



Metodología para llevar a cabo Programas de Refresco de Tecnología (PRT)

Palabras clave: refresco, tecnología, coste ciclo de vida, brecha, capacidades, prestaciones, obsolescencia

Resumen:

En momentos de penuria financiera como a la que nos ha conducido la actual crisis, debemos plantearnos medidas que sean capaces de gestionar, de manera eficaz y eficiente, el dilema producido entre la escasez de recursos y las demandas, cada vez más exigentes, de nuestros clientes. En este entorno, los Programas de Refresco de Tecnología cobran especial relieve al lograr la correcta operatividad de los sistemas mediante desembolsos homogéneamente programados durante todo su ciclo de vida, evitando, de esta forma, las puntas presupuestarias producidas al hacer frente a los importantes costes que requieren los programas de modernización. Lo anterior conlleva un complejo y exhaustivo análisis, tanto de carácter técnico como económico, sobre las distintas alternativas de posibles actividades de refresco de tecnología a fin de implementar aquellas que más se ajusten al objetivo propuesto. La metodología aquí expuesta, desarrollada en 5 etapas, ofrece una vía para llevar a cabo este análisis, y facilitar la toma de decisiones.

Key words: refreshment, technology, life cycle cost, gap, capabilities, performances obsolescence.

Abstract:

In times of financial difficulties, as we are now due to the present crisis, we must consider measures that are able to manage in an effective and efficient way the dilemma produced between the lack of economic resources and the increasingly demanding requirements of our customers. In this situation, Technology Refreshment Programs are of special interest since they permit to timely keep the System at the correct operational level by means of properly programmed expenditures through its life cycle, thus avoiding the budgetary unbalances caused by specific modernization programs. This involves a complex and thorough analysis, both technical and economic, on different alternatives of potential technology refreshment activities, to implement the one that best complies with the intended objective. The methodology outlined here, developed in 5 steps, offers a way to perform this analysis in order to make it easier the decision making process.



Isabel Fernández Fernández

Licenciada en CC Económicas y Empresariales (UAM) y Graduada en Dirección y Administración de Empresas (IE). En el sector de Defensa promovió la creación del primer Grupo de Auditoría de Evaluación de Costes de Defensa. En 1999 se incorpora al sector de la construcción, dirigiendo una empresa de piedra natural. Profesora en la ICADE Business School (UPM) y co-autora del libro "La aventura de exportar: primer paso hacia el desarrollo internacional de la empresa".



Alberto Sols Rodríguez-Candela

Doctor Ingeniero de Sistemas (Stevens Institute of Technology) e Ingeniero Naval (ETSIN), además de Certified Professional Logistician y Certified in Production and Inventory Management. En sus más de 27 años de experiencia profesional ha ocupado cargos de responsabilidad en Construnaves, Aries Industrial y Naval, Isdefe y Electroop. Actualmente es Socio Director de Sabentia. Es Director del 'Máster en Gestión Integral de Proyectos' de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid y Profesor de HIBU (Universidad de Kongsberg).



Francisco Javier Romero Yacobi

Ingeniero Naval (UPM). En la actualidad está desarrollando la tesis doctoral. Ha realizado diferentes cursos de postgrado en las áreas de defensa, energía, transporte y gestión empresarial y desarrollado su actividad profesional en la empresa de Ingeniería Seaplace S.L., en el centro tecnológico de Madrid de Astilleros Españoles y en IZAR (ahora Navantia) donde, desde 2009 es Director de Ciclo de Vida y consejero de las empresas filiales SAES y SAINSEL.

Introducción

El método que aquí se describe está basado en un conjunto de trabajos¹ donde se sistematizaron, con los mecanismos necesarios para identificar, evaluar y priorizar, las propuestas de actividades de refresco de tecnología, a fin de alinearlas con las necesidades operativas y las prioridades del sistema, previamente definidas por el cliente. La metodología expuesta se ilustra con varios ejemplos reales a los que, por motivos de confidencialidad, se les ha ocultado el nombre y modificado los valores de algunos parámetros.

Los sistemas complejos, especialmente los de defensa, con largos ciclos de adquisición y vida operativa (entre 20 y 40 años), van perdiendo capacidades no solamente por el uso y la degradación natural de sus componentes sino, también, por las obsolescencias tecnológicas e insuficiencias funcionales derivadas de la evolución de las necesidades del usuario. Esta pérdida generalizada de prestaciones, unida a las necesidades, cada vez más exigentes del usuario es lo que da lugar a la denominada brecha de capacidades (ver figura 1).

Tradicionalmente, el mantenimiento de las capacidades y prestaciones de los sistemas se ha intentado resolver a través de grandes y costosos programas de modernización que se debían afrontar, con frecuencia, a mitad del periodo de la vida útil del sistema. Este método, no sólo se muestra

ineficaz en cuanto al mantenimiento en el tiempo de dichas características del sistema sino que, paradójicamente, provoca un endeudamiento a largo plazo que en épocas de escasez presupuestaria impide, a su vez, la posibilidad de poder hacer frente a nuevas adquisiciones o tecnologías más avanzadas. Así, para asegurar una eficaz actuación del sistema durante toda la vida operativa, buscando reducir en lo posible la brecha de capacidades con la mayor relación efectividad/coste, surgen los Programas de Refresco de Tecnología (PRT).

Denominamos Refresco de Tecnología al reemplazo continuo de elementos de un sistema, en especial los elementos disponibles comercialmente conocidos como Commercial-of-the-Shelf (COTS), para asegurar una eficaz y eficiente soportabilidad del sistema.

Diversos autores² han documentado esta necesidad de llevar a cabo Programas de Refresco de Tecnología. Con los PRT podremos organizar y planificar las acciones necesarias para llevar a cabo de manera eficaz las actividades de refresco de tecnología. La figura 1 muestra el efecto mitigador de estos programas. Estas Actividades de Refresco de Tecnología (ART) pueden ser *actualizaciones*, incorporando o sustituyendo elementos para mantener actualizadas las capacidades del sistema; *mejoras*, incorporando una nueva generación o actualización que

mejora la efectividad del sistema, o *inserciones de tecnología*, que incorporan un nuevo producto y, con ello, añaden una nueva capacidad al sistema.

El objetivo de la metodología aquí propuesta es analizar la forma de medir y valorar estas actualizaciones, mejoras o inserciones de tecnología, de manera que podamos obtener una lista priorizada que pueda contribuir, de manera eficaz, a la toma de decisiones.

La metodología

Tres son los puntos básicos a tener en cuenta cuando nos enfrentamos al reto de crear un método que nos permita organizar y ejecutar eficazmente los Programas de Refresco de Tecnología:

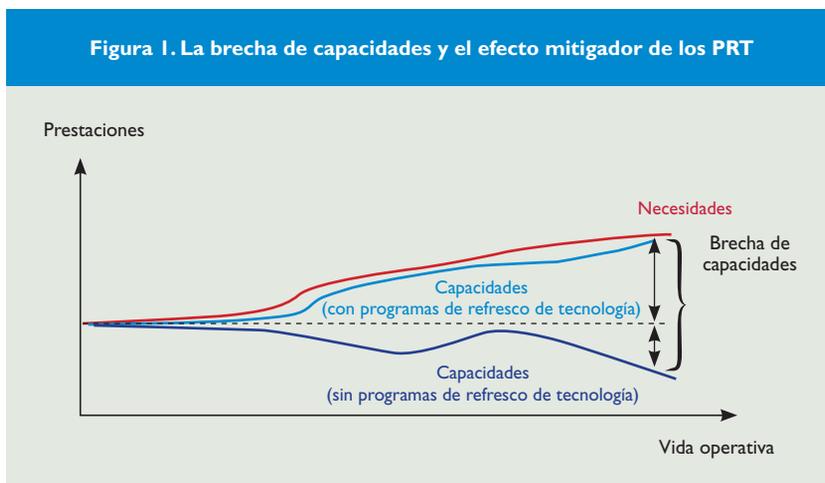
- La identificación de necesidades u oportunidades de refresco de tecnología.
- La valoración de las actividades de refresco de tecnología identificadas y su adecuación a las prioridades y/o misiones del sistema.
- La elaboración y actualización de la lista priorizada de actividades de refresco de tecnología para la toma de decisiones.

Pero, además, debemos enmarcar el proceso teniendo en consideración las restricciones tanto económicas como de tiempos o plazos vigentes en el momento de su aplicación. Para ello, proponemos el siguiente método, desarrollado en 5 etapas.

Primera etapa: creación de la estructura de gestión

Sin entrar en el detalle exhaustivo de la estructura de gestión necesaria para hacer efectivos los PRT, ya que tanto sus componentes como sus funciones dependerán del tipo de organización en la que se integren, apuntamos la necesidad de la creación de un Comité Director de Refresco de Tecnología que esté apoyado por una Oficina de Gestión de Refresco de Tecnología, integrada por miembros de las jefaturas de proyecto del cliente y del suministrador. Además, se debería disponer, en uno o varios organismos, de un Comité del Control de

Figura 1. La brecha de capacidades y el efecto mitigador de los PRT



⁽¹⁾ El método está basado en los trabajos realizados por el grupo ACV (Apoyo al ciclo de vida) de la empresa pública Navantia en colaboración con la consultora Sabentia.

⁽²⁾ Bibliografía.

Configuración, que asegure la integridad del control de la configuración del sistema a lo largo de todo su ciclo de vida, y de un Observatorio de Vigilancia Tecnológica y de la Cadena de Suministro, que establezca hojas de ruta de posibles obsolescencias e identifique posibles estrategias de mitigación.

Segunda etapa: identificación de necesidades y detección de oportunidades. Elaboración de la lista de ART'S

Habitualmente, las Actividades de Refresco Tecnológico surgen para dar respuesta a las necesidades producidas, bien por obsolescencias de mercado (componentes del sistema que, por su antigüedad, ya no pueden adquirirse en el mercado), bien para cubrir nuevos requisitos no solicitados inicialmente al sistema. Pero también puede ocurrir que, sin surgir una necesidad previa, detectemos una oportunidad tecnológica que nos parezca interesante tomar en consideración. En este caso, debemos disponer de un sistema de filtrado que nos permita discriminar entre las distintas oportunidades: cuáles deben ser estudiadas en detalle para su consideración y cuales serán simplemente almacenadas para poder ser tenidas en cuenta, si procede, en el futuro.

Así como todas las necesidades identificadas deben ser tomadas en consideración y estudiadas en detalle, sólo estudiaremos las oportunidades detectadas una vez que hayan sido correctamente filtradas. Este filtro se lleva a cabo mediante la alineación cualitativa de las oportunidades presentadas con las prioridades u objetivos básicos del sistema al que se le puede aplicar.

Con las necesidades identificadas y las oportunidades filtradas realizamos la primera lista de Actividades de Refresco de Tecnología (ART) (ver figura 2).

Tercera etapa: valoración detallada de las actividades de RT y primera jerarquización de las ARTs

A la hora de valorar cada una de las ARTs que integran la primera lista realizada, debemos tener en cuenta:



- El riesgo inherente asociado a la Actividad de Refresco de Tecnología.
- La mejora esperada con la Actividad de Refresco de Tecnología.
- El coste asociado a la actividad.
- Los plazos de tiempo asociados a la implementación de la actividad (ver figura 4).

IRI: Índice de Riesgo Inherente a la ART

Lo obtendremos, como muestra la figura 4 como el promedio de los seis factores siguientes, puntuando éstos de 1 a 9, correspondiendo 1 al riesgo nulo y 9 al riesgo alto:

- Seguridad: Incluye consideraciones de riesgo para el sistema donde se implantará la tecnología analizada, o riesgo para el medio ambiente.
- Suministro: Riesgo con los proveedores de la tecnología analizada.
- Plazo: Riesgo de la disponibilidad de la tecnología en el tiempo adecuado.
- Técnico: en relación con la madurez de la tecnología y las prestaciones es-

peradas. Para este análisis utilizamos la clasificación inversa TRLs (Technology Readiness Levels) de la NASA (la NASA califica con 1 la disponibilidad nula o máximo riesgo y 9 para el mínimo riesgo o total disponibilidad).

5. Coste: Posibles riesgos por error de cálculo en las estimaciones del coste asociado a la actividad de refresco tecnológico.

6. Exógeno: Otros distintos de los anteriores.

Tomando como ejemplo tres posibles actividades de refresco de tecnologías A, B y C para aplicar sobre un determinado sistema X, calcularíamos el riesgo de cada uno de los factores antes citados y obtendríamos el IRI como la media aritmética de los distintos valores de riesgo asociados a cada actividad.

Con el objetivo de explicar de manera numérica la metodología propuesta, asignamos valores teóricos a cada uno de los factores para las tres Actividades de Refresco de Tecnología

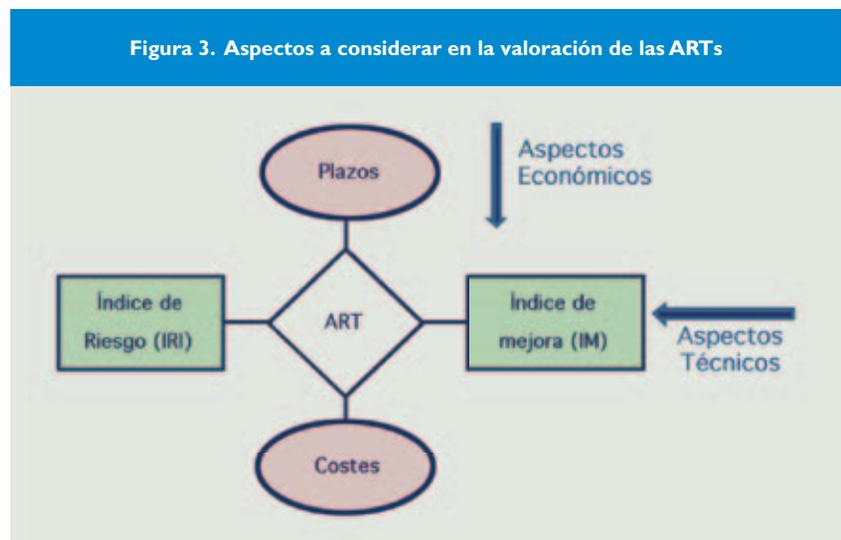


Figura 4. Ejemplo de cálculo de Índice de Riesgo Inherente

	Índice de Riesgo IRI						
	Seguridad	Suministro	Plazo	10-TRL	Exógeno	Coste	ÍNDICE DE RIESGO
ART-A	3,0	7,0	5,0	1,0	2,0	3,0	3,5
ART-B	3,0	3,0	5,0	1,0	2,0	3,0	2,8
ART-C	3,0	5,0	7,0	1,0	2,0	1,0	3,2

IRI
1 = Riesgo Nulo
2 = Riesgo Bajo
3 = Riesgo Medio Bajo
5 = Riesgo Medio
7 = Riesgo Medio Alto
9 = Riesgo Alto

propuestas (ver figura 4). Según estos valores, la ART que presenta un mayor riesgo sería la A, mientras que B sería la de menor riesgo.

IM: Índice de Mejora esperada de la ART

La mejora esperada de una Actividad de Refresco de Tecnología, puede materializarse, tal y como muestra la figura 5, en tres factores o aspectos del sistema: incrementando las capacidades, aptitudes o cometidos del sistema; mejorando las métricas que definen las prestaciones del sistema; reduciendo el coste del ciclo de vida (aunque actividades que mejoren capacidades o prestaciones podrían implicar un aumento del coste del ciclo de vida).

Para proceder a la valoración de cada uno de estos tres grupos de aspectos debemos primero, hacer la lista de todos los componentes de

cada grupo (por ejemplo, listar todas las capacidades del sistema, existentes y alcanzables) y asignar a cada componente un peso específico en base 1 (de manera que la suma de todos los pesos específicos asignados sea igual a 1).

Finalmente, calcularemos el Índice de Mejora asignando un índice de ponderación, también en base 1, a cada uno de los tres aspectos (mejora en capacidades, mejora en prestaciones y mejora en coste del ciclo de vida) para obtener la media ponderada resultante final.

Los elementos que debemos considerar, por tanto, son:

Mejora de capacidades: Evaluaremos la mejora en capacidades según la contribución de cada ART a las distintas capacidades esenciales del sistema X donde se vaya a realizar (implantar).

Para ello, en primer lugar, debemos dar un peso específico, en base 1, a cada una de las capacidades esenciales del sistema. Posteriormente, puntuaremos de 1 a 9 el efecto de mejora que cada actividad de refresco de tecnología bajo análisis tiene sobre cada una de las distintas capacidades del sistema.

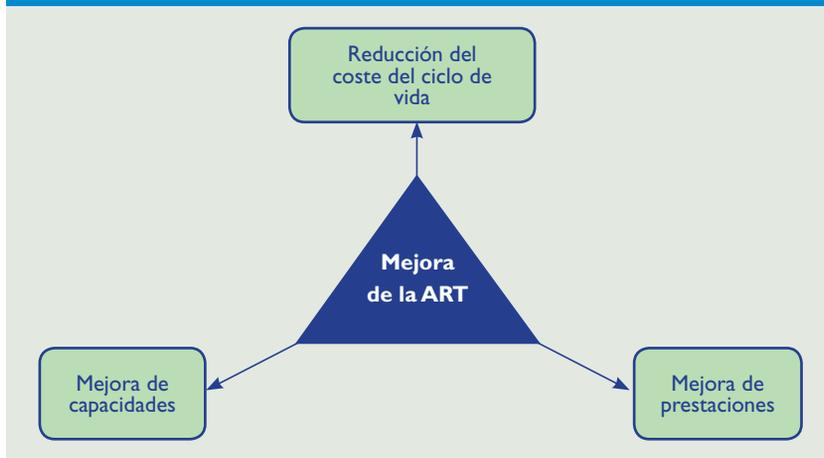
1	No mejora nada
3	Mejora poco
5	Mejora algo
7	Mejora bastante
9	Mejora mucho

Así obtendremos valores correspondientes a cada ART. La figura 6 muestra un ejemplo del método descrito.

Mejora en Prestaciones: De idéntica forma al punto anterior; evaluaremos la contribución de las distintas ARTs a la mejora de las prestaciones del sistema X, teniendo también en cuenta que, en ocasiones, esta actividad podría suponer una ligera disminución de las prestaciones del sistema. La valoración la realizamos, de nuevo, asignando un valor de 1 a 9, según la siguiente escala:

1	Empeora
3	No mejora nada
5	Mejora algo
7	Mejora bastante
9	Mejora mucho

Figura 5. Posibles mejoras de una Actividad de Refresco de Tecnología



Previamente, y análogamente a como se hizo en el punto anterior; debemos asignar un peso específico a cada una de las prestaciones del sistema.

Posteriormente, y según la tabla anterior; asignaremos el valor de mejora que cada ART produce (según nuestro criterio) sobre cada prestación.

De esta forma se obtiene para cada ART un valor indicativo de su impacto sobre la mejora en las prestaciones del sistema (ver figura 7).

Variación del coste del ciclo de vida (CCV): Evaluaremos como afectan las ARTs al coste del ciclo de vida del sistema X. Esta variación, dependerá del tipo de Actividad de

Refresco de Tecnología. Así, en inserciones, al aumentar las capacidades del sistema, siempre habrá un incremento del CCV, mientras que, habitualmente, en actualizaciones de elementos por deficiencias funcionales u obsolescencias de mercado, habrá una disminución de dicho coste.

Medimos la variación del CCV con una escala de 1 a 9 según muestra la figura 8.

Finalmente, asignando un índice de ponderación a cada uno de los valores obtenidos, calculamos la media ponderada resultante. Se obtiene así, el Índice de Mejora (IM) como se muestra en la figura 9.

Cálculo del RMR: Ratio Mejora/Riesgo

Para realizar una primera ordenación de las actividades de refresco de tecnología calculamos con los dos índices anteriores (IRI e IM) el ratio mejora/riesgo.

A mayor mejora reportada por una ART, y a menor riesgo asociado a la misma, mayor valor del ratio y por tanto más atractiva, a priori, la actividad considerada. La figura 10 muestra el orden resultante con los valores asignados en el ejemplo, donde la ART C se situaría en el primer lugar.

Cuarta etapa: la elaboración y actualización de la lista priorizada de ARTs para el órgano decisor. La lista dinámica

Además de los factores que se han tenido en cuenta anteriormente, a la hora de priorizar y actualizar la lista de ARTs con nuevas propuestas que

Figura 6. Ejemplo de cálculo de Valoración de mejora de capacidades de una ART

	VALORACIÓN DE CAPACIDADES						
	Ponderación	ART - A	VALOR	ART - B	VALOR	ART - C	VALOR
Capacidad 1	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20
Capacidad 2	0,30	1,00	0,30	3,00	0,90	5,00	1,50
Capacidad 3	0,10	3,00	0,30	9,00	0,90	9,00	0,90
Capacidad 4	0,40	3,00	1,20	1,00	0,40	3,00	1,20
TOTAL	1,00		2,00		2,40		3,80

puedan surgir, tenemos que considerar los factores adicionales del coste y el plazo de ejecución de la actividad.

El coste de la actividad de refresco de tecnología, CART

Se calcula el coste de realización de cada una de las Actividades de Refresco de Tecnología propuestas C_{ART} , como el valor resultante de la siguiente expresión:

$$C_{ART} = A + I + F + C + CI \text{ donde:}$$

A = Coste de adquisición de los elementos necesarios (software, hardware, ... etc.) a incorporar:

I = Coste de Integración $I = (\ln g + \ln s + V_f)$.

- $\ln g$ → Ingeniería: Diseño, desarrollo, planos, documentación de ALL, configuración.
- $\ln s$ → Instalación: Mano de obra y materiales auxiliares.
- V_f → Pruebas de validación y de funcionamiento.

F = Costes de Formación.

C = Costes de Certificación (si proceden).

CI = Coste de Indisponibilidad del sistema X durante el periodo de refresco tecnológico. Se calcula multiplicando los días de indisponibilidad (di) por el cociente resultante entre el coste del ciclo de vida estimado (CCV) del sistema, y los días de vida útil (dvp) previstos. Este coste se aplica siempre que no se aproveche un momento de indisponibilidad ya existente o programado para realizar los trabajos de refresco de tecnología: $CI = di \cdot (CCV/dvp)$.

Además, para poder comparar en las mismas bases los distintos CART resultantes de las Actividades de Refresco de Tecnología propuestas, debemos siempre actualizar los costes a la fecha t_0 en la que se esté realizando el análisis mediante el método de los flujos de caja descontados. Para ello, utilizaremos la tasa de descuento que marque el órgano decisor; o en su defecto, la tasa equivalente a la de un activo teóricamente libre de riesgo (tasa de interés de la deuda pública).

Figura 7. Ejemplo de cálculo de Valoración de Mejora en prestaciones de una ART

	VALORACIÓN DE PRESTACIONES						
	Ponderación	ART - A	VALOR	ART - B	VALOR	ART - C	VALOR
Prestaciones 1	0,33	3,00	0,99	1,00	0,33	5,00	1,65
Prestaciones 2	0,33	3,00	0,99	3,00	0,99	3,00	0,99
Prestaciones 3	0,34	3,00	1,02	3,00	1,02	5,00	1,70
TOTAL	1,00		3,00		2,34		4,34

Figura 8. Ejemplo cálculo efecto de la ART sobre el CCV del sistema X

EFECTO SOBRE EL CCV		
ART-A	ART-B	ART-C
6,00	7,00	5,00
9,00	Reduce	(-4%)
8,00	Reduce	(-3%)
7,00	Reduce	(-2%)
6,00	Reduce	(-1,5%)
5,00	Reduce	(-1%)
4,00	Reduce	(-0,5%)
3,00	No afecta	
2,00	Aumenta	(+1%)
1,00	Aumenta	(+2%)

Figura 9. Cálculo del IM

	ÍNDICE DE MEJORA			ÍNDICE DE MEJORA
	Capacidad	Prestaciones	+CCV	
	0,5	0,25	0,25	
ART - A	2,0	3,0	6,0	3,3
ART - B	2,4	2,3	7,0	3,5
ART - C	3,8	4,3	5,0	4,2

Figura 10. Cálculo del RMR

	RATIO MEJORA RIESGO RMR	
	Mejora/Riesgo	Orden ART
ART - A	0,9286	3
ART - B	1,2476	2
ART - C	1,3374	1

Cálculo del ratio COST/RMR:

Supongamos que, después de los cálculos realizados según el punto anterior obtenemos el siguiente resultado:

CCV de ART-A = 120.000 um (unidad monetaria).

CCV de ART-B = 110.000 um.

CCV de ART-C = 150.000 um.

Con estos valores y los obtenidos en el punto 3 de la Etapa III, calculamos el ratio coste /RMR como se muestra en la figura 11.

Estos resultados nos muestran que, con el filtro del coste, el orden calculado anteriormente puede cambiar:

Los plazos: Finalmente, para cada Actividad de Refresco de Tecnología deben tenerse en cuenta dos aspectos relacionados con los plazos:

- a) El momento en el que se va a abrir la ventana de oportunidad (es decir, el momento en el que

se va a producir la inmovilización programada) en la que se pretende realizar la actividad para no incurrir en un extracoste por indisponibilidad del sistema.

- b) El tiempo necesario para llevarla a cabo (de manera que pueda realizarse íntegramente en la ventana de oportunidad contemplada).

Según esto, pudiera ocurrir que en caso de que las disponibilidades económicas permitieran poder llevar a cabo más de una de las ARTs analizadas, se modificase el orden de la lista de la figura 11 para dar comienzo a la actividad que, en lo relativo a plazos, fuera compatible con la ventana de oportunidad programada.

Quinta etapa: la decisión

En función de las disponibilidades presupuestarias se presentará al órgano decisorio la lista filtrada y priorizada de Actividades de Refresco de Tecnología cuya realización se recomienda.

Además, como herramienta de apoyo sería recomendable aportar una estimación del esfuerzo que conlleva implementar una Actividad de Refresco de Tecnología.

Este esfuerzo lo podemos medir a través del concepto de "Invasividad" de la actividad en el sistema. Por invasividad en un sistema de una Actividad de Refresco de Tecnología se entiende la cantidad de elementos con los que se interactuará y el tipo e intensidad de interacción que haya con ellos, en los siguientes aspectos de la figura 12.

Cada uno de esos cinco factores se evaluará, en una escala de 1 a 9, atendiendo a la demanda o exigencia de intercambio o comunicación que se le presente al sistema.

1 = Nula demanda	0%
2 = Baja demanda	1%-25%
3 = Media demanda	26%-50%
5 = Alta demanda	51%-75%
7 = Máxima demanda	76%-100%
9 = Exceso demanda	> 100%

Este índice sirve para dar una idea cualitativa del esfuerzo requerido en la Actividad de Refresco de Tecnología e incluso nos puede arrojar luz sobre las diferencias de coste de las distintas actividades de refresco de tecnología calculadas anteriormente.



Figura 11. Cálculo del ratio Coste/RMR

	COSTE DE AVT.V DE RT / RATIO MEJORA			
	RMR	CART	CART/RMR	ORDEN ART
ART - A	0,9286	120.000	129.230,77	3
ART - B	1,2476	110.000	88.165,96	1
ART - C	1,3374	150.000	112.160,57	2

Figura 12. Ejemplo de valoración de la invasividad

	VALORACIÓN DE LA INVASIVIDAD					IIN (media)
	Energía	Espacio	Información	Materiales	Logística	
ART - A	3	3	3	3	3	3,0
ART - B	1	3	1	1	3	1,8
ART - C	2	2	1	2	3	2,0

Conclusiones

Como puede deducirse de la lectura anterior, la toma de decisiones sobre la implementación de un Programa de Refresco de Tecnología (PRT) es un asunto complejo que requiere tomar en consideración múltiples factores de carácter tanto técnico como económico para estimar la ganancia o mejora global que se puede obtener con ello, cuestión de extrema importancia en épocas de escasez presupuestaria.

Si bien puede resultar evidente la conveniencia de afrontar un determinado PRT por sus positivas aportaciones a las capacidades y prestaciones de un sistema, esta decisión podría reforzarse o resultar, en cambio, inapropiada por el impacto positivo o

negativo que dicho PRT podría tener en el coste del ciclo de vida, o por su propio coste de implementación.

Los plazos de ejecución de un PRT y su índice de Invasividad sobre el resto del conjunto de sistemas podrían, también, traducirse en costos adicionales a tener en cuenta en la decisión final.

Es por ello que cada Actividad de Refresco de Tecnología, por atractiva y necesaria que parezca para mantener la efectividad del sistema, debe ser detalladamente analizada y comparada a fin de determinar aquella más conveniente tanto desde la perspectiva técnica, como desde la económica. La metodología aquí expuesta ofrece una vía para facilitar la toma de decisiones a este respecto. ■

Bibliografía

- Haines, L., *Technology Refreshment within DoD. Information Technology*, March- April 2001, pp. 22-27.
- Herald, T., *Technology Refreshment Strategy and Plan for Application in Military Systems-A "How-To Systems Development Process" and Linkage with CAIV*. IEEE 2000, pp. 729-736.
- Neubert, C., K.Brockel, A. Follansbee, F. Doma-Nich. *Modernization through Spares to Continuous Technology Refreshment: the Momentum Continues*. Logistics Spectrum, July-September 2000, pp. 20-23.
- Ritschard, M., *Technology Replacement & Avoiding Obsolescence; is it Possible? Association for Computing Machinery*, 1998, I-58113-066-6/98/0010.
- J. Romero, A. Sols. *Nuevas estrategias en el apoyo al ciclo de vida de los buques militares*. Ingeniería Naval, Marzo 2011, pp. 85-89.
- Sandborn, P., *Optimum Technology Insertion into Systems Based on the Assessment of Viability*. IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies, Vol. 26, No. 4, pp. 734-738, December 2003.
- A. Sols, I. Fernández, A. Molero., *El diseño de sistemas y los programas de refresco de tecnología*. Anales de mecánica y electricidad, Mayo-Junio 2010, pp. 2-5.
- Verma, D., G. Plunket., *Systems Engineering and Supportability Analysis: Technology Refreshment for COTS-Intensive Systems*. Proceedings INCOSE 2000.

