019).

### 1.1.1. Descripción de alternativas: el problema.

#### Alternativa 1: Torre remota “TOLEDO”, de la empresa “PAP TECNOS”.

El grupo de expertos de la Oficina de Programa VCR 8x8, ha hecho un análisis de la información proporcionada por la empresa Pap Tecnos<sup>5</sup>, reconociendo la madurez, característica que apunta el torrista sobre su producto, así como el bajo riesgo tecnológico de su torre remota, si bien la ofertada, la “Toledo 30S” propuesta para el futuro Vehículo de Combate sobre Ruedas (VCR) 8x8 Dragón del Ejército de Tierra es la última y novedosa versión de esta serie.

Ciertamente Pap Tecnos está involucrada en el Programa VCR 8x8, desde su lanzamiento hace 12 años, si bien con una versión anterior de su torre. En julio del año pasado, los componentes de la Oficina de Programa presenciaron las pruebas de tiro a las que se sometió a la torre en el campo de maniobras de Álvarez de Sotomayor de Viator en Almería, que sin ser exigentes, demostraron su capacidad tirando con el cañón principal, con la ametralladora coaxial y disparando desde la torre y guiando desde la misma un misil contra carro Spike (el primer disparo se perdió al cortarse el hilo de fibra de vidrio, pero el segundo fue certero)



Ilustración 1: torreta “TOLEDO” de Pap Tecnos sobre demostrador número 2 de VCR 8x8 (2020).

---

<sup>5</sup> Fuente: <https://www.infodefensa.com/es/2021/05/13/noticia-tecnos-destaca-madurez-torre-toledo.html>

Es importante para el grupo de expertos reconocer que detrás de esta estación de armas presentada al programa VCR 8x8 está la tecnología de la casa matriz Rafael, si bien la torre está españolizada por Pap Tecnos, cumpliendo, a juicio de la empresa, con todos los requisitos del Estado Mayor del Ejército.

El tecnólogo informa que la torre se encuentra operativa en países europeos y del lejano oriente, con más de 300 unidades producidas hasta la fecha y en funcionamiento, y también ha sido probada en combate en Afganistán según declara el fabricante. Además, la empresa dice haber llevado a cabo modificaciones durante el programa de reducción de riesgos para conseguir la completa dualidad entre el tirador y el jefe del vehículo en el manejo del sistema de armas.



Ilustración 2: detalle de lanzador de misil Spike integrado en torreta "TOLEDO".

Como se ha dicho y se verificó en ejercicios de fuego real, el sistema integra el misil Spike, importante porque actualmente se encuentra en el inventario de las Fuerzas Armadas españolas, uno de los requisitos del Ejército de Tierra en el Programa VCR 8x8, siendo también, y esto es destacable, un producto también propio del tecnólogo principal Rafael. El fabricante dice estar listo para la integración del Spike LR2 -la última versión.

Según Pap Tecnos, al estar en servicio en otros ejércitos, la empresa recibe información constante de cómo mejorar, cuáles son las nuevas situaciones de combate o qué amenazas nuevas aparecen, lo que permite que la torre crezca y evolucione de acuerdo a las lecciones aprendidas en conflictos reales.

### Alternativa 2: Torre remota "Guardian30", de la empresa "EM&E"

El grupo de expertos de la Oficina de Programa VCR 8x8 analizó a continuación la información proporcionada por el tecnólogo de la conocida como Guardian 30, torre que deriva, según el propio Escribano, de la experiencia anterior en colaboración con otras empresas, si bien, según se argumenta, ha sido desarrollada íntegramente por sus ingenieros<sup>6</sup>. Es la opción que presenta la empresa para equipar la principal variante del Dragón 8x8, el VCI (Vehículo de Combate de Infantería).



Ilustración 3: frontal de la torreta "Gurdian30".

La Guardian 30, al igual que sus competidoras, es una torre robotizada, controlada desde el interior del vehículo por dos personas y armada con un cañón Bushmaster II Mk 44 de 30x173 mm de accionamiento eléctrico (lo que quiere decir que no emplea los gases del proyectil para repetir el ciclo de disparo) El equipo de expertos destacó el modelo del cañón Bushmaster, por tratarse del mismo que artillará los VCR 8x8 (a diferencia del resto de candidatos, que presentan o una versión distinta de este cañón u

---

<sup>6</sup> Fuente: revista digital EJÉRCITOS," Guardian 30 de Escribano Mechanical & Engineering - Revista Ejércitos (revistaejercitos.com", 17 de marzo de 2021.

otra opción completamente diferente, pero novedosa y con sus ventajas) El cañón está estabilizado en dos ejes y con alimentación de doble vía (admite dos tipos de munición diferente a elegir mediante un selector, nada que difiera del resto de competidores) que puede recargarse accediendo a la torre desde el interior del vehículo o por el exterior desde una trampilla superior (este requisito es exigible en el contrato y lo cumplen todos los torristas) La capacidad de carga de munición es de 200 disparos y las vainas son expulsadas hacia la parte frontal del vehículo una vez utilizados (a juicio del equipo de expertos, la única diferencia aquí es el camino que emprende la vaina una vez expulsada, que debe alejarse del anillo de unión de la torreta a la barcaza, para impedir interrupciones, cosa que esta solución de torreta parece tener mejor conseguida que otras competidoras en el mercado)

El cañón tiene un ángulo de depresión máximo de  $-15^{\circ}$  respecto a la horizontal (similar al resto de soluciones) y la elevación se sitúa en  $+60^{\circ}$ , lo que supera con creces los requerimientos del REM, aunque no la diferencia mucho del resto de torretas. Sin embargo, la velocidad de giro de la torre,  $60^{\circ}$  por segundo, la presenta el fabricante como excelente para un encaramiento casi inmediato con cualquier amenaza (lo cual es valorado por los expertos)



Ilustración 4. detalle del lanzador lateral para misiles Spike.

Fuente – EM&E.

Cuenta con un arma coaxial de 7,62 (MG3S) con una caja de munición de uso inmediato acoplada y la opción de un lanzador doble para misiles. Este fabricante está todavía en el camino de demostrar la integración completa de su lanzador con el modelo en servicio en el Ejército de Tierra, Spike. El contratista arguye que el sistema es compatible con otros modelos como lo Javelin y los modernos MMP (valorado positivamente por los expertos, porque demuestra capacidad de integración, a falta de demostrar la propia con el Spike)

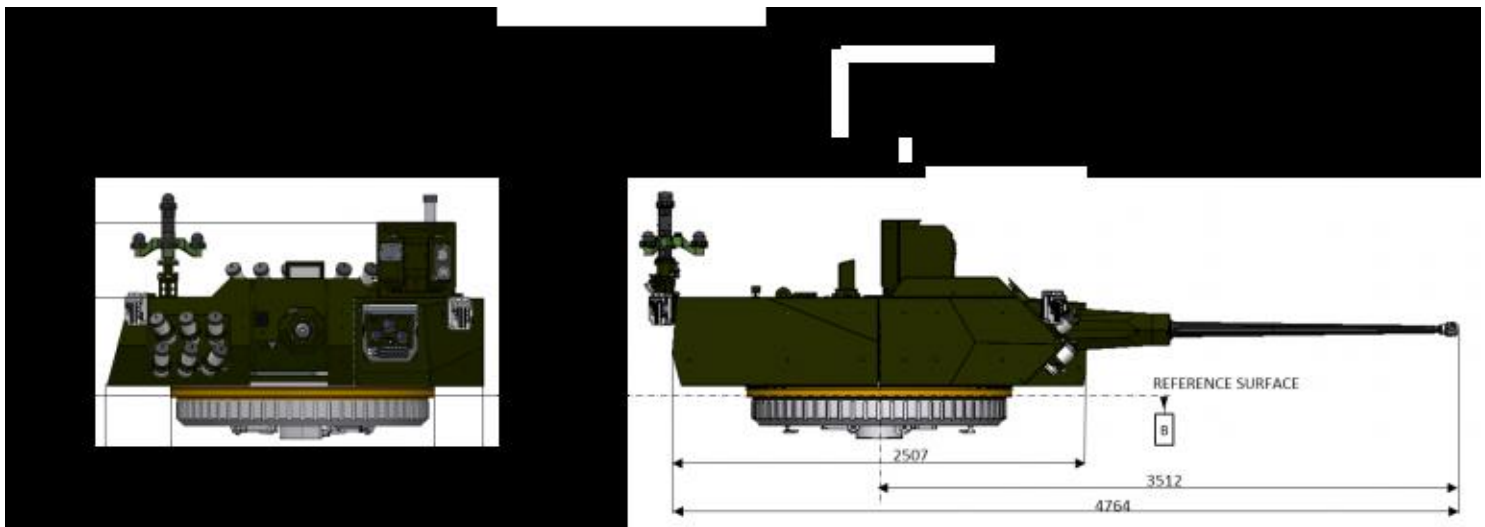


Ilustración 5. perencil de la torre Guardian 30 y dimensiones básicas.

Fuente – EM&E.

Completa la panoplia de armamento una batería de doce lanzadores fumígenos Weigmann (pueden lanzar granadas de fragmentación), situados seis en la parte frontal derecha y otros seis en la trasera. Esta información que proporciona el fabricante, no dice los problemas que los expertos han encontrado en la ubicación física de los lanzadores, que puede hacer que la trayectoria de alguno de los botes lanzados impacte con el cañón cuando éste se encuentra en su máxima elevación. Esta cuestión, sin ser mayor, debe sin embargo estudiarse y resolverse antes de que la torre quiera ser firme candidata.

Conforme a las especificaciones del fabricante, la torre básica pesa 1.066 kg y admite placas de blindaje modulares (se acoplan a la estructura sin medicaciones mediante pernos) de diferentes grados de protección. Dichas placas pueden combinar diferentes tipos de materiales, metálicos y compuestos y admiten la instalación de blindaje

reactivo. Del mismo modo, la torre podría incorporar sin problemas sistemas de protección activa. Esta información es bastante básica y precisa de un mayor aporte de información, dado que conceptos como “básico” requieren un desglose exacto de lo que comprende esa equipación para conocer con certeza cuál podría ser el peso final de la torre con la equipación exigible.

La torre cuenta con dos visores como elementos de visión y puntería, uno en la parte frontal de la torre y en línea de tiro con el arma principal, y otro panorámico para el jefe de vehículo en el techo, con un campo de visión de 360°. Ambos están estabilizados en dos ejes y cuentan con cámara térmica de tercera generación, diurna de televisión de alta definición y telémetro láser (estas características son comunes a todos los candidatos. El grupo de expertos solicitó información de detalle de capacidad de detección y de identificación de objetivos con las ópticas diurna y nocturna, observando que todas las torres candidatas superan los mínimos exigidos en los requisitos del VCR 8x8).

Ambos visores tienen capacidad de seguimiento (tracking) de blancos de forma independiente, contando el del tirador con un sistema de orientación automática de la mira del cañón con la retícula del visor para hacer la puntería (si bien estas capacidades son también comunes a todos los candidatos, existe diferencia en el número de objetivos que unos sistemas son capaces de seguir simultáneamente frente a otros. Si bien a más capacidad de seguimiento simultáneo, se demuestra mayor potencia del computador, la capacidad de concentración humana del tirador es limitada, por lo que este factor pudiera no ser considerado como diferenciador a la hora de seleccionar un sistema de puntería frente a otro, según los expertos)

### Alternativa 3: Torre remota “40CTAS” del tecnólogo “CTAINTERNATIONAL”

Conforme a su porfolio comercial, el consorcio Thales-Bae System<sup>7</sup> reconoce haber apostado por la tendencia en otros ejércitos y fabricantes de incrementar el calibre y potencia. Así, el consorcio lamenta que en España se adoptara el MK44 Bushmaster II

---

<sup>7</sup> Fuente: Tecnología militar: El cañón que puede 'desatascar' el polémico programa del blindado español (elconfidencial.com)

de 30 mm en una decisión que, a juicio de este consorcio, “ha ido a lo seguro, fiable, probado y conocido, pero no ha contemplado otras alternativas como el 40CTAS”. Ciertamente, el grupo de expertos reconoce que éstas son características buscadas en el sistema cañón a artillar los VCR8x8, solución tan posible como la de apostar por una solución como el 40CTAS, que proporciona mucha mayor potencia de fuego, pero al tiempo, más incertidumbre, por su novedad.



Ilustración 6: Vehículo de Combate 8x8 francés con torre y cañón CT40 (de Nexter)

CTAINTERNATIONAL se defiende argumentando que para dotar a un cañón de más potencia, este consorcio ha optado por el cañón CTAS (Case Telescoped Armament System), un sistema novedoso, si bien ya en uso por varios países.

El CTAS, según explica su fabricante, es un sistema que comprende la propia pieza y la munición, que es lo que le diferencia del resto de armas convencionales. Esta munición se denomina ‘de carcasa telescópica’ o ‘encapsulada’ y se caracteriza porque el proyectil se encuentra dentro del propio cartucho y rodeado por la pólvora o propelente, por lo que su forma es la de un cilindro a diferencia de la munición convencional, en la que el proyectil está situado fuera de la vaina. Sin poner ningún reparo a la solución de munición desarrollada en este proyecto, el grupo de expertos ha solicitado información del precio de cada cartucho, en función del tipo concreto de munición, en la sospecha de

que la técnica novedosa de encapsulado, si bien ventajas operativas, pudiera tener un lastre económico, por su precio de adquisición, como así ha podido corroborar, convirtiéndolo en una solución única y cara, factores ambos difíciles de soslayar en un proceso de elección.

La empresa defiende que el formato de munición no entraña riesgo por falta de madurez pues ya el ejército americano viene experimentando con este tipo de munición desde mediados de los años 50. La idea fue retomada por franceses y británicos a principios de los 90.

Es de destacar como factor positivo reconocido por el grupo de expertos que desde 1994 existe el consorcio franco británico CTAI (CTAS International) formado por las entonces compañías GIAT y Royal Ordnance, hoy NEXTER y BAE System. Desde 1997 se empezó a desarrollar una línea de trabajo con el calibre de 40 mm, en 2004 se empezaron a hacer pruebas y en 2008 el ejército británico lo seleccionó como arma para sus blindados de infantería Warrior y para el actual de cadenas Ajax. Francia también lo ha adoptado para sus blindados de 6 ruedas EBRC (Engin Blindé de Reconnaissance et de Combat) Jaguar y lo ofrece en la versión de exportación de su VBCI (vehículo de combate de infantería 8x8) El que esté en servicio en dos ejércitos del prestigio del británico y del francés, y el hecho de que el consorcio sea europeo y apoyado por estos dos países, es un factor muy positivo a valorar por el grupo de expertos de la Oficina de Programa VCR 8x8.

Entre las ventajas que apunta el fabricante los sistemas con munición encapsulada destacan su reducido volumen y menor tamaño de los proyectiles. Esto hace que el propio cañón, el CT40, sea ligeramente más pequeño y compacto que el MK44 de 30 mm. La munición, es de reconocer, es bastante más reducida y fácil de manejar al ser cilíndrica, y siendo el cañón de calibre 40 mm, su munición es de menor tamaño que los proyectiles de 30 mm convencionales y mucho menor que los de 40 mm. Estas, son ventajas en el ámbito operativo que deben señalarse, si bien la balanza entre ventajas operativas y coste logístico está desnivelada, bien es cierto que en función también del background del experto que la observa.

Según el fabricante (otra ventaja operativa muy trascendente) esta solución de munición evita interrupciones (atascos de la munición) Esta afirmación debe ponerse, no obstante, en cuarentena y pendiente de pruebas. El equipo de expertos sabe que las interrupciones no son solo causa de la munición, ni solo causa del cañón, sino de la dinámica entre cañón, munición y deflagración. La afirmación comercial de que este sistema se interrumpe menos que sus competidores debe ser sometida a verificación.

Más ventajas en el ámbito operativo, a juicio del fabricante: el proyectil posee una capacidad de penetración muy superior a las piezas de 30 mm e incluso de 40 convencionales. Según el fabricante, frente a las de 30 mm, el proyectil encapsulado tiene más masa, por lo que su energía cinética se mantiene más tiempo. Esta afirmación es, en sí y a juicio de los expertos cierta, pero no cita otra información. Ésta es que la deflagración de la pólvora alrededor del proyectil pudiera desestabilizar a éste en su inicio de recorrido por el tubo del arma, perdiendo precisión. El fabricante arguye en su defensa que utiliza un propelente más compactado y con mejores características de ignición, y que mientras que en un proyectil convencional parte de la energía se pierde en la deformación de la vaina que ‘aprieta’ el proyectil (el ‘gollete’) y se escapa alrededor hasta que éste se ajusta y realiza un ‘sellado’ en el ánima, esto no ocurre en el encapsulado al ser de igual diámetro vaina y proyectil. Por este mismo motivo, añade el fabricante, los gases que escapan hacia el tubo en un arma convencional producen un efecto perjudicial que afecta a la durabilidad del tubo, por lo que el cañón CTAS necesita ser reemplazado con menor frecuencia. Todos estos argumentos y contra argumentos deben finalmente comprobarse en tiros reales, que ha propuesto el grupo de expertos, pero pendientes de realizar.

Otras ventajas operativas se refieren a que el conjunto es menos voluminoso, pudiéndose adaptar a casi cualquier torre, según el tecnólogo, y dejando más espacio, al tener menos longitud tras su eje de apoyo, lo que permite utilizarlo con ángulos de elevación superiores a las piezas convencionales, lo que facilitaría su uso antiaéreo. Esta bondad de la solución técnica no tiene por qué convertirse en una ventaja respecto a sus competidores, dado que todas las soluciones propuestas superan lo requerido en este aspecto, por lo que un mayor ángulo de elevación suma, a los efectos del equipo de expertos, cero.



Ilustración 7: detalle de la cuna del cañón 40CTAS y comparativa de municiones.

Nueva ventaja operativa presentada por este contratista: el cañón de calibre 40 mm permitiría a las unidades que van en vanguardia, batir al enemigo a más distancia y con mayor eficacia, pues ya la mayoría de blindados están preparados para aguantar como mínimo impactos de proyectiles de 30 mm.

Ésta, que a priori, pareciera una característica que suma puntos, vuelve a tener valor cero (o uno, si se multiplica), dado que los requerimientos operativos del VCR 8x8 no exigen un cañón de 40 mm porque no se estiman objetivos de la dureza de blindaje que no puedan ser neutralizados con un arma de 30 mm. Que Ejército de Tierra eligiera el calibre de 30 mm fue porque, salvadas suficientemente las necesidades operativas con este calibre, logísticamente se conseguía abaratar la munición, el mantenimiento, y reducir peso en el vehículo, aprovechable para otros equipamientos necesarios. En conclusión el equipo de experto utiliza como referencia los requisitos exigibles escritos para este sistema de armas para el VCR 8x8, y como norma que todo lo que exceda lo exigible no entra en valoración que enriquezca la oferta.

El consorcio ofrece un precio del CT40 en unos 330.000 € cada uno, mientras que el MK44, según el consorcio, está en el entorno de los 240.000 €. La diferencia, casi 100.000 €, compensa, según el fabricante, por las ventajas operativas que presenta.

## 1.2. Ámbito de aplicación

La decisión sobre qué torre de las propuestas por el contratista debe ser la finalmente elegida para el Programa VCR 8x8, no reside, sin embargo, en el ámbito interno de esta oficina de programa, sino en el ámbito político-militar-industrial de la Secretaría de

Estado de Defensa. Esto es debido a que en este programa concurren intereses que escapan de la esfera de control de la Oficina de Programa, interés de stakeholders, unos del ámbito interno de la Secretaría de Estado de Defensa y otros del ámbito externo a la misma, y que apoyan diferentes soluciones de torretas. Todas las torretas, además, pudieran, en un principio, y como se ha descrito en el punto anterior, salvar los mínimos requerimientos técnicos para ser incluidas en el programa.

## **2. Objetivo**

Se pretende alcanzar tres objetivos:

El primero es acompañar el asesoramiento que debe dar el coronel coordinador del Programa VCR 8x8, mediante la aplicación del método científico para la resolución de este problema complejo. Se presentará el resultado final tras aplicar la metodología AHP, extendiéndose en las conclusiones, que expliquen los resultados, descubriendo todas las fortalezas y debilidades, haciendo una propuesta final de torreta a elegir. Se diseñará, por último, una estrategia<sup>8</sup> de implantación de la solución que se adopte, apoyándose en la técnica de análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (análisis DAFO<sup>9</sup>)

El segundo objetivo es mostrar, en el ámbito de la Dirección General de Armamento y material, las bondades de la aplicación de un método científico para la resolución de problemas, cuando estos revisten complejidad, no por sus características técnicas, para cuyo análisis las oficinas de programa está suficientemente preparadas, sino para los casos en los que otros factores externos influirán en la decisión a adoptar.

El tercer objetivo es demostrar al Secretario de Estado de Defensa (SEDEF) la potencia de la herramienta de apoyo a la decisión, que le surtirá de suficientes argumentos sobre las principales áreas de influencia, respecto a cada una de las torres candidatas, como para que el SEDEF pueda apoyarse en ellos y hacerlos valer, a la hora de fundamentar su decisión.

---

<sup>8</sup> El diseño de la estrategia se apoyará en la técnica de análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (análisis DAFO)

<sup>9</sup> Análisis DAFO: [Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa.](#)

### **3. Metodología**

La toma de decisión en el caso planteado podría haberse realizado aprovechando el bagaje de la Oficina de Programa VCR 8x8, es decir, de forma subjetiva. Este equipo de expertos lleva ya cinco años gestionado un proyecto de I+D precisamente para alcanzar el conocimiento de diseño de un prototipo de vehículo VCR 8x8, y sería capaz de asesorar sobre la solución de torreta más adecuada para este programa, desde los aspectos puramente técnico-industriales.

Pero, dado que la decisión reside en el ámbito político-industrial, el coronel coordinador ha decidido plantear la cuestión desde la aplicación del método científico. Éste permitirá elaborar una matriz que compara alternativas de decisión, con criterios para adoptar una u otra. Para resolver la matriz, existen técnicas, como la jerarquización de las alternativas, en función del grado de cumplimiento de los criterios. Esto se conoce como Proceso Jerárquico Analítico o Analytic Hierarchy Process (AHP) y es el método científico concreto que ha decidido aplicar el coordinador del Programa VCR 8x8 como más adecuado, por las circunstancias que concurren en este caso.

AHP fue desarrollada por el matemático Thomas L. Saaty en los años 70 con el objetivo de desarrollar una metodología fiable y válida para la evaluación y ordenación de alternativas en función de varios criterios y subcriterios.

Esta metodología se basa en un modelo jerárquico, en base al cual se aborda la resolución de un problema a través de la descomposición de una situación no estructurada en elementos manejables, que son analizados en base a unos criterios con una determinada ponderación, a través de la asignación de valores numéricos a juicios sobre la importancia relativa de cada variable. Finalmente, se llega a una síntesis jerarquizada de los análisis realizados que permite determinar las variables con mayor peso y la ordenación de las alternativas consideradas.

Una vez que, con el apoyo de la metodología AHP, se resuelva el problema planteado, la consecuente decisión que se adopte necesitará el apoyo, para su implantación, de otra herramienta, en este caso la técnica de análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (análisis DAFO), que se desarrollará en el epígrafe 4.2. de este trabajo.

El proyecto se desarrollará conforme al siguiente plan de trabajo:

- Planteamiento del problema: alternativas y métodos de resolución -- metodología AHP y análisis DAFO.
- Aplicación de la metodología AHP.
- Presentación y justificación de las Autoridades a las que corresponde seleccionar los criterios de valoración de las alternativas de obtención.
- Presentación y justificación de los expertos seleccionados para ponderar y valorar criterios y subcriterios.
- Elección de los criterios de valoración y definición de los mismos.
- Elección de los subcriterios y definición del concepto de cada subcriterio.
- Cálculo de los pesos de los Criterios de valoración: Escala de Saaty.
- Cálculo de la Consistencia de los pesos asignados a los criterios.
- Cálculo de los pesos de los Subcriterios de valoración y Consistencia de los cálculos.
- Evaluación de las alternativas.
- Jerarquización de las alternativas y elaboración de la matriz de decisión.
- Resultados, discusión y conclusiones.
- Análisis DAFO de la estrategia de trabajo.

#### **4. Resultados.**

##### **4.1. Resolución del problema a través de las etapas de la metodología AHP.**

Se aplica, a continuación, la metodología AHP en sus cuatro etapas -formulación del problema, evaluación de criterios, evaluación de las alternativas y jerarquización-, para conformar el asesoramiento requerido por SEDEF al problema de elección del modelo de torre para el VCR 8x8.

La siguiente Ilustración resume gráficamente el camino de la metodología AHP que se va a aplicar:

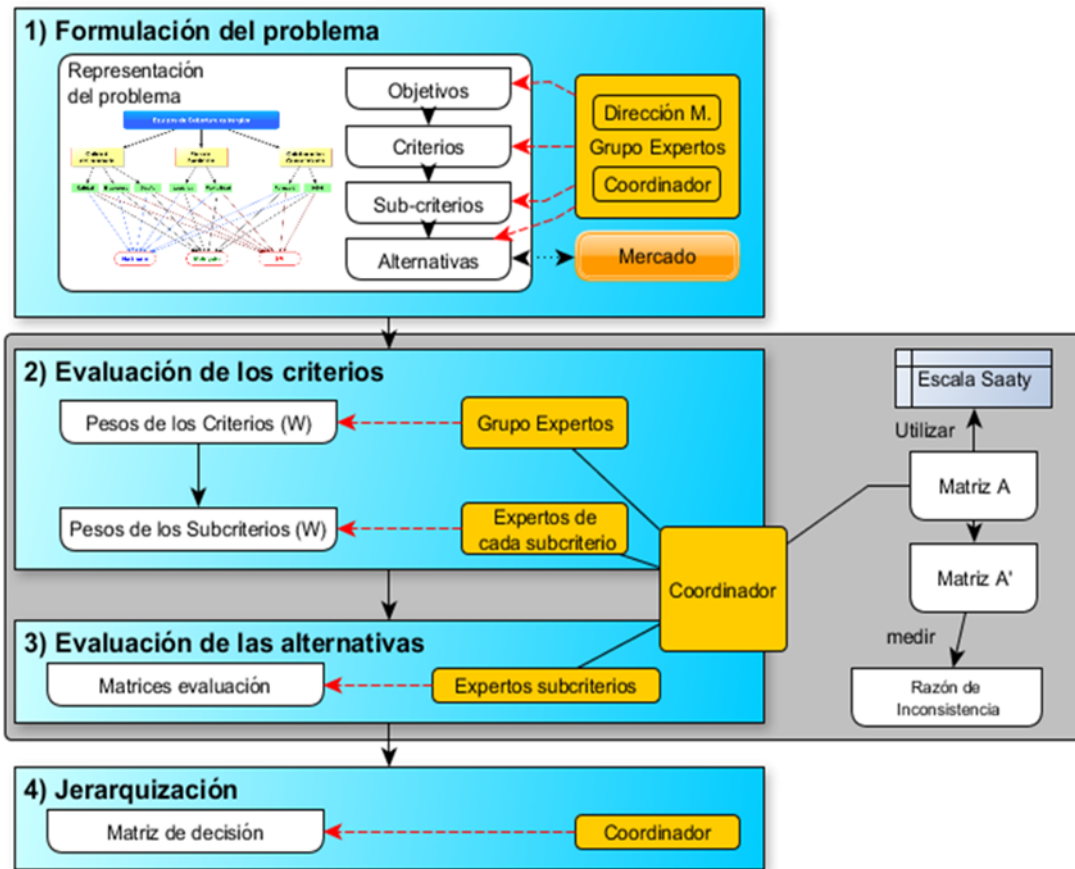


Ilustración 8: resumen gráfico de la metodología AHP.

#### 4.1.1. Etapa 1: formulación del problema en una estructura jerárquica.

Las tres alternativas presentan bastantes comunales (se trata en todos los casos de torretas multivalentes<sup>10</sup>), lo que dificulta la decisión. A la vez presenta diferencias (unas son de producción nacional, otras no, pero están ya en servicio en las FAS, otras presentan la tecnología más avanzada del mercado...), lo que complica más aún los criterios<sup>11</sup> de decisión.

<sup>10</sup> Ver características de las torretas en Anexo 1.

<sup>11</sup> Criterios. Son aquellos parámetros o directrices que van a permitir evaluar las alternativas. Pueden medirse y evaluarse. (Col. C. Ruiz López, CUD Zaragoza, Máster Universitario en Dirección y Gestión de Adquisiciones de Sistemas para La Defensa, Capítulo 8. "Métodos cuantitativos ayuda a la decisión", (2019).



Ilustración 9: fotografía del demostrador número 2 de vehículo de combate sobre ruedas VCR en su versión VCI, artillado con la torre “Toledo” del tecnólogo Pap Tecnos, julio de 2020, Campo de Maniobras y Tiro “Álvarez de Sotomayor” (Almería)

Conforme se describe en el enunciado del caso práctico, el coordinador del Programa VCR 8x8, debe dar un punto de situación al Secretario de Estado de Defensa, SEDEF, en el que le proporcione elementos de juicio, que ayuden a fundamentar la decisión de éste sobre la opción a elegir como sistema de armas para el VCR 8x8 en su versión vehículo de combate de infantería. Para ello, el coronel coordinador, recuerda los conocimientos adquiridos en el Master de dirección y gestión de programas para la Defensa, y decide aplicar la metodología AHP, como forma de presentar al SEDEF un juicio valorado, que ayude a su decisión.

En la etapa 1 del proceso AHP<sup>12</sup>, el coordinador debe formular el problema en una estructura jerárquica. Se establece la jerarquía conformada por el problema a resolver, los criterios y subcriterios a considerar, y las alternativas a valorar. Esta etapa debe ser ejecutada por los responsables que deban tomar la decisión final, que habitualmente tendrán un perfil generalista y una visión de conjunto.

---

<sup>12</sup> Manual de Usuario del Programa Ayuda a la Decisión AHP, Tcol Caballería Carlos Ruiz López, CUD Zaragoza, 9 de diciembre de 2017.  
Metodología AHP Explicación y Caso práctico, Tcol Caballería Carlos Ruiz López, CUD Zaragoza, 28 de octubre de 2018.

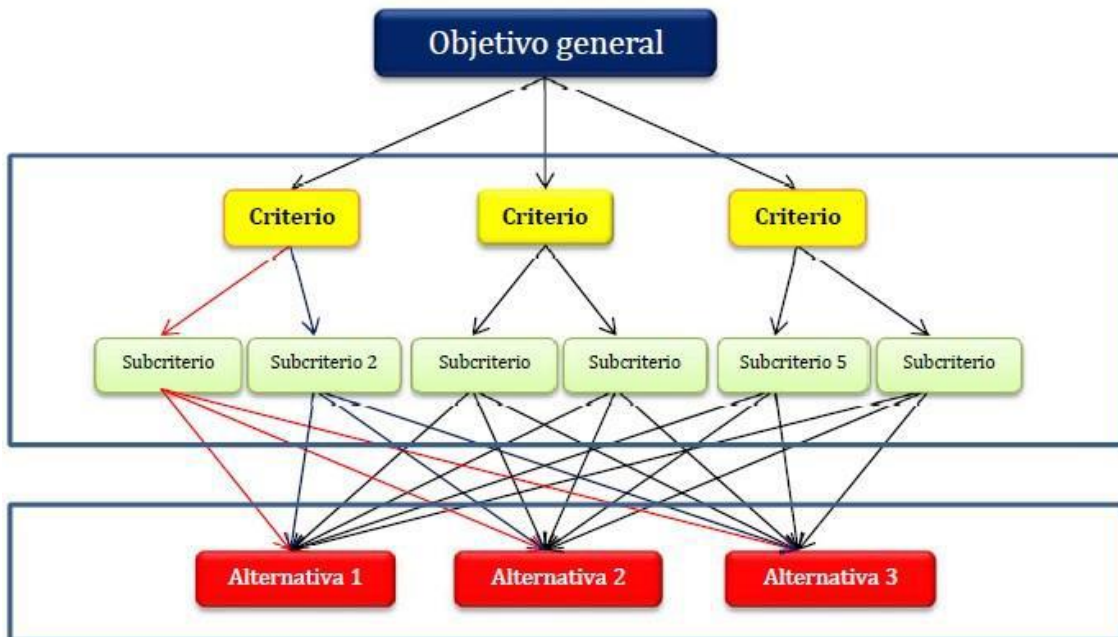


Ilustración 10: metodología AHP, presentación del Problema en forma de diagrama de árbol.

Siguiendo la metodología AHP, el problema de decisión del caso práctico quedaría formulado en forma de diagrama de árbol, desglosándolo jerárquicamente en sus componentes relevantes, de forma que el nivel más alto presenta el problema de decisión, en este caso, “la elección de una torreta para el Vehículo de Combate sobre Ruedas (VCR) 8x8 en su versión de vehículo de combate de infantería.” En el nivel intermedio se sitúan los criterios de decisión, los cuales están a su vez subdivididos en subcriterios. Finalmente, en el nivel inferior se sitúan las tres alternativas de este supuesto didáctico de caso práctico: alternativa 1 Torre remota “TOLEDO”, de la empresa “PAP TECNOS”; alternativa 2, Torre remota “Guardian30”, de la empresa “ESCRIBANO MECHANICAL & ENGINEERING (EM&E)”, y alternativa 3, Torre remota “40CTAS” del tecnólogo “CTAINTERNATIONAL”.

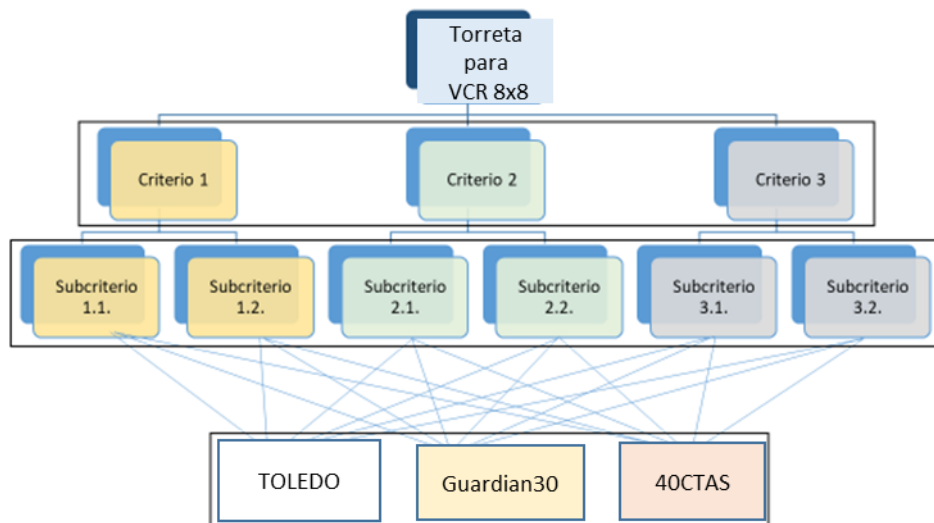


Ilustración 11: aplicación del Problema concreto en forma de diagrama de árbol.

#### 4.1.1.1. Elección de los criterios de valoración.

El coronel coordinador es consciente de que la elección de los criterios de valoración es muy importante. Estos deben satisfacer las inquietudes de quien va a decidir. En este caso práctico (como en todos los programas de adquisición que gestiona la Dirección General de Armamento y Material, DGAM), es el Secretario de Estado de Defensa, SEDEF, la autoridad ante la que se van a presentar las conclusiones del desarrollo del método AHP, y quien, en función de la información recibida, tomará la decisión más oportuna.

El coordinador sabe que el Real Decreto 372/2020, de 18 de febrero, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa, otorga al SEDEF, la dirección, impulso y gestión de las políticas de armamento y material, investigación, desarrollo e innovación, industrial, económica, de infraestructura, medioambiental y de los sistemas, tecnologías y seguridad de la información en el ámbito de la Defensa. En consecuencia, el coronel es sabedor, por experiencia, de que éste es el relato de los criterios que interesan al SEDEF, y por los cuales adoptará la decisión sobre el sistema de armas a adquirir.

A los efectos didácticos de este caso práctico, el coordinador decidió, en consecuencia, consultar al Órgano de Dirección (ODIR) de la DGAM (ver Anexo 1), como órgano asesor del Director General de Armamento y Material, que a su vez despacha con el SEDEF las propuestas de nuevos programas de adquisición, qué tres criterios de entre los ocho expresados en el párrafo anterior, consideraba más relevantes para el SEDEF en el momento actual. El limitar a tres el número de criterios se debió a que los criterios a estudiar deben ser reducido, ya que en general, existirán siempre dos criterios trascendentes y quizá hasta otros dos más importantes, pero con peso relativo en la decisión. A partir de este número, el peso del resto de criterios a incluir empezará a distar mucho de los trascendentes, y por tanto, su estudio y el resultado de la valoración, podrá ser irrelevante respecto a la decisión final, por lo que solo habrán servido para quitar tiempo al juicio importante que se debe adoptar.

Los criterios elegidos por el ODIR, concedor de las circunstancias que concurren actualmente en la SEDEF, y sancionados por el coordinador, son los de “Eficacia Operativa” (íntimamente ligada al impulso de las políticas de armamento, responsabilidad de SEDEF), “Aspecto Logístico” (en el que une el aspecto económico, a las responsabilidades de SEDEF citadas) y “Trascendencia respecto a la BITD<sup>13</sup>” (que responde a la implantación industrial, y también al desarrollo e innovación, responsabilidades también de SEDEF).

El coronel coordinador solicitó también al ODIR, que diera una definición de los criterios, para que durante todo el proceso exista unidad de conceptos entre los expertos que realizarán la evaluación (Anexo 4)

Una vez elegidos y definidos los criterios, el coordinador, consultó al coronel de la Jefatura de Sistemas Terrestres (JSTER) de la Subdirección General de Programas (SDG Programas) más veterano, con amplia experiencia en la jefatura de programas especiales de armamento, en qué subcriterios dividir cada criterio (Anexo 2). Esto fue debido, primero, a la visión que, como experto en programas y con su dilatada experiencia, posee sobre los aspectos que mayores consecuencias tienen en el ámbito de

---

<sup>13</sup> BITID: Base Tecnológica e Industrial de la Defensa”.

la DGAM, que afecta a los programas de adquisición, y por otra parte, a que cada uno de los criterios seleccionados abarca, a su vez, campos que merecen su estudio particular, y porque, al relacionar, además, cada uno de los subcriterios, con todas y cada una de las alternativas, se enriquece el estudio comparativo racional.

Para el Criterio 1 “Eficacia Operativa”, el coronel coordinador, asesorado por el jefe del programa Pizarro, seleccionó como Subcriterios los siguientes:

- Subcriterio 1.1: “Adecuación a los Requisitos exigibles del documento de Requisitos de Estado Mayor (REM)”. (Adecuación a REM)
- Subcriterio 1.2: “Eficacia Demostrada en su empleo en Operaciones” (Operatividad)

El criterio 2 “Aspecto Logístico”, lo subdividió en otros dos subcriterios:

- Subcriterio 2.1.: “Comunalidad logística”. (Comunalidad)
- Subcriterio 2.2.: “Coste del ciclo de vida”. (Coste CV)

Por último, el coordinador, en función del asesoramiento del jefe del programa Pizarro, dividió también el Criterio 3 “Trascendencia respecto a la BITD”, en otros dos subcriterios:

- Subcriterio 3.1. ”Grado de retorno de la inversión”. (Retorno)
- Subcriterio 3.2.:”Grado de contribución a la capacitación tecnológica propia” (I+T).

También se le requirió una definición del concepto de cada subcriterio (ver Anexo 4)

## 4.1.2. Etapa 2: evaluación de los criterios y subcriterios de valoración.

### 4.1.2.1. Generalidades.

En líneas generales, a través de la metodología AHP<sup>14</sup>, una vez que en el epígrafe anterior el problema ha quedado descompuesto en partes, y ordenadas las partes o variables en orden jerárquico, se asignan a continuación valores a cada variable sobre su importancia relativa, siguiendo criterios subjetivos, y se sintetizan los criterios para saber qué variable tiene mayor importancia respecto al problema planteado.

Para cuantificar las comparaciones entre criterios subjetivos, como es el caso, se utiliza la escala de Saaty. Se comparan dos a dos cada criterio, con objeto de cuantificar el Peso (importancia relativa de un criterio respecto a otro) Para ello, se decide, de forma subjetiva, la importancia relativa del criterio A respecto al B, asignando al criterio A un valor de entre los de la primera columna de la escala de Saaty (ver tabla 1), teniendo en cuenta la definición y comentario de la segunda y tercera columna. La comparación de B respecto a A, tendrá como valor el inverso del valor dado a la comparación de A respecto a B. Siguiendo este proceso, la tabla se irá confeccionando, poniendo el valor de los Pesos relativos resultantes de las comparaciones dos a dos de cada uno de los criterios. El valor de comparar un criterio consigo mismo se refleja poniendo un 1 en la cuadrícula correspondiente.

Matemáticamente, se construye una matriz A, donde  $a_{21}$  representa la valoración del segundo criterio respecto del primero, según la escala de Saaty.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Ilustración 12: matriz de valoración (escala de Saaty)

---

<sup>14</sup> Priorización de las alternativas de obtención para el Documento de Viabilidad de la “Capacidad de superioridad en el enfrentamiento de la FIM. Mobile Gun System (MGS)”, Oficina de programa “Vehículo de Combate de Infantería de Marina”, DGAM, 14 de mayo de 2021.

La siguiente tabla muestra la escala de Saaty:

Comentario	Definición	Valor	Valor
		A/B	B/A
Ambos criterios tienen la MISMA importancia/preferencia	Igual importancia/preferencia	1	1
A es LIGERAMENTE MÁS importante/preferible que B	Importancia/preferencia moderada	3	1/3
A es MÁS importante/preferible que B	Importancia/preferencia grande	5	1/5
A es MUCHO MÁS importante/preferible que B	Importancia/preferencia muy grande	7	1/7
A es EXTREMADAMENTE MÁS importante/preferible que B	Importancia/preferencia extrema	9	1/9

Tabla 1: escala de Saaty para la evaluación de criterios.

A continuación, se normaliza la matriz A, obteniendo la matriz A´:

$$A' = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum a_{i1}} & \frac{a_{12}}{\sum a_{i2}} & \frac{a_{1n}}{\sum a_{in}} \\ \frac{a_{21}}{\sum a_{i1}} & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}} & \dots & \frac{a_{nn}}{\sum a_{in}} \end{bmatrix}$$

Ilustración 13: matriz de valoración normalizada (escala de Saaty)

Normalizada la matriz, se procede a estimar los correspondientes pesos relativos de los criterios W. De esta forma se obtienen los pesos definitivos asignados a cada criterio. El cálculo de estos pesos se realiza calculando la media aritmética de las filas de la matriz normalizada A´.

Cuando existen subcriterios de valoración, como es el caso, se les aplica el mismo proceso que el empleado para los criterios.

#### 4.1.2.2. Cálculo de los pesos de los Criterios de valoración en el caso práctico.

Dado que la decisión de Pesos relativos es subjetiva, se requiere que los decisores sean expertos en la materia. En este caso práctico, el primer experto elegido por el coronel coordinador fue también quien seleccionó los criterios de valoración, el jefe del órgano de dirección de Dirección de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) No en vano, a la DGAM le corresponde, según establece el Real Decreto 372/2020, de 18 de febrero, “Gestionar, en colaboración con las Fuerzas Armadas, los programas de obtención, de modernización y de sostenimiento común de los sistemas de armas y equipos de interés para la defensa nacional”.

Pero el coordinador consideró que se alcanzaría una mayor cualificación de los criterios si, teniendo en cuenta que el cometido asignado a la DGAM expresa claramente la necesaria colaboración entre DGAM y los usuarios de los sistemas de armas que adquiere aquella, se pudiera conocer también la relación de Pesos que los usuarios de los sistemas de armas (las FAS) otorgan a los criterios.

Así, y para tener dos opiniones de reputados organismos de las FAS, uno del ámbito operacional conjunto (ámbito en el que operarán los sistemas de armas adquiridos por este contrato) y otro del ámbito específico del Ejército de Tierra (el usuario nominal que requirió el sistema de armas a adquirir), el coronel coordinador solicitó asesoramiento del general jefe del Mando de Canarias (mando conjunto) y del general jefe de la División de Operaciones del Ejército de Tierra (ver anexo 3)

Las valoraciones aportadas por las autoridades militares del ámbito operativo fueron coincidentes, por lo que construyó una tabla de pesos única, que ponderaba los criterios del ámbito operativo frente al resto, y de éstos, los logísticos frente a la trascendencia BITD. Esta valoración resultó ser exactamente lo contrario a la ordenación resultante del jefe del Órgano de Dirección (ODIR) de la DGAM. Entendiendo el coordinador, que tanto debieran pesar los condicionantes de los organismos responsables de la obtención de recursos, como los requerimientos de los usuarios finales, y encontrándose

en esta situación, decidió respetar como ganador, el criterio al que más valor dio el ODIR (Trascendencia BITD) y de los otros dos, considerar las ponderaciones que los mandos operativos militares dieron, alterando así el orden de la valoración que les dio ODIR, de forma que preponderasen los criterios de eficacia operativa frente a los aspectos logísticos (la trascendencia BITD es el criterio más importante, seguido de la eficacia operativa y siendo el último el aspecto logístico).

El Anexo 1 y anexo 3 muestran las consultas a este respecto formuladas por el coronel coordinador, y la decisión final del mismo trasladada a la Tabla 2, que refleja los Pesos finales relativos de unos criterios respecto a los otros.

**Método AHP - Evaluación de Criterios (Etapa 2)**

Evaluación de CRITERIOS

CRITERIOS	Eficacia Operativa	Aspectos Logísticos	Trascendencia BITD
Eficacia Operativa	1	3	1/5
Aspectos Logísticos	1/3	1	1/7
Trascendencia BITD	5	7	1

PESOS(W)
0.19
0.08
0.72

**Escala de SAATY**

Valor	Definición
1	a - Igual Importancia
3	b - Importancia Moderada v 1/3
5	c - Importancia Grande v 1/5
7	d - Importancia Muy Grande v 1/7
9	e - Importancia Extrema v 1/9

R.I. : 0.0567

Calcular

< Volver Datos AHP

Tabla 2: Ponderación o Peso Relativo entre Criterios.

#### 4.1.2.3. Cálculo de la Consistencia de los pesos asignados a los criterios.

Una vez que se dispone de los pesos relativos, se procede al cálculo de la consistencia de los pesos asignados a los criterios a través de la Razón de Inconsistencia (RI), que se calcula como el cociente entre el Índice de Consistencia (IC) y la Consistencia Aleatoria (CA)

$$RI = \frac{IC}{CA}$$

Ilustración 14: fórmula de la Razón de Inconsistencia (metodología AHP).

CA se obtiene de la siguiente tabla:

n Tamaño de la matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA Consistencia aleatoria	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Tabla 3: consistencia de los pesos asignados a los criterios (metodología AHP)

IC se calcula como:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Ilustración 15: fórmula del índice de Consistencia (metodología AHP)

Donde  $\lambda_{\max}$  es la media de los valores del vector resultante de multiplicar la matriz de criterios A por el vector ponderado W (pesos relativos de los criterios) y de dividir al producto A\*W por el vector W.

$$\lambda_{\max} = (A * W) / W$$

Ilustración 16: fórmula de la media de consistencia (metodología AHP).

En general, los valores de RI mayores del 10% indican inconsistencia, en decir, que las valoraciones han sido incoherentes, por lo que se deben revisar para identificar y corregir dichas incoherencias.

En el caso que nos ocupa, el coronel coordinador tomó la decisión expuesta sobre los pesos de los criterios, como experto conocedor de las actuales circunstancias que concurren en la SEDEF cara a las decisiones respecto a adquisiciones de Sistemas de Armas, a cuya autoridad, en definitiva, va dirigido el asesoramiento que se debe proporcionar, apoyado en este Método, y consciente también que la DGAM ha recibido instrucciones de no dar ningún paso sin el consenso de la estructura operativa militar, quien en definitiva ha demandado el sistema que la DGAM está adquiriendo y será su usuario final.

No obstante, técnicamente debe comprobarse la subjetividad, coherencia y consistencia de las decisiones adoptadas durante la aplicación de la metodología AHP propiamente dicha. Para ello el coronel sometió los valores obtenidos en la Tabla 2, al indicador de la

Razón de Inconsistencia (RI), aprovechando la herramienta informática “Programa Ayuda a la Decisión AHP”.

En este caso práctico, aplicada la herramienta informática a la Tabla 2, la RI resultante tiene un valor del 6 %, lo que demuestra que ha habido suficiente coherencia en la calificación de la importancia relativa de los Criterios.

#### 4.1.2.4. Cálculo de los pesos de los Subcriterios de valoración y Consistencia de los cálculos.

A continuación, el coordinador, realizó el mismo procedimiento para calcular los pesos relativos entre los Subcriterios, comparándolos también dos a dos los de cada Criterio, y sometiendo los resultados al test de Inconsistencia.

Para realizar las ponderaciones de los Pesos relativos de los Subcriterios, se apoyó en el personal de la DGAM que participó en la Fase de Determinación de la Alternativa de Obtención (DDV), del Programa de “Proyectos Tecnológicos asociados al Vehículo de Combate sobre Ruedas (VCR) 8x8”, programa previo al actual de Producción de la Fase I de VCR 8x8, cuyo objetivo fue el diseño y desarrollo de demostradores tecnológicos, cuyo resultado ha servido de base de aplicación para el nuevo Programa de Producción de esta Fase I. Dado que el equipo que se constituyó para el DDV de los proyectos tecnológicos fue multidisciplinar (Áreas técnica-operativa, Área Económica y Área de Apoyo Logístico<sup>15</sup>), pertenecientes respectivamente a las Subdirecciones generales de Programas, de Adquisiciones y de Sostenimiento, constituyó el equipo de expertos más adecuado para realizar las ponderaciones de los Subcriterios de los Criterios 1 “Eficacia Operativa”, 2 “Aspecto Logístico” y 3 “Trascendencia respecto a la BITD”.

El coronel coordinador, reunió en sesiones diferentes a los expertos de cada Área, para ponderar por separado los Subcriterios de cada uno de los Criterios. Para realizar las ponderaciones de los Subcriterios del Criterio 1, convocó a los expertos de Área técnico-operativa, y la ponderación de los Subcriterios de los Criterios 2 y 3 la hizo en

---

<sup>15</sup> Estructura de Oficina de Programa tipo A, como la que corresponde al Programa VCR 8x8, según establece la Instrucción 72/2012, de 2 de octubre, del Secretario de Estado de Defensa, por la que se regula el proceso de obtención del armamento y material y la gestión de sus programas.

sesión única con los expertos de las Áreas Económica y de Apoyo Logístico, dada la interrelación entre subcriterios de ambos criterios. El resultado de las ponderaciones (ver Anexo 5) es el que se refleja en la Tabla 4.

Eficacia Operativa			PESOS(W)	Aspectos Logísticos			PESOS(W)
Adecuación al REM	Adecuación al REM	Operatividad	0,25	Comunalidad	Comunalidad	Coste del CV	0,83
	1	1/3		1	5		
Operatividad	3	1	0,75	Coste del CV	1/5	1	0,17
			<b>R.I. : 0,0000</b>				<b>R.I. : 0,0000</b>
Trascendencia BITD			PESOS(W)				
Retorno	Retorno	I+D	0,75				
	1	3					
I+D	1/3	1	0,25				
			<b>R.I. : 0,0000</b>				

Tabla 4: Ponderación o Peso Relativo de los Subcriterios.

En todos estos casos, la Razón de Inconsistencia resultante sale con valor cero, dado que cada tabla solo compara dos criterios, y no puede darse inconsistencia.

#### 4.1.3. Etapa 3: evaluación de las alternativas.

Se realiza construyendo tantas matrices como criterios y subcriterios se hayan definido. En cada matriz se comparan entre sí las alternativas de acuerdo al cada criterio/subcriterios. El cálculo de pesos relativos y de la IC se hace análogamente al realizado anteriormente para los criterios.

Esta etapa debe ser realizada por los especialistas/expertos en las áreas de conocimiento correspondientes a cada criterio/subcriterios.

El coordinador aprovechó la misma confluencia de expertos de las sesiones citadas en el epígrafe anterior para, una vez ponderados los Subcriterios, someter a una valoración similar las Alternativas de Obtención, esta vez, enfrentándolas a todos y cada uno de los Subcriterios de Valoración (ver Anexo 6).

Las Tablas resultantes reflejan unas Razones de Inconsistencia admisibles.

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

**R.I. : 0.0334**

Adecuación al REM	TOLEDO	Guardian30	4OCTAS
Guardian30	1/3	1	3
4OCTAS	1/5	1/3	1

PESOS(W)

0.63
0.26
0.11

**R.I. : 0.0334**

Operatividad	TOLEDO	Guardian30	4OCTAS
TOLEDO	1	5	3
Guardian30	1/5	1	1/3
4OCTAS	1/3	3	1

PESOS(W)

0.63
0.11
0.26

**R.I. : 0.0334**

Comunalidad	TOLEDO	Guardian30	4OCTAS
TOLEDO	1	3	5
Guardian30	1/3	1	3
4OCTAS	1/5	1/3	1

PESOS(W)


0.63
0.26
0.11

**R.I. : 0.0334**

Coste del CV	TOLEDO	Guardian30	4OCTAS
TOLEDO	1	1/3	3
Guardian30	3	1	5
4OCTAS	1/3	1/5	1

PESOS(W)

0.26
0.63
0.11

Calcular 

< Volver

---

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

**R.I. : 0.0334**

Comunalidad	TOLEDO	Guardian30	4OCTAS
TOLEDO	1	3	5
Guardian30	1/3	1	3
4OCTAS	1/5	1/3	1

PESOS(W)

0.63
0.26
0.11

**R.I. : 0.0334**

Coste del CV	TOLEDO	Guardian30	4OCTAS
TOLEDO	1	1/3	3
Guardian30	3	1	5
4OCTAS	1/3	1/5	1

PESOS(W)

0.26
0.63
0.11

**R.I. : 0.0334**

Retorno	TOLEDO	Guardian30	4OCTAS
TOLEDO	1	1/3	3
Guardian30	3	1	5
4OCTAS	1/3	1/5	1

PESOS(W)


0.26
0.63
0.11

**R.I. : 0.0334**

I+D	TOLEDO	Guardian30	4OCTAS
TOLEDO	1	1/5	1/3
Guardian30	5	1	3
4OCTAS	3	1/3	1

PESOS(W)

0.11
0.63
0.26

Calcular 

< Volver

Tabla 5: Evaluación entre Alternativas.

#### 4.1.4. Etapa 4: jerarquización de las alternativas, matriz de decisión.

Se construye la matriz de decisión trasladando los pesos calculados en los pasos anteriores de acuerdo a la siguiente Ilustración.

		ALTERNATIVAS		
		Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
CRITERIOS	CRITERIO 1	W1		
	Subcriterio 1	w11		
	Subcriterio 2	w12		
	CRITERIO 2	W2		
	Subcriterio 3	w23		
	Subcriterio 4	w24		
	CRITERIO 3	W3		
	Subcriterio 5	w25		
	Subcriterio 6	w26		

Ilustración 17: plantilla modelo de matriz de decisión (metodología AHP).

Por último, se agregan los resultados de los subcriterios a los criterios en la matriz de decisión y se ponderan por los pesos de cada criterio. De esta forma se obtiene la puntuación final de cada alternativa por la suma ponderada de valoraciones de cada alternativa.

Cumplimentado lo anterior, al coronel coordinador le quedó, por último, elaborar la Matriz de Decisión, donde, trasladando todos los pesos calculados en las etapas anteriores, por medio de una agregación multiplicativa entre niveles jerárquicos que realiza el Programa de Ayuda a la decisión AHP, se obtienen unos pesos globales para ambos niveles jerárquicos, así como la media ponderada para cada Alternativa, que es su puntuación final y orden jerárquico en que han quedado las Alternativas, objetivo último de la aplicación de este Método.

Método AHP - Jerarquización de Alternativas (Etapa 4)

MATRIZ DE DECISIÓN

CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	TOLEDO	Guardian30	40CTAS
<b>Eficacia Operativa</b>	<b>0.19</b>	<b>0.63</b>	<b>0.14</b>	<b>0.22</b>
+ Adecuación al REM	0.25	0.63	0.26	0.11
+ Operatividad	0.75	0.63	0.11	0.26
<b>Aspectos Logísticos</b>	<b>0.08</b>	<b>0.57</b>	<b>0.32</b>	<b>0.11</b>
+ Comunalidad	0.83	0.63	0.26	0.11
+ Coste del CV	0.17	0.26	0.63	0.11
<b>Trascendencia BITD</b>	<b>0.72</b>	<b>0.22</b>	<b>0.63</b>	<b>0.14</b>
+ Retomo	0.75	0.26	0.63	0.11
+ I+D	0.25	0.11	0.63	0.26
		<b>0.33</b>	<b>0.51</b>	<b>0.16</b>

Tabla 6: Jerarquización de Alternativas.

Como se aprecia en la tabla, el resultado final de la aplicación de la metodologías AHP, es que, siguiendo un método científico, la torreta “Guardian30”, de la empresa EM&E, ha resultado ser el sistema de armas que mejor responde a los criterios y subcriterios seleccionados y ponderados.

#### **4.2. Diseño de la estrategia de implantación de la decisión mediante el análisis DAFO.**

Cuando el SEDEF, como decisor del problema que nos ocupe, apoyándose en la metodología AHP adopte la decisión final al respecto de la torre que debe finalmente artillar los vehículos de combate VCR 8x8, trasladará con su decisión una gran responsabilidad sobre la Oficina de programa VCR 8x8, responsable de implantar la decisión adoptada.

Los stakeholder que han intervenido en el proceso de decisión, a quienes la elección final no haya sido coincidente con sus intereses, conocedores de que el juicio del SEDEF ha sido alimentado a través de los expertos de la Oficina de Programa VCR 8x8, intentarán hacer valer sus influencias para, bien encontrar alguna fisura en el camino que ha llevado a esta decisión e intentar revocarla, bien demostrar lo antes

posible lo inadecuado de la opción tomada, y cómo la que cada uno de ellos apoyaba, está en condiciones de incorporarse al programa y evitar el fracaso de éste.

Conocedor, el coronel coordinador del Programa VCR 8x8, por experiencias anteriores, de que una situación como la descrita puede darse tras la decisión de SEDEF, ha requerido el apoyo del análisis DAFO, para estructurar una estrategia para la Oficina de Programa, que asegure la implantación de la decisión adoptada por SEDEF. Para ello ha acudido a la prestigiosa herramienta que proporciona la Dirección General de Industria y de la pequeña y mediana empresa del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, que permite estudiar en profundidad el problema y obtener estrategias para, en este caso, apoyar la implantación de la decisión.

Las líneas generales de la estrategia se detallan en la siguiente ilustración. El análisis completo se encuentra en el anexo 6 a este documento.

Líneas estratégicas para la implantación de la solución:

1. Estrategia Adaptativa: Equipo técnico compacto. Se trata de analizar las capacidades y debilidades del equipo de la Oficina de programa y obtener los apoyos faltantes del resto de la institución para tener control técnico sobre el proyecto.
2. Estrategia Ofensiva. Mantenerse en la realidad. Mantener un alto grado de conocimiento, apoyado en el resto de capacidades de la institución, de forma que los juicios de la oficina de Programa sean difícilmente contestables.
3. Estrategia Ofensiva. Fortalecer la posición. Adoptar una posición de ventaja, haciendo ver que se dispone de toda la capacidad de decisión para las inversiones que se requieran.
4. Estrategia Supervivencia. Maximizar el tiempo. Consiste en establecer un calendario posicionando los hitos del programa e identificando el camino crítico.

## 5. Discusión

1. Desde la óptica del ámbito específico de la SEDEF, si se recuperara la valoración de criterios propuesta por el ODIR de DGAM, se observaría que la torreta “Guardian30”, si bien es la ganadora en el criterio más valorado en este ámbito, es superada en los otros dos criterios por la “TOLEDO”, consolidándose así ésta última como firme competidora de la ganadora, en el caso de que, por la razón que fuera, SEDEF decidiera atender más la voluntad del usuario, que el asesoramiento experto que se le sugiere desde su estructura interna.
2. Continuando en este mismo ámbito de decisión, sería inteligente resumir el problema a las dos soluciones de torreta citadas, descartando directamente la tercera opción “40CTAS”, dado que su puntuación global final queda muy distanciada de sus competidores y que, además, obtiene las peores puntuaciones en los dos criterios más valorados en el ámbito específico de la SEDEF.
3. La trascendencia que en la base de la industria de Defensa, y especialmente el retorno de la inversión, esté teniendo la actividad industrial de la empresa candidata, es el elemento fundamental que afecta al asesoramiento sobre la decisión, y en este caso es firme ganadora la misma torreta que ha obtenido mayor puntuación global.
4. En este contexto, la empresa que presentara mejor plan industrial, tendría muchas posibilidades de ser elegida, acorde a la valoración de los expertos en este ámbito. En este caso, parece que la mejor posicionada es la candidata ganadora de este análisis.
5. El coste del ciclo de vida es el subcriterio de menor peso en este proceso de asesoramiento y decisión y, sin embargo, es uno de los principales valores de la torreta “ganadora”.
6. Si el criterio de SEDEF sobre la trascendencia predominante del aspecto industrial sobre los demás criterios cambiara, ésta autoridad tendría una segunda firme candidata en la “TOLEDO”, que es la que mejor responde con diferencia a los otros dos criterios.

7. Pasando entonces a enfocar el problema desde el área logístico-operativo, los expertos han hecho ampliamente ganadora a la torreta “TOLEDO”, entendiendo que es un modelo consolidado que da fiabilidad operativa y facilita la comunalidad logística.
8. La “TOLEDO” no puede, sin embargo, competir en coste del ciclo de vida con la “Guardian30”, la que ha obtenido la mayor puntuación global.
9. Todas las observaciones anteriores evidencian una dicotomía entre los intereses del decisor, SEDEF, muy volcado a los resultados industriales cara a la elección que se realice, y los de los usuarios, los Ejércitos, que prefieren el valor seguro de lo que se sabe que funciona.

## **6. Conclusiones**

1. El método empleado ha sido útil, ya que ha sido capaz de cuantificar diferencias significativas de cumplimiento de criterios entre las alternativas. Ello dará elementos de juicio al decisor para fundamentar su postura.
2. Dado que estos resultados arrojan una diferencia significativa en cuanto al cumplimiento de requisitos operativos entre la alternativa “ganadora” y la segunda en jerarquía, y como el SEDEF debe, en definitiva, proporcionar al usuario lo que necesita, quizá requiera mayores evidencias de que la alternativa que se le presenta ganadora cumplirá suficientemente con los requisitos operativos del usuario, para poder tomar su decisión con la tranquilidad de que satisface a todos los intereses.
3. Dado que pudiera haber dos decisiones diferentes pero válidas, se ha acudido al análisis DAFO<sup>16</sup> (ver anexo 7) para diseñar una estrategia para la siguiente etapa del proceso, que ayude y guíe a la Oficina de Programa del VCR 8x8 en la difícil tarea de hacer valer la decisión que finalmente se adopte, sin que los intereses del resto de

---

<sup>16</sup> El análisis DAFO (Debilidades - Amenazas - Fortalezas - Oportunidades), o SWOT en inglés (Strengths - Weaknesses - Opportunities - Threats), es una herramienta de análisis estratégico. Conjuga el estudio de las fortalezas (o "puntos fuertes") y debilidades (o "puntos débiles") de, por ejemplo, una organización, un territorio o un sector con el estudio de las oportunidades y amenazas de su entorno, con objeto de definir una estrategia de desarrollo.

stakeholders materialicen riesgos en el programa de integración de la solución en la plataforma vehicular.

## **7. Referencias Bibliográficas**

- [1] FERNÁNDEZ, J., “El cañón que puede desatascar el polémico programa del blindado español, el Confidencial digital, 7 de diciembre de 2020.
- [2] Ministra de Política Territorial y Función Pública, “Real Decreto 372/2020, de 18 de febrero, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa”, 19 de febrero de 2020.
- [3] Oficina de Programa “Vehículo de Combate de Infantería de Marina”, DGAM, “Priorización de las alternativas de obtención para el Documento de Viabilidad de la Capacidad de superioridad en el enfrentamiento de la FIM. Mobile Gun System (MGS)”, 14 de mayo de 2021.
- [4] Revista digital EJÉRCITOS, ”Guardian 30 de Escribano Mechanical & Engineering, las fauces del dragón”, 17 de marzo de 2021.
- [5] SEDEF, “Resolución 300/18824, por la que se establecen las funciones de los Coordinadores de Programa de la Dirección General de Armamento y Material”, 15 de diciembre de 2020.
- [6] SEDEF, “Instrucción 72/2012 por la que se regula el proceso de obtención del armamento y material y la gestión de sus programas”, 2 de octubre de 2012.
- [7] Tcol. C. Ruiz López, “Métodos cuantitativos ayuda a la decisión”, CUD Zaragoza, Máster Universitario en Dirección y Gestión de Adquisiciones de Sistemas para La Defensa, Capítulo 8, 2019.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### ELECCIÓN DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN.

RE: TRABAJO DIDÁCTICO MASTER GESTIÓN PROGRAMAS: CRITERIOS DECISIÓN EL...

ARCHIVO MENSAJE ADOBE PDF

Eliminar Responder Responder a todos Reenviar

Eliminar Responder

Pasos rápidos Master Al jefe Correo electróni...

Mover Mover

Etiquetas Marcar como no leído Categorizar Seguimiento

Edición Zoom Zoom

lu, 04/03/2021 18:01

**Fernando Avelino Gonzalez Bouza**  
RE: TRABAJO DIDÁCTICO MASTER GESTIÓN PROGRAMAS: CRITERIOS DECISIÓN ELECCIÓN RCWS 8X8


Para Adrián Benito Alcalá


Adrián, buenas tardes,

Según mi criterio, los datos más idóneos son los siguientes:

	Criterio Eficacia Operativa	Criterio Aspecto Logístico	Criterio Trascendencia BITD
Criterio Eficacia Operativa	1	1/3	1/5
Criterio Aspecto Logístico	3	1	1/3
Criterio Trascendencia BITD	5	3	1
Suma:	9	5/7	3/9

Un abrazo

 **Coronel Fernando A. González Bouza**  
DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL  
jefe del Órgano de Dirección  
Paseo de la Castellana, 109 – 28071 Madrid  
Tlf: 91.395.5794 / RPV: 814.5794  
[fernando@et.mde.es](mailto:fernando@et.mde.es)



De: Adrián Benito Alcalá  
Enviado el: miércoles, 03 de marzo de 2021 17:06  
Para: Fernando Avelino González Bouza [fernando@et.mde.es](mailto:fernando@et.mde.es)  
Asunto: TRABAJO DIDÁCTICO MASTER GESTIÓN PROGRAMAS: CRITERIOS DECISIÓN ELECCIÓN RCWS 8X8

Fernando, buenas tardes.  
Como te comenté por teléfono, requiero tu asesoramiento para seleccionar entre los ocho que te propongo, os criterios de valoración del SEDEF para la elección de la torre RCWS para el VCR 8x8. de entre los siguientes que te propongo, así como el peso relativo entre ellos usando la escala de Saaty:

1. Eficacia operativa,
2. Trascendencia en la BITD,
3. Aspecto logístico,
4. Investigación, desarrollo e innovación,
5. aspecto económico,
6. aspecto de infraestructura,
7. factor medioambiental
8. factores sobre los sistemas, tecnologías y seguridad de la información.

Muchas gracias.

Fernando Avelino Gonzalez Bouza BIENVENIDA AL CURSO SUPERIOR GESTIÓN DE PROGRAMAS


## ANEXO 2


### ELECCIÓN DE LOS SUBCRITERIOS

RE: SUPUESTO DIDÁCTICO SELECCIÓN TORRE REMOTA VCR 8x8, SUBCRITERIOS. - Mensaje (HTML)

ARCHIVO MENSAJE ADOBE PDF

ma. 09/03/2021 09:37

 Jose Maria Gonzalez Casado  
RE: SUPUESTO DIDÁCTICO SELECCIÓN TORRE REMOTA VCR 8x8, SUBCRITERIOS.

Para  Adrian Benito Alcalá

Buenos días, Adrian  
Después de analizar lo que me pides y según mi experiencia durante estos años en la DGAM los subcriterios en los que se podía dividir cada uno de los criterios propuestos serían los siguientes:  
Si necesitas cualquier aclaración no dudes en decírmelo  
Un saludo  
José María

---

De: Adrián Benito Alcalá  
Enviado el: lunes, 08 de marzo de 2021 17:30  
Para: Jose Maria González Casado [jgonzalez@et.mde.es](mailto:jgonzalez@et.mde.es)  
Asunto: TFM: SUPUESTO DIDÁCTICO SELECCIÓN TORRE REMOTA VCR 8X8, SUBCRITERIOS.

Jose María, como continuación a la conversación anterior, te adjunto los criterios establecidos para la selección final de la torre remota para el VCR 8x8, con el ruego de que, aprovechando tu dilatada experiencia en la jefatura de programas especiales de armamento en el ámbito de la DGAM, me asesores sobre en qué subcriterios dividir adecuadamente cada uno de los criterios propuestos.

Muchas gracias de antemano.

Los criterios son los siguientes:

**Criterio 1 "Eficacia Operativa":**

- Subcriterio 1.1: **Adecuarse a los Requisitos exigibles del documento de Requisitos de Estado Mayor (REM)**
- Subcriterio 1.2: **La eficacia en su empleo demostrada en operaciones**
- .....


**Criterio 2 "Aspecto Logístico":**

- Subcriterio 2.1.: **La comunalidad logística**
- Subcriterio 2.2.: **Los costes del ciclo de vida**
- .....

**Criterio 3 "Trascendencia respecto a la BTID (Base Tecnológica e Industrial de la Defensa):**

- Subcriterio 3.1.: **Grado de retorno de la inversión**
- Subcriterio 3.2: **Contribución a la capacitación tecnológica propia**
- .....

Jose Maria Gonzalez Casado RE: COR. MOISES SERRANO



## ANEXO 3

### PESO DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN.

De: Adrian Benito Alcala  
Enviado el: jueves, 18 de marzo de 2021 13:45  
Para: Carlos Gabriel Palacios Zaforteza <cpalzaf@et.mde.es>  
Asunto: ASESORAMIENTO PARA TRABAJO FIN MASTER

Mi general, a tus órdenes, buenas tardes.  
Espero que te encuentres bien, así como tu familia.  
Abusando de tu amabilidad, pido tu colaboración.  
Estoy finalizando el Master en Dirección de Programas para la Defensa, y me he atrevido a pedirte unas letras que, viniendo de ti, darán un importante valor añadido a mi Trabajo de Fin de Master.  
Éste versa sobre la elección del contratista (supuesto didáctico) que dotará el arma principal de los vehículos 8x8: cañón de 30 mm y misil contra carro. Requeriré de ti, introduciendo yo un texto explicativo del bagaje tuyo en el ámbito logístico, primero y ahora complementado por tu visión operativa, incluso conjunta, tu parecer sobre qué requisitos, de los que te propongo, valorarías más entre los a la hora de seleccionar el suministrador del sistema de armas principal del 8x8.  
Los criterios a comparar son:  
Criterio 1 "Eficacia Operativa": que comprende tanto la adecuación del sistema elegido a los Requisitos exigibles del documento de Requisitos de Estado Mayor (REM), como la eficacia demostrada en su empleo en Operaciones (Operatividad)  
Criterio 2 "Aspecto Logístico": sobre comunalidad logística del sistema a elegir, respecto al resto de sistemas ya en la cadena logística del ET y coste del ciclo de vida  
Criterio 3 "Trascendencia respecto a la Base industrial y Tecnológica de la Defensa": que valora el grado de retorno nacional de la inversión, seleccionado un sistema frente a otro y grado de contribución a la capacitación tecnológica propia.

La valoración a dar puede ir de menos a más: 1,3,5.

Consistiría en sustituir los valores ejemplo de la tabla en color rojo, por tu valoración propia, comparando criterios dos a dos.

CRITERIOS SELECCIÓN ARMA	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3
CRITERIO 1	1	1/5	1/3
CRITERIO 2	5	1	3
CRITERIO 3	3	1/3	1

En este ejemplo, el criterio 1 obtiene un valor 1 frente al criterio 2, que obtiene un 5 (el criterio 1 es *mucho menos trascendente* que el 2)  
Te agradezco mucho el tiempo invertido, te pido perdón por el abuso y solo añadir lo mucho que vestirá una valoración como la tuya, con tu dilatada experiencia, en mi TFM.

Quedo a tus órdenes.

Carlos Gabriel Palacios Zaforteza No hay elementos





ju. 18/03/2021 17:58

Carlos Gabriel Palacios Zaforteza

RE: ASESORAMIENTO PARA TRABAJO FIN MASTER

Para Adrian Benito Alcala

Respondió a este mensaje el 18/03/2021 19:51.

Mensaje CUADRO MALÉFICO.docx (17 KB)

Buenas tardes Adrián,

Te adjunto el cuadro valorado desde el punto de vista operativo, como Jefe del Mando de Canarias, donde, por encima de todo prevalece disponer un sistema de armas fiable y probado en operaciones. Como bien sabes, a veces se redactan requisitos imposibles de alcanzar y, a lo largo del proceso de obtención se deben ajustar a las posibilidades industriales. Pero lo que está claro que lo que quiere el usuario viene reflejado en los REM... y por supuesto, la experiencia en operaciones es clave para la adquisición de un sistema de armas fiable.

No tenemos presupuesto para andar haciendo probatinas.... Hay que ir a sistemas que se ajusten a nuestra idea (REM) y que hayan sido probados en operaciones.

Te he rellenado el cuadro como he podido.... Ajústalo si hace falta, pero con mi idea.

Sin problema si necesitas algún otro apoyo.

Un abrazo

CRITERIOS SELECCIÓN ARMA	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3
CRITERIO 1	1	5/3	5/1
CRITERIO 2	3	1	3/1
CRITERIO 3	1	1/3	1

Como usuario, y teniendo presente que el sistema de armas va a ser usado en Operaciones, con riesgo para la vida de mis tripulantes, priorizo que el cañón se ajuste a lo marcado en los REM y, sobretodo, y que su eficacia haya sido demostrada en OPS. No se puede arriesgar a desarrollar un sistema de armas novedoso, por bueno que potencialmente pudiera, ser en un programa de producción (5).

La comunalidad logística es importante puesto que facilita el apoyo a las unidades sobre el terreno, pero es un factor más, no decisivo, a la hora de elegir el arma (3).

La Base Industrial y Tecnológica es también importante para el desarrollo del sistema de armas, pero se deben de encontrar vías para que la solución óptima, desde el punto de vista de los REM y experiencia en OPS, tenga un retorno industrial adecuado (1).

Al final tenemos que mandar a nuestras unidades con los mejores vehículos que nos podamos permitir. La potencia de fuego es un factor clave en un vehículo de combate y decisivo en un enfrentamiento, por lo que debemos garantizar la supervivencia de nuestros militares dotándoles de equipamientos/sistemas de armas que les garanticen la victoria.

---

Luis Francisco Cepeda Lucas

dom 11/04/2021 20:41

Para: [Adrian Benito Alcala <abenalc@et.mde.es>](mailto:abenalc@et.mde.es);

Querido Adrián, acabo de darme cuenta de que este correo no te lo había contestado. He estado dos semanas fuera de combate, problemas de espalda, ayer ya me dieron de alta y voy a tratar de ponerme al día con todos los temas. No se si llego a tiempo de poder aportarte algo o ya lo has entregado, pero te voy a dar mi opinión.

Cuando en su día me leí tu correo me surgieron dudas sobre la forma en la que categorizas 1, 3 5 el valor relativo de cada uno de los criterios. Los tres criterios me parecen perfectamente coherentes con lo que implica dotar al ET de un sistema de armas como es el 8x8. Pero me temo que tengo que contestarte como DIVOPE, Adrián, y para mí el Criterio 1 "Eficacia Operativa" es con mucho el más importante para poder hacer frente a nuestros compromisos operativos. En segundo lugar, el Criterio 2 es también clave, pero subordinado al 1 (relación quizá 1/3 desde mi punto de vista), pues es evidente que también nos asegura la operatividad de los materiales que exista esa deseable comunalidad logística. Posiblemente si preguntas al MALE, te digan que este criterio es para ellos el más importante, pero no para DIVOPE.

Y en cuanto al Criterio 3, creo que es el menos relevante para el ET. Nadie duda e la necesidad de que la industria nacional se beneficie de estas adquisiciones de sistemas de armas para dotarnos a las FAS españolas (puestos de trabajo, proyección internacional de productos españoles....) pero esto debería en todo caso estar subordinado a los otros dos criterios, yo incluso lo pondría 1/7 respecto al Criterio 1, y 1/3 respecto al Criterio 2. Seguramente, en la DGAM no piensen así.....

Te reitero mis disculpas por no haberte contestado antes Adrián, y si quieres llamarme para lo que sea, aquí tienes mi teléfono. Ánimo con el TFM, y a seguir empujando a ver si sacamos el 8x8, las Unidades sabes que los necesitan.

Un fuerte abrazo

Luis Fco. Cepeda Lucas

General Jefe División de Operaciones Estado Mayor del Ejército

819 2392/819 3062

608 335923/ 841 2006

[lfcepeda@et.mde.es](mailto:lfcepeda@et.mde.es)

---

De: Adrian Benito Alcala

Enviado: jueves, 18 de marzo de 2021 19:56

Para: Luis Francisco Cepeda Lucas

Asunto: ASESORAMIENTO PARA TRABAJO FIN MASTER

Mi general, estimado Luis, a tus órdenes, buenas tardes. Abuso de tu confianza para robarte unos minutos

Estoy terminando el Master en Dirección de Programas para la Defensa, y me gustaría contar con tu criterio para ilustrar mi Trabajo de Fin de Master.

Mi TFM es un supuesto didáctico sobre la elección del contratista más adecuado para suministrar (repito, supuesto didáctico) la torre remota con cañón de 30 mm y lanzador de misiles, que dotará los vehículos 8x8.

Requeriré de ti, el criterio que desde la visión operativa del usuario final ET, tienes sobre qué requisitos, de los que te propongo, valorarías más a la hora de tener que seleccionar el suministrador del sistema de armas principal del 8x8.

Los criterios a comparar son:

Criterio 1 "Eficacia Operativa": que comprende tanto la adecuación del sistema elegido a los Requisitos exigibles del documento de Requisitos de Estado Mayor (REM), como la eficacia demostrada en su empleo en Operaciones (Operatividad)

Criterio 2 "Aspecto Logístico": sobre comunalidad logística del sistema a elegir, respecto al resto de sistemas ya en la cadena logística del ET y coste del ciclo de vida

Criterio 3 "Trascendencia respecto a la Base industrial y Tecnológica de la Defensa": que valora el grado de retorno nacional de la inversión, seleccionado un sistema frente a otro y grado de contribución a la capacitación tecnológica propia.

La valoración a dar puede ir de menos a más: 1,3,5. Consistiría en sustituir los valores ejemplo de la tabla en color rojo, por tu valoración propia, comparando criterios dos a dos.

CRITERIOS	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3
	1	1/5	1/3
CRITERIO 1			
CRITERIO 2	5	1	3
	3	1/3	1
CRITERIO 3			

En este ejemplo, el criterio 1 obtiene un valor 1 frente al criterio 2, que obtiene un 5 (el criterio 1 es mucho menos trascendente que el 2)

Todo esto se queda en el ámbito docente del TFM.

Te agradezco el tiempo invertido y quedo a tu disposición. Un abrazo.

Coronel Adrián Benito Alcalá. Jefe del Programa VCR 8x8.

Despacho 334; Paseo de la Castellana 109, Madrid. TLF 91 395 52 94 / 661546919

RPV 814 5294 / 8445294

*NOTA: Este mensaje no sustituye ningún documento legalmente exigible y las opiniones que pudiese contener en ningún caso representan la postura oficial del Ministerio de Defensa. El contenido del mismo es de carácter privado. Si usted no es el destinatario adecuado, ruego que lo comunique por esta vía y borre este mensaje.*

*NOTE: This is a private message which does not replace any required legal document. The opinions which might contain, do not constitute official statements from the Ministry of Defence. If you are not the appropriate recipient, please delete this message and notify the sender accordingly.*

## ANEXO 4

### DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS Y SUBCRITERIOS

Criterio 1 “Eficacia Operativa”: Se refiere a la capacidad del sistema de armas para cumplir con mayor o menor grado con las exigencias operativas plasmadas por el usuario en los REM, así como el grado de fiabilidad del sistema en combate:

- Subcriterio 1.1: “Adecuación a los Requisitos exigibles del documento de Requisitos de Estado Mayor (REM)”. (Adecuación al REM), se refiere valorar como CUMPLE / NO CUMPLE, todos y cada uno de los requisitos Operativos exigibles expresados por el usuario en el documento de REM.
- Subcriterio 1.2: “Eficacia demostrada en su empleo en Operaciones” (Operatividad). Este subcriterio sirve para valorar la respuesta que el sistema ha proporcionado durante su empleo durante despliegues operativos, su grado de adaptación a las condiciones de empleo en Zona de Operaciones, así como la fiabilidad demostrada a los usuarios en esos entornos de empleo.

Criterio 2 “Aspecto Logístico”. Valoración de los condicionantes logísticos relativos a precio, costes recurrentes y no recurrentes y coste durante el ciclo de vida.

- Subcriterio 2.1.: “Comunalidad logística”. (Comunalidad). Grado en que los subsistemas que lo componen coinciden con subsistemas ya en servicio en las Fuerzas Armadas (FAS), y son, por tanto, intercambiables. Grado de comunalidad de las piezas de repuesto componentes del sistema, con respecto a las ya existentes en la cadena logística de las FAS.
- Subcriterio 2.2.: “Coste del ciclo de vida”. (Coste CV). Este subcriterio mide desde el precio de adquisición, costes recurrentes y no recurrentes, y costes de mantenimiento, de overhaul y de retirada del servicio, en relación al tiempo de servicio esperado del sistema. También mide el grado de resiliencia del sistema de armas.

Criterio 3 “Trascendencia respecto a la BITD<sup>17</sup>”, que servirá para medir el grado en que el sistema de armas que se adquiera contribuirá a fortalecer las capacidades

---

<sup>17</sup> BTID: Base Tecnológica e Industrial de la Defensa.

industriales y las áreas de conocimiento que afectan a intereses esenciales de la Defensa y Seguridad nacional.

- Subcriterio 3.1.”Grado de retorno de la inversión”. (Retorno). Este criterio calcula el tanto por ciento de retorno que la inversión nacional en cada una de las empresas propietarias de cada solución operativa proporciona al tejido industrial nacional.
- Subcriterio 3.2.:” Grado de contribución a la capacitación tecnológica propia” (I+T), para valorar el grado de obtención de capacidades que afectan a intereses esenciales de la Defensa y Seguridad nacional.

## ANEXO 5

### PONDERACIÓN DE LOS PESOS RELATIVOS DE LOS SUBCRITERIOS

RE: VALORACION SUBCRITERIOS RCWS PARA 8x8 - Mensaje (HTML)

ARCHIVO MENSAJE ADOBE PDF

vi. 26/04/2021 12:38

 Fernando Pasquin Agero  
RE: VALORACION SUBCRITERIOS RCWS PARA 8x8

Para Adrian Benito Alcala

Mi Coronel, tras analizar los criterios, acordamos la siguiente valoración.

Quedo a tus órdenes!

Tcol Pasquin

Criterio Eficacia Operativa	Subcriterio Adecuación al REM	Subcriterio Operatividad
Subcriterio Adecuación al REM	1	1/3
Subcriterio Operatividad	3	1
Suma:	4	1,33

Criterio Aspecto Logístico	Subcriterio Comunalidad	Subcriterio Coste CV
Subcriterio Comunalidad	1	5
Subcriterio Coste CV	1/5	1
Suma:	1,2	6

Criterio Trascendencia BITD	Subcriterio Retorno	Subcriterio I+T
Subcriterio Retorno	1	3
Subcriterio I+T	1/3	1
Suma:	1,3	4

Fernando Pasquin Agero RE: EVALUACION ALTERNATIVAS RCWS PARA VCR 8x8

TODAS LAS C



## ANEXO 6

### EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

RE: EVALUACION ALTERNATIVAS RCWS PARA VCR 8x8 - Mensaje (HTML)

vi. 16/04/2021 13:55

**Fernando Pasquin Agero**  
RE: EVALUACION ALTERNATIVAS RCWS PARA VCR 8x8

Para Adrian Benito Alcala

A la orden, mi Coronel.

Creo que estos pesos específicos de cada criterio son los más adecuados para cada torre. (REM operatividad, comunalidad , coste, etc)

Cualquier otra cosa que necesite, estoy dispuesto para ello.

Subcriterio 1.1. Adecuación al REM	Torre remota TOLEDO	Torre remota Guardian30	Torre remota 40CTAS
Torre remota TOLEDO	1	3	5
Torre remota Guardian30	1/3	1	3
Torre remota 40CTAS	1/5	1/3	1

Subcriterio 1.2. Operatividad	Torre remota TOLEDO	Torre remota Guardian30	Torre remota 40CTAS
Torre remota TOLEDO	1	5	3
Torre remota Guardian30	1/5	1	1/3
Torre remota 40CTAS	1/3	3	1


Subcriterio 2.1. Comunalidad	Torre remota TOLEDO	Torre remota Guardian30	Torre remota 40CTAS
Torre remota TOLEDO	1	3	5
Torre remota Guardian30	1/3	1	3
Torre remota 40CTAS	1/5	1/3	1

Fernando Pasquin Agero RE: VALORACION SUBCRITERIOS RCWS PARA 8x8

RE: EVALUACION ALTERNATIVAS RCWS PARA VCR 8x8 - Mensaje (HTML)

ARCHIVO MENSAJE ADOBE PDF

vi. 16/04/2021 13:55

 **Fernando Pasquin Agero**  
**RE: EVALUACION ALTERNATIVAS RCWS PARA VCR 8x8**

Para Adrian Benito Alcala

A la orden, mi Coronel.

Creo que estos pesos específicos de cada criterio son los más adecuados para cada torre. (REM operatividad, comunalidad , coste, etc)

Cualquier otra cosa que necesite, estoy dispuesto para ello.

Quedo a sus órdenes.

Subcriterio 2.2. Coste del ciclo de vida	Torre remota TOLEDO	Torre remota Guardian30	Torre remota 40CTAS
Torre remota TOLEDO	1	1/3	3
Torre remota Guardian30	3	1	5
Torre remota 40CTAS	1/3	1/5	1

Subcriterio 3.1. Retorno inversión	Torre remota TOLEDO	Torre remota Guardian30	Torre remota 40CTAS
Torre remota TOLEDO	1	1/3	3
Torre remota Guardian30	3	1	5
Torre remota 40CTAS	1/3	1/5	1

Subcriterio 3.2. I+D	Torre remota TOLEDO	Torre remota Guardian30	Torre remota 40CTAS
Torre remota TOLEDO	1	1/5	1/3
Torre remota Guardian30	5	1	3
Torre remota 40CTAS	3	1/3	1

Fernando Pasquin Agero RE: VALORACION SUBCRITERIOS RCWS PARA 8x8

## ANEXO 7

### ANÁLISIS DAFO: ESTRATEGIA DEL PROGRAMA.



Análisis DAFO



#### Matriz de Factores

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>La solución de torre debe estar operativa en un plazo comprometido de tiempo</li> <li>Ninguna de las opciones de torre ha sido integrada previamente en la plataforma vehicular que debe a</li> <li>El presupuesto para financiar el proyecto es limitado</li> <li>No se tiene capacidad técnica para conocer si la solución seleccionada tendrá éxito</li> <li>No existe unicidad de criterio entre las diferentes estructuras directivas sobre la solución mejor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada empresa tiene un peso que hará valer en los órganos directivos de la institución</li> <li>La presión mediática, impulsada por las empresas, puede precipitar la decisión</li> <li>Las unidades usuarias presionarán para que se adopte una solución orientada y a corto plazo</li> </ul>

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>Existe un alto grado de confianza en la institución sobre las decisiones que adopte el Programa</li> <li>Se tienen un conocimiento técnico previo sobre las soluciones que mejor se adaptan</li> <li>Se dispone de financiación limitada pero suficiente y firme para contratar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tiene a disposición organismos especializados para asesoramiento a la decisión</li> <li>Otros organismos de la institución pueden apoyar con acciones la decisión que se adopte</li> </ul>

#### Nivel de Importancia del Factor en el Proyecto

Casi Irrelevante    
 Poco Importante    
 Importancia Media    
 Muy Importante    
 Importancia Crucial


#### Categorías PESTEL

Político    
 Económico    
 Socio-cultural    
 Tecnológico    
 Ecológico    
 Legal

## Resultados


DAFO: Alternativas de torre no tripulada con cañón de 30 mm para VCR 8x8




Estas son las estrategias ordenadas por prioridad y la matriz de factores. El orden está relacionado con los factores DAFO asociados a cada estrategia. Cambiar los factores o el grado de importancia que se conceda a cada uno, puede modificar el orden.


1. 



**Estrategia Adaptativa. Equipo técnico compacto**


Analizar las capacidades y debilidades del equipo de la Oficina de programa y obtener los apoyos faltantes del resto de la institución para tener control técnico sobre el proyecto

 **Debilidades**

-  La solución de torre debe estar operativa en un plazo comprometido de tiempo
-  Ninguna de las opciones de torre ha sido integrada previamente en la plataforma vehicular que debe a
-  No se tiene capacidad técnica para conocer si la solución seleccionada tendrá éxito


 **Oportunidades**


-   Se tiene a disposición organismos especializados para asesoramiento a la decisión


2. 





**Estrategia Ofensiva. Mantenerse en la realidad**

Mantener un alto grado de conocimiento, apoyado en el resto de capacidades de la institución, de forma que los juicios de la oficina de Programa sean difícilmente contestables

 **Fortalezas**

-  Existe un alto grado de confianza en la institución sobre las decisiones que adopte el Programa

 **Oportunidades**


-   Se tiene a disposición organismos especializados para asesoramiento a la decisión
-   Otros organismos de la institución pueden apoyar con acciones la decisión que se adopte

3. 


### Estrategia Ofensiva. Fortalecer la posición

Adoptar una posición de ventaja, haciendo ver que se dispone de toda la capacidad de decisión para las inversiones que se requieran

#### Fortalezas

-  Se dispone de financiación limitada pero suficiente y firme para contratar

#### Oportunidades


-  **E** Otros organismos de la institución pueden apoyar con acciones la decisión que se adopte

4. 


### Estrategia Supervivencia. Maximizar el tiempo

Establecer un calendario posicionando los hitos del programa e identificando el camino crítico

#### Debilidades

-  La solución de torre debe estar operativa en un plazo comprometido de tiempo

#### Amenazas



-  **S** Las unidades usuarias presionarán para que se adopte una solución orientada y a corto plazo

5. 



### Estrategia Supervivencia. Establecer bases firmes

Analizar los factores clave que conducen al éxito y los que conducen al fracaso y obtener el apoyo de la institución para defender con criterio único los primeros y no incurrir en los segundos

#### Debilidades

-  La solución de torre debe estar operativa en un plazo comprometido de tiempo
-  No existe unicidad de criterio entre las diferentes estructuras directivas sobre la solución mejor

#### Amenazas



-  **S** La presión mediática, impulsada por las empresas, puede precipitar la decisión
-  **S** Las unidades usuarias presionarán para que se adopte una solución orientada y a corto plazo

6. 


### Estrategia Adaptativa. Centrar el objetivo

Conseguir aislar el equipo de presiones que condicionen sus decisiones técnicas y convencer al equipo de dirección que debe depositar su confianza en los asesoramientos de la Oficina de programa, poniendo en tela de juicio el resto de consejos que puedan recibir

#### Debilidades

-  Ninguna de las opciones de torre ha sido integrada previamente en la plataforma vehicular que debe a
-  No existe unidad de criterio entre las diferentes estructuras directivas sobre la solución mejor

#### Oportunidades


-  **E** Otros organismos de la institución pueden apoyar con acciones la decisión que se adopte

7. 




### Estrategia Defensiva. Mantener la confianza


Las actuaciones y decisiones del equipo de la Oficina de programa deben ser meditados suficientemente antes de adoptarlas, de forma que no se pueda caer en contradicción que debilite la confianza depositada en la Oficina de programa

#### Fortalezas

-  Existe un alto grado de confianza en la institución sobre las decisiones que adopte el Programa






#### Amenazas

-  **P** Cada empresa tiene un peso que hará valer en los órganos directivos de la institución
-  **S** La presión mediática, impulsada por las empresas, puede precipitar la decisión
-  **S** Las unidades usuarias presionarán para que se adopte una solución orientada y a corto plazo

8. 

### Estrategia Supervivencia. Obtención de evidencias científicas

La dirección técnica del programa debe primero identificar los puntos conflictivos de cada propuesta de torre y de la integración torre-vehículo

 Debilidades	 Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li> Ninguna de las opciones de torre ha sido integrada previamente en la plataforma vehicular que debe a</li> <li> No se tiene capacidad técnica para conocer si la solución seleccionada tendrá éxito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>P</b> Cada empresa tiene un peso que hará valer en los órganos directivos de la institución</li> <li> <b>S</b> Las unidades usuarias presionarán para que se adopte una solución orientada y a corto plazo</li> </ul>

9. 

### Estrategia Defensiva. Criterio firme

Hacerse con un criterio fundado y defenderlo frente a réplicas que puedan venir del entorno.

 Fortalezas	 Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li> Se tienen un conocimiento técnico previo sobre las soluciones que mejor se adaptan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>P</b> Cada empresa tiene un peso que hará valer en los órganos directivos de la institución</li> <li> <b>S</b> Las unidades usuarias presionarán para que se adopte una solución orientada y a corto plazo</li> </ul>