

APLICACIÓN DE PANELES DE CONTROL DINÁMICOS Y *BUSINESS INTELLIGENCE* SOBRE DATOS EN LA ARMADA

Luis PÉREZ MARTÍNEZ
Ingeniero de Desarrollo

Francisco LAMAS LÓPEZ



(Ing.)

Introducción



A Armada dispone de más de tres *terabytes* de datos de plataforma naval de 30 buques diferentes (1) que solamente son utilizados para el mantenimiento predictivo y corresponden únicamente al comportamiento mecánico de los diferentes sistemas recogidos por el Sistema Integrado de Control de Plataforma (SICP) (2). Para la revisión diaria de estos datos, los analistas del Centro de Supervisión y Análisis de Datos de la Armada (CESADAR) deben revisar por cada barco una a una las más de 5.000 variables disponibles.

En los últimos años, las técnicas de análisis computacional (como la inteligencia artificial o las reglas expertas) así como el *Business Intelligence* (BI) están en auge como forma de aprovechar todo el potencial de los datos disponibles con el objetivo de aportar conocimiento al usuario en aras de tomar decisiones humanas de forma más sencilla (3). Una de las estrategias

(1) LAMAS LÓPEZ, F.: «Implementación de un sistema inteligente de clasificación de eventos mecánicos en buques de guerra», SYMDEX 2019, Madrid.

(2) LAMAS LÓPEZ, F.: «Evolución del apoyo logístico en la Armada mediante la Industria 4.0», CAEPIA, n.º 1.350, pp. 1-6, 2018.

(3) DEDIC, Nedim; STANIER, Clare: «Measuring the Success of Changes to Existing Business Intelligence Solutions to Improve Business Intelligence Reporting», vol. 268. *Springer International Publishing*, 2016, pp. 225-236.

utilizadas en el BI son los paneles de control dinámicos (4) (5), que son una representación gráfica de las principales métricas que intervienen en la realización de objetivos, cuyo último fin es transformar los datos en información útil (6). Con este fin se propone aplicar las técnicas de BI a los datos mecánicos de que dispone la Armada. El objetivo último es crear paneles con información transformada a partir de los datos crudos que sea de interés para el usuario.

Particularizando a datos disponibles en CESADAR, actualmente se pueden aplicar tres diferentes clases de usos dentro del contexto de Industria 4.0 en la Armada. El primero aplicable ayudará a los analistas en la visualización diaria de los datos, siendo los paneles de control dinámicos un complemento a los programas existentes de mantenimiento predictivo (p. e.: en forma de Widgets que den la información necesaria en cada momento). Cada analista tendrá la capacidad de crear a medida su panel de control. De esta manera, tendrán en la pantalla principal los gráficos y datos que visualizan diariamente para comprobar el estado de los buques. Además, tendrán la opción de crear nuevas medidas y gráficas a partir de los datos recogidos, opción que en los programas actuales no existe.

El segundo será para el uso de los mandos de la Armada. Se crearán paneles de control de toda la Flota o de las flotillas, dejando a disposición de los mandos la información disponible y actualizada del estado operativo y mecánico de los barcos. Estos paneles contendrán únicamente los datos más relevantes para su análisis y bajo un amplio margen de tiempo. Con su visualización, los mandos y responsables de la Armada tendrán a su disposición otra herramienta más que les ayudará en la toma de decisiones humanas no automatizadas, con la información más actualizada y relevante.

Y por último, el tercer uso aplicable será para las dotaciones de los barcos, dándoles la capacidad de acceder al histórico de los datos y cada dotación solo tendrá acceso a los recogidos por su propio buque. Con este objetivo se crearán cubos de datos OLAP, que consisten en una base de datos multidimensional, en la cual el almacenamiento físico de estos se realiza en un vector multidimensional; se pueden considerar como una ampliación reducida de las dos dimensiones de una hoja de cálculo (7). Este cubo OLAP se pondrá a disposición de la dotación con el propósito de la creación de paneles de control

(4) Captio, «Captio», 13 de abril de 2017, disponible en <https://www.captio.net/blog/inteligencia-empresarial-la-transformacion-de-los-datos-en-decisiones-optimas>.

(5) Socialmood, «40defiebre», 2019, disponible en <https://www.40defiebre.com/ques-es/dashboard>.

(6) Signaturit, 2018, disponible en <https://blog.signaturit.com/es/que-es-business-intelligence-bi-y-que-herramientas-existen>.

(7) Codd, E. F.: *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*, vol. 13, 1995, pp. 377-387.

personalizados por cada servicio, y cada área podrá hacerlo según sus necesidades y requerimientos. De esta manera no solo tendrán la capacidad de acceder a los históricos, sino también visualizar en tiempo real todos los datos recogidos.

El *Business Intelligence* en general, es aplicable pues a cualquier tipo de datos y es posible desarrollarlo sobre multitud de herramientas (propietarias y OpenSource) disponibles.

En este estudio se va a detallar el proceso de creación de un panel de control para los ejemplos ya mencionados, haciendo hincapié en la funcionalidad de las unidades. Para llevar a cabo esta implementación se usa el *software* de visualización Microsoft Power BI y los datos mecánicos de un buque de la Armada.

Esta es una aproximación de las múltiples técnicas opciones disponibles dentro de las técnicas de BI, particularizando para unos ejemplos en concreto de mantenimiento predictivo. Podría generalizarse el uso de paneles de control para crear conocimiento y particularizarlo según la persona usuaria del panel (dashboards que puedan estar disponibles en los despachos de los usuarios, sobre datos de interés para cada trabajador). Lo importante es que los datos brutos, sobre la cuestión objeto de un panel, sean accesibles por el SW de BI que vaya a utilizarse. Estos paneles de control pueden realizarse sobre distintas herramientas de las disponibles en el mercado, según los objetivos del científico de datos, como por ejemplo: PowerBI (Microsoft), Cognos (IBM), KNOWAGE, JasperSoft, Reveal, etcétera.

Obtención y procesamiento de los datos

Una parte principal en la creación de paneles son los datos, que deben ser de calidad. Para la creación de estadísticas y gráficos. Si utilizamos datos corruptos o equivocados se visualizarán tendencias erróneas. Por lo tanto, la integridad de los datos es imprescindible y hay que mantener y asegurar su exactitud y consistencia a través de todo su ciclo (8). Esto es un aspecto crítico en el diseño, implementación y uso de sistemas de almacenamiento, procesamiento y recepción de datos (9).

Para la realización de esta prueba de concepto sobre PowerBI de Microsoft, tomamos los datos recogidos por el CESADAR y almacenados en la base de datos de SICP. La base de datos utilizada es una InterSystem Iris, que es

(8) ALEGA, L.: «Diccionario de informática y tecnología», 6 de julio de 2016, disponible en http://www.alega.com.ar/Dic/integridad_de_datos.php (acceso 5 de abril de 2019).

(9) Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante, Bases de Datos 1, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, 2016.

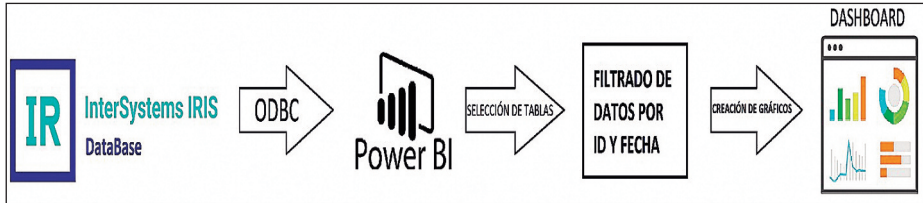


Figura 1. Esquema de conexión desde la obtención del dato hasta la visualización.

una base relacional basada en consultas SQL (*Structured Query Language*) y que se utiliza en el CESADAR como una evolución de la usada por el SICP a bordo de los barcos, InterSystem Cache 2009. La principal diferencia es la forma en que están estructurados los datos y la posibilidad de extraerlos con programas de terceros (10).

La conexión a la base de datos Iris donde se registran los datos SICP en CESADAR, con terceros programas se puede realizar de diferentes maneras mediante la conexión con Apache Spark o con un conector ODBC, que es la utilizada en este estudio (figura 1). El conector Open DataBase Connectivity (ODBC) es un estándar de acceso a las bases de datos (11) que hay que configurar mediante las herramientas administrativas de Windows y con la información de la base de datos, con la dirección IP y las credenciales de acceso (12).

Cuando está configurada la conexión ODBC, se utiliza como software de visualización Microsoft Power BI; siendo una herramienta de Business Intelligence (BI), permite analizar e interactuar con una cantidad masiva de datos dentro de Microsoft Excel (13). También facilita la obtención de información del valor de los datos, trabajando desde Excel en el análisis y la visualización de forma autónoma (14). Para la parte de visualización a parte de la aplicación de Microsoft hay multitud de opciones de código libre, como Knowage o Pentaho BI.

(10) PÉREZ MARTÍNEZ, L., y LABORDA NICOLÁS, R. «Análisis de desarrollo de sistemas de auscultación mecánica», CESADAR, Cartagena, 2019.

(11) Easysoft «Linux/UNIX ODBC», disponible en https://www.easysoft.com/developer/interfaces/odbc/linux.html#odbc_versions (acceso 5 de abril de 2019).

(12) InterSystems «ODBC and InterSystems Databases», disponible en https://irisdocs.intersystems.com/irislatest/csp/docbook/DocBook.UI.Page.cls?KEY=AFL_odbc (acceso 1 de abril de 2019).

(13) Microsoft, «¿Qué es Power BI?», disponible en <https://powerbi.microsoft.com/es-es/> (acceso 5 de abril de 2019).

(14) Softeng, «La nueva herramienta de Office 365 para trabajar con tus datos: Power BI», 4 de octubre de 2013, disponible en <https://www.softeng.es/es-es/blog/power-bi-la-nueva-herramienta-de-office-365-para-trabajar-con-datos-masivos.html> (acceso 5 de abril de 2019).

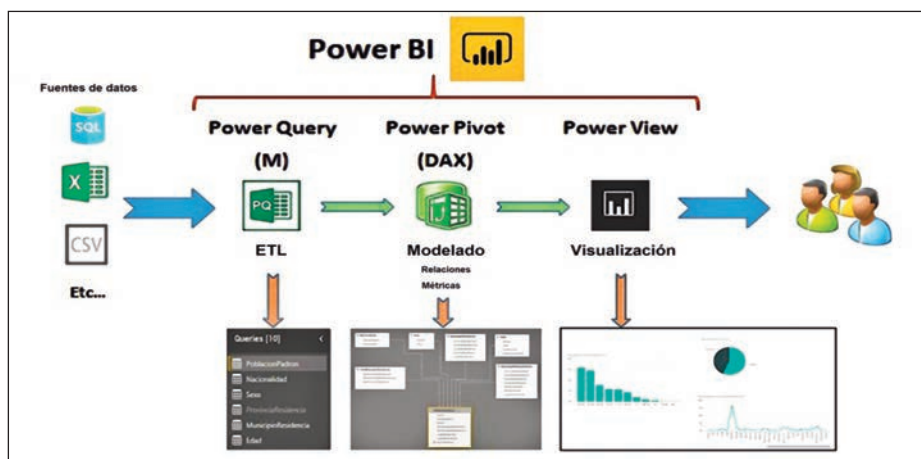


Figura 2. Esquema de las herramientas disponibles en Power BI en las diferentes etapas de la creación de un panel de control.

Una vez que se han descargado los datos en el programa Microsoft Power BI mediante el conector ODBC, hay que hacer un procesamiento de los mismos para adaptarlos a la visualización requerida. Esta prueba consistió únicamente en un filtrado temporal. El objetivo fue visualizar una semana de datos para evitar trabajar con demasiadas cantidades. Esta selección temporal se realiza mediante lenguaje M, que es el idioma de programación con el que trabaja el editor de consultas Microsoft Power Query (figura 2) (15). Además, es un lenguaje de programación muy usado en los procesos ETL (Extracción-Transformación-Carga) de los datos (16). La figura 2 muestra las diferentes etapas de la creación de un panel de control usando Microsoft Power BI.

Una vez que los datos ya están seleccionados por fecha, se restringen las variables en una fecha determinada. Se tiene que realizar la relación entre las tablas previamente exportadas para su correcta visualización y relacionar la que contiene los nombres de las variables y su ID con la que incluye los datos recogidos (figura 3). Esta relación es necesaria para poder reali-

(15) Aglaia, «¿Qué es el lenguaje M?», 27 de septiembre de 2018, disponible en <https://aglaia.es/blog/lenguaje-m/> (acceso 25 de marzo de 2019).

(16) Imblanco, «Introducción a Power BI y Power Query (lenguaje M) en entorno demográfico. Utilización como herramienta ETL en el desarrollo de un modelo de datos poblacional», 2017 julio 2017, disponible en <https://geeks.ms/lmblanco/2017/07/24/introduccion-a-power-bi-y-power-query-lenguaje-m-en-entorno-demografico-utilizacion-como-herramienta-etl-en-el-desarrollo-de-un-modelo-de-datos-poblacional/> (acceso 28 de marzo de 2019).

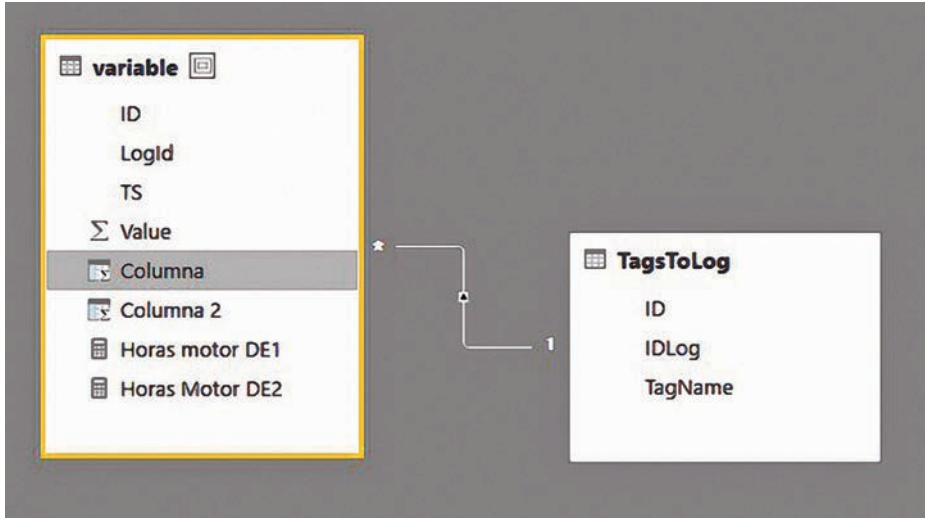


Figura 3. Relación entre las tablas creadas para el filtrado por variable.

zar el filtrado por el nombre de las variables y por lo tanto para la creación de los cubos OLAP, para lo cual se aplica un filtrado, con lenguaje M, por nombre de la variable e ID. Para el filtrado por ID es necesario disponer de la documentación de cada barco para hacer la restricción por sistema de cada uno.

Creación de gráficas y variables auxiliares

Una vez que se ha terminado la ingesta y el procesamiento de los datos, estos ya están preparados para su visualización. Para la creación de los gráficos se utiliza Power BI, desde gráficas de áreas hasta diagrama de flujo (17). Antes de esto es muy importante conocer los datos a visualizar, ya que según el tipo se pueden utilizar distintas gráficas para mostrar la máxima información posible. Además, es muy relevante saber el destinatario del dashboard, para adaptarlo a su necesidad de conocer. Por ejemplo, para la comparativa de la evolución entre dos variables, el más apropiado es el de área, como el mostrado en la figura 4.

(17) Microsoft, «Tipos de visualización en Power BI», 21 febrero 2019, disponible en <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/visuals/power-bi-visualization-types-for-reports-and-q-and-a> (acceso 1 de abril de 2019).

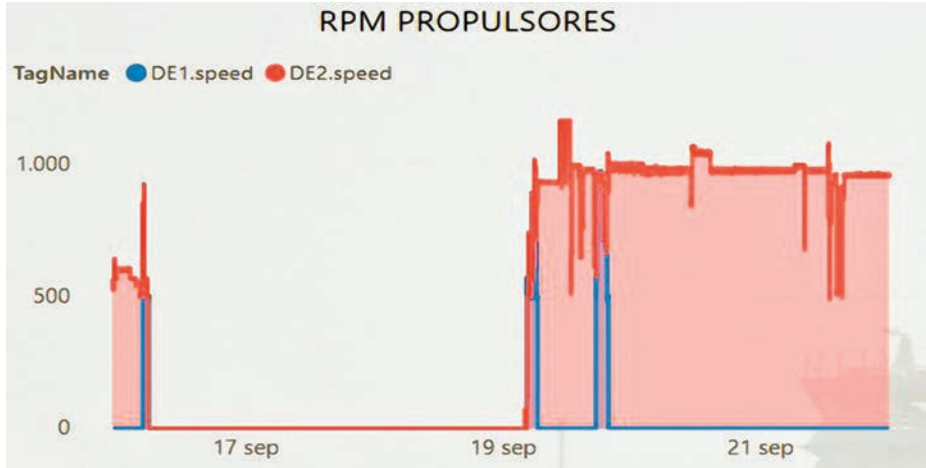


Figura 4. Gráfico comparativo de las RPM de los motores propulsores del BAM *Relámpago*.

Para la correcta visualización de las gráficas es necesario filtrarlas por ID, es decir, por cada parámetro del motor. Esto se realiza mediante la propia herramienta. Una vez seleccionada la gráfica se configuran los datos que se visualizarán en cada eje. Además, también es posible configurar los filtros de todas las variables disponibles y modificar el aspecto visual de la gráfica según las necesidades del usuario.

También se pueden crear variables auxiliares para poder graficar datos que no han sido registrados por defecto y surgen como cálculo derivado de variables registradas. Con ellas el panel de control no solo mostrará datos procesados, sino también tendencias y porcentajes calculados a partir de ellos. Este tipo de cálculos nos permiten tener una flexibilidad total y poder adaptar el panel de control según las necesidades de cada usuario, mostrando información que solo con los datos crudos no se observaría. Un ejemplo de las variables auxiliares se puede ver en la figura 5.

Para la visualización de los porcentajes de los motores ha sido necesaria la creación de una variable auxiliar por cada uno. Esta es de tipo booleano y su valor es 1 si el motor estaba encendido en ese instante de tiempo, y 0 si esta-

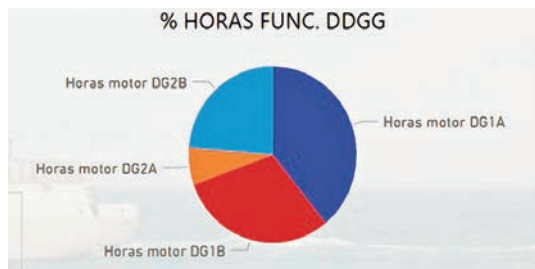


Figura 5. Gráfico con los porcentajes de la utilización de los motores diésel generadores del BAM *Relámpago*.



Figura 6. Control para la selección temporal dinámica en el propio panel de control.

ba apagado, lo que se comprueba mediante la variable de las revoluciones por minuto (RPM) y, en caso de que se mayor que el valor de ralentí, se considera que el motor estaba encendido.

Otra opción relevante en el panel de control es la segmentación dinámica de los datos, una característica que permite que los gráficos se adapten en tiempo real al rango de las variables seleccionadas (18) y que es la más rele-

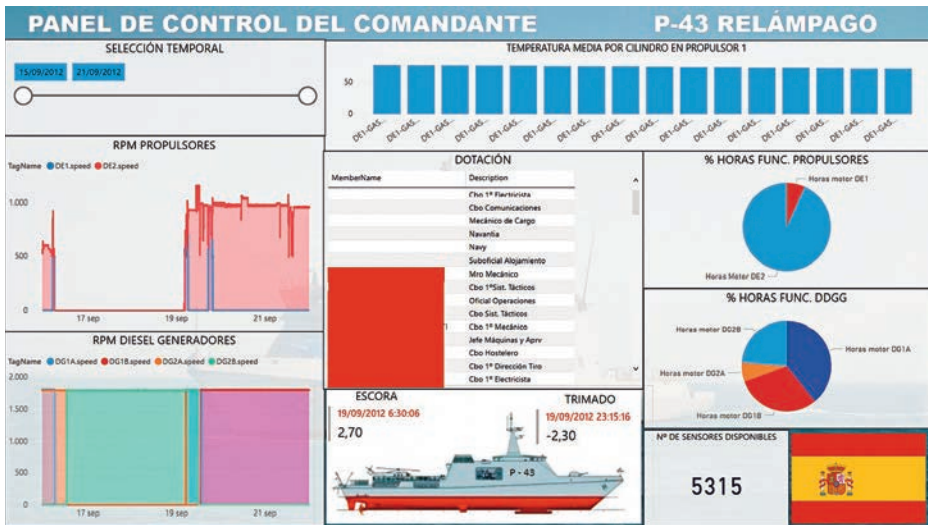


Figura 7. Propuesta de panel de control dinámico para el comandante de un buque de la Armada.

(18) Microsoft, «Segmentaciones de datos en Power BI», 25 octubre 2018, disponible en <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/visuals/power-bi-visualization-slicers> (acceso 17 de marzo de 2019).

vante de Power BI, ya que le da al usuario la opción de adaptar la gráficas visualizadas de forma dinámica. El ejemplo que mejor explica la selección dinámica es la selección temporal mediante un selector que se añade en el propio panel de control y permite modificar el rango de tiempo en el cual los gráficos muestran datos (figura 6).

Resultados obtenidos

En el diseño final propuesto de los paneles de control, se han utilizado como referencias líneas de diseño del programa de visualización de gráficos CESADAR y el máximo número posible de tipos de gráficos para demostrar la capacidad de las técnicas de BI en el análisis de los datos.

Se han desarrollado dos propuestas de paneles de control para el análisis y el estudio de los sistemas dinámicos de los buques. El primero tiene acceso a todas las variables disponibles, es decir, a todos los datos de barco, donde se ha realizado una selección temporal, y ha sido diseñado para el comandante del buque. Tiene información de todos los sistemas relevantes, así como gráficas de las revoluciones por minuto y la utilización de cada uno de los motores. En él se muestran la escora, el trimado máximo de las últimas 24 horas y la tabla con la dotación y el responsable de cada sistema, oculto por seguridad (figura 7).

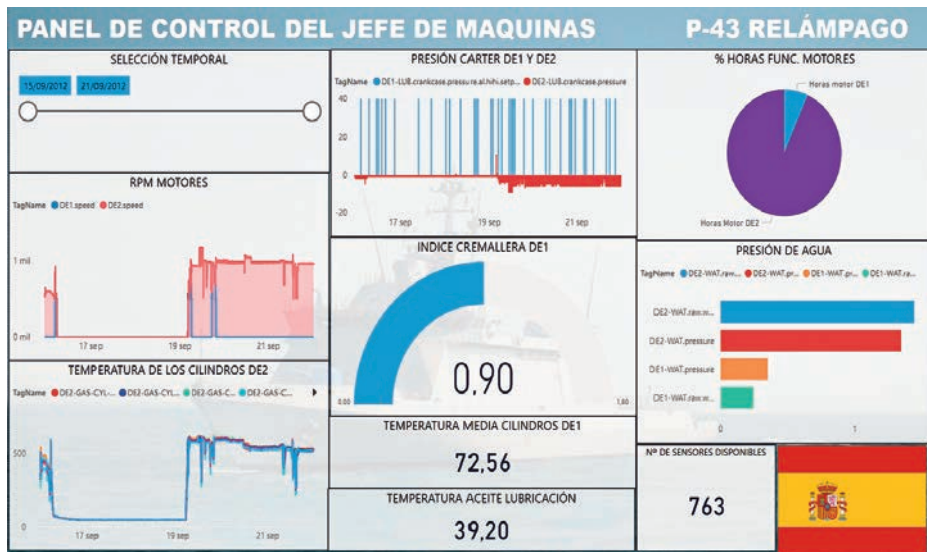


Figura 8. Propuesta de panel de control dinámico para el jefe de máquinas de un buque de la Armada.

La segunda propuesta de panel de control es para el jefe de máquinas del buque, donde se ha utilizado el método de los cubos de datos OLAP. Es decir, solo accede a una pequeña parte de las variables disponibles, en este caso a las de los motores propulsores. Tiene la información relevante de los dos motores, así como un gráfico de las revoluciones por minuto, la temperatura de los cilindros, evolución de la presión en el cárter, índice de cremallera, presión del agua y, por último, el porcentaje de utilización de cada motor. Este panel tiene datos más técnicos y especializados. El detalle de estos y la complejidad de las gráficas mostradas se pueden ajustar según el destinatario.

En todos los paneles de control creados con la herramienta Microsoft Power BI, los gráficos se comportan como objetos visuales (19), todos interactúan entre sí; si se selecciona una variable, un gráfico automáticamente se resalta en todos los demás para que de esta forma se aplique el filtro a todo el panel de control (20). Esto es una característica muy útil, sobre todo cuando se trabaja con muchas variables, ya que permite al operador ver solo la información relevante.

Conclusiones y perspectivas

El análisis realizado muestra las capacidades de los paneles de control dinámicos aplicados en la Armada sobre ofrecer información al usuario (humano) utilizando datos que estén disponibles (tanto en BBDD internas como externas). Con esta prueba de concepto se demuestra cómo se pueden crear los paneles de control con los datos existentes en la Armada y mediante la segmentación de datos en tres casos en particular. En el primer caso propuesto, supone un soporte para el análisis del mantenimiento predictivo, ya que dota al analista de la capacidad de crear a medida el panel de control con las gráficas de los sistemas que se utilizan para verificar el estado de todos los buques (en el caso ejemplo expuesto).

Además, le permite al usuario la creación y visualización de variables auxiliares (no registradas directamente por el SICP) para el análisis de sus registros y tendencias estadísticas con más facilidad. En el segundo caso, supone una herramienta de apoyo en la toma de decisiones en los mandos de la Armada. Esto es de bastante utilidad, ya que es capaz de mostrar a los mandos la información relevante en tiempo real.

(19) Microsoft, «Cambiar cómo interactúan los objetos visuales en un informe de Power BI», 11 febrero 2019, disponible en <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/service-reports-visual-interactions> (acceso 27 de marzo de 2019).

(20) Microsoft, «Selección múltiple de elementos de datos en objetos visuales con Power BI Desktop», 28 noviembre 2018 disponible en <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/desktop-multi-select> (acceso 30 de marzo de 2019).

Y por último, como herramienta complementaria para las dotaciones, se puede dar acceso a los históricos, aunque únicamente a los datos de su propio barco o unidad mediante la segmentación de estos con cubos OLAP.

En conclusión, los tres usos explicados de paneles de control son un apoyo en la toma de decisiones, utilizadas como una herramienta complementaria para que siempre estén basadas en la información correcta y más actualizada.

Para el objetivo de este estudio únicamente se ha hecho una aproximación con una de las múltiples técnicas disponibles dentro del BI y de la Industria 4.0, pudiendo de esta forma ampliar el conocimiento, particularizando según las necesidades de la Armada y de la necesidad de conocer.

Agradecimientos

Este estudio se ha realizado en el marco de las prácticas en el CESADAR dentro del convenio de colaboración entre el Arsenal de Cartagena y la Universidad Politécnica de Cartagena. Los autores quieren dar las gracias al CESADAR por su colaboración y al personal de Indra y de la Universidad Politécnica destinado en el CESADAR por su apoyo técnico.



El *Patíño* y la *Blas de Lezo* durante su integración en la SNMG-2.
(Foto: Luis Suárez-Bárcena Flórez).

