



MÁSTER UNIVERSITARIO EN LOGÍSTICA Y GESTIÓN ECONÓMICA DE LA DEFENSA

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Título del TFM: Estudio de la implantación de un Sistema Integral para la gestión y el control de los equipos a presión de buceo que dispone la Armada.

Trabajo fin de Máster. Curso académico: 2022-2023

APELLIDOS Y NOMBRE: RODRIGUEZ BERNAL, Rafael

CONVOCATORIA: Junio.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sinceramente a mis compañeros destinados en el Centro de Buceo de la Armada, que día a día se dedican a efectuar los mantenimientos de los equipos de buceo como segundo escalón de mantenimiento de material de buceo de la Armada y son los que me han proporcionado datos para efectuar este trabajo.

También quiero agradecer al personal de la OCEPIT por haberme proporcionado información sobre las certificaciones del material de buceo, así como de los equipos/sistemas involucrados en la actividad de buceo de la Armada.

También agradecer profundamente a mi tutor del TFM de la UCM D. Teodosio Pérez Amaral, por su esfuerzo y ayuda, sin los cuales no podría haber elaborado correctamente este TFM.

Y por último y no menos importante, agradecer a mi familia por el apoyo que me han proporcionado durante el desarrollo de la E2T LOG y ha sido una ayuda fundamental para que este curso y TFM hayan llegado “a buen puerto”.

RESUMEN

En este Trabajo Fin de Máster (TFM) pretendo efectuar un estudio sobre la implantación de un sistema integrado para la gestión y el control de los equipos a presión que dispone la Armada.

La Armada dispone de equipos que trabajan a presión en diferentes unidades para el cumplimiento de las misiones.

Estos equipos están sometidos a una legislación específica y necesitan llevar un control muy estricto en lo que se refiere su sostenimiento e inspecciones establecidas, ya que cualquier fallo en un equipo de estas características, podría producir un accidente fatal.

La gestión del material de buceo y su mantenimiento, ha estado centralizado tradicionalmente en el Centro de Buceo de la Armada (CBA), situado en la ciudad de Cartagena (Murcia).

Dicho centro, está dotado de unos talleres de mantenimiento con capacidad de efectuar los trabajos de sostenimiento de los equipos de buceo, siendo actualmente el segundo escalón de mantenimiento del material de buceo de la Armada.

El mantenimiento por escalones permite que el usuario efectúe mantenimientos básicos de primer escalón y el CBA efectúe mantenimientos de segundo escalón, al ser un centro más especializado para tal fin.

Además, el CBA dispone de un centro de recarga de gases en el que se elaboran mezclas para los distintos equipos de buceo. Esto es importante ya que estas mezclas permiten operar a los buceadores/buzos a diferentes profundidades.

Para ello estudiaré y analizaré los procesos de trabajo actuales, con sus debilidades y fortalezas e identificaré las amenazas y oportunidades para poder mejorar dichos procesos que permita al CBA, ser más eficaces y eficientes en la labor del sostenimiento del material de buceo.

Pretendo demostrar que la implantación de un sistema de gestión integral permitiría el objetivo deseado en este trabajo, mejorando el redimiendo de los procesos actuales.

Actualmente, la falta de automatización del proceso de registro de los trabajos realizados en el mantenimiento de todos los equipos a presión en la Armada afecta a la búsqueda de historiales, archivo de resultados y la emisión tanto de certificados como de informes periódicos.

Palabras clave:

Equipos a presión, Reglamento de equipos a presión, Recipientes a presión, Procesos de trabajo, Verificación, Equipos de buceo, Cámara hiperbárica, Centro de Buceo de la Armada, Centro de inspección periódica, Laboratorio de gases, certificación.

ABSTRACT

In this Master's Thesis (TFM), I aim to carry out a study on the implementation of an integrated system for the management and control of pressure equipment available to the Navy.

The Navy has pressure equipment in various units to fulfill its missions.

These equipment are subject to specific legislation and require strict control regarding their maintenance and established inspections, as any failure in such equipment could lead to a fatal accident.

Traditionally, the management and maintenance of diving equipment has been centralized in the Navy Diving Center (CBA), located in the city of Cartagena (Murcia).

This center has maintenance workshops capable of performing maintenance work on diving equipment, currently being the second level of maintenance for Navy diving equipment.

The maintenance by levels allows the user to perform basic first-level maintenance, and the CBA to perform second-level maintenance, being a more specialized center for this purpose.

Additionally, the CBA has a gas filling center where mixtures for different diving equipment are prepared. This is important because these mixtures allow divers to operate at different depths.

To achieve this, I will study and analyze current work processes, identify their strengths and weaknesses, and identify threats and opportunities to improve these processes to allow the CBA to be more effective and efficient in the maintenance of diving equipment.

I aim to demonstrate that the implementation of an integral management system would allow for the desired objective in this work, improving the performance of current processes.

Currently, the lack of automation in the registration process of work done in the maintenance of all pressure equipment in the Navy affects the search for histories, results filing, and the issuance of both certificates and periodic reports.

Keywords:

Pressure equipment, Regulation of pressure equipment, Pressure vessels, Work processes, Verification, Diving equipment, Hyperbaric chamber, Navy Diving Center, Periodic inspection center, Gas laboratory, certification.

ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	4
INDICE DE FIGURAS	9
Lista de abreviaturas, siglas y acrónimos	11
1. INTRODUCCIÓN.	14
2. HIPOTESIS DE PARTIDA.	15
3. ANTECEDENTES	15
4. OBJETIVOS	17
5. ¿QUÉ ES UN SISTEMA INTEGRAL PARA GESTIÓN?	18
5.1 NORMA ISO 9001	18
5.2 LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL Y LAS NORMAS ISO 14000.	20
6. BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL.	21
7. AMBITO DE APLICACIÓN.	22
8. EQUIPOS A PRESION UTILIZADOS EN LA ARMADA.	23
8.1 BOTELLAS DE BUCEO	23
8.2 MANGUERAS Y LATIGUILLOS	26
8.3 REGULADORES (1ª Y 2ª ETAPAS)	28
8.4 CÁMARAS HIPERBÁRICAS	30
9. TIPOS DE MANTENIMIENTO IMPLANTADOS EN EL CBA.	33
9.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	34
9.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	34

9.3	MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	34
9.4	ESCALONES DE MANTENIMIENTO.....	35
9.4.1	Primer escalón.....	35
9.4.2	Segundo escalón.....	35
9.4.3	Tercer escalón.	36
9.4.4	Cuarto escalón.....	36
9.5	INSPECCIONES PERIODICAS DE EQUIPOS A PRESIÓN.	37
9.6	INSPECCIÓN DE BOTELLAS.	40
9.6.1	Inspección visual.	40
9.6.2	Inspección periódica.....	40
10.	<i>MEDIOS DISPONIBLES PARA LA INSPECCION DE BOTELLAS EN LA ARMADA....</i>	41
11.	<i>ÓRGANO CERTIFICADOR EN LA ARMADA.</i>	42
12.	<i>FORMACIÓN DE LOS MANTENEDORES.</i>	44
13.	<i>GESTION ACTUAL DEL MANTENIMIENTO DE SEGUNDO ESCALÓN.</i>	45
14.	<i>VOLUMEN DE TRABAJO LABORATORIO Y RECARGA DE GASES.</i>	47
14.1	RECARGA DE GASES.	48
14.1.1	Solicitud de carga de gases y mezclas respirables.	50
14.1.2	Recepción de botellas en el CBA.	51
14.1.3	Carga de botellas.....	52
14.1.4	Análisis de las mezclas respirables de las botellas.....	53
15.	<i>GESTION DE PROCESOS EN LA ARMADA.</i>	54
16.	<i>GALIA.....</i>	56

17.	CONFIGURACION EQUIPOS/SISTEMAS EN GALIA.	59
18.	METODOLOGIA ANALISIS DE LA INFORMACION.	60
19.	NECESIDAD DE UN SISTEMA DE GESTION INTEGRAL PARA EL CONTROL DE EQUIPOS A PRESION.	61
20.	PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO.	65
20.1	GESTIÓN DE USUARIOS.	66
20.2	GESTIÓN DE LOS ELEMENTOS SUJETOS A SEGUIMIENTO Y CONTROL.	66
20.3	MÓDULOS DE GESTIÓN DEL SEGUIMIENTO DE BOTELLAS.	68
20.4	CONTROL DE GASES.	69
20.5	EMISIÓN DE INFORMES Y CERTIFICADOS.	71
20.6	INFORMES GLOBALES PERIÓDICOS.	72
21.	CONCLUSIONES.	72
22.	BIBLIOGRAFIA.	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1, Estructura ISO 14001. Fuente: pagina web <a href="https://sig-
implementacion.com">https://sig- implementacion.com	21
Figura 2, Botellas de buceo	24
Figura 3, botellones de 200 y 300 litros.....	25
Figura 4. Color ojiva botellas de buceo.	25
Figura 5, Mangueras y latiguillos.	26
Figura 6, Umbilical de suministro de gases al buzo.....	27
Figura 7, Primera y segunda etapa del regulador de buceo.....	29
Figura 8, Cámara hiperbárica.	31
Figura 9, Cámara hiperbárica desplegable modula sobre contenedor de 20 pies.	32
Figura 10, Cámara hiperbárica CBA.....	32
Figura 11, Localización de las cámaras hiperbáricas de la Armada.	33
Figura 12, Unidades relacionadas con los escalones de mantenimiento.	37
Figura 13, Niveles de inspección y periodicidades. Fuente: REP.....	38
Figura 14, Flujo proceso de trabajo actual 2º escalón mantenimiento del CBA.	46
Figura 15, Mantenimientos de segundo escalón efectuados.	47
Figura 16, Proceso de trabajo recarga de gases en el CBA.	50
Figura 17, Solicitud de carga de botellas.	51
Figura 18, Numero de análisis anuales efectuados por el laboratorio del CBA.	54
Figura 19, Apoyo GALIA a la Armada.	56

Figura 20, Ficha de personal entrevistado.	61
Figura 21, DAFO	66
Figura 22, Sistema lector código QR.....	67
<i>Figura 23, Procesos del laboratorio de gases.....</i>	<i>69</i>
Figura 24, Control de gasto de gases.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.

AAP	Allied Administrative Publication.
ADQUI	Subdirección General de Adquisiciones de la DGAM.
ALFLOT	Almirante de la Flota.
AJAL	Almirante Jefe de Apoyo Logístico de la Armada.
BOD	Boletín Oficial de Defensa.
BMP	Business Process Management-Gestión de procesos de negocio.
BSR	Buque de Salvamento y Rescate
CBA	Centro de Buceo de la Armada.
CIV	Centro de inspección visual.
CIP	Centro de inspección periódica.
EMB	Escuela Militar de Buceo.
EIC	Equipo de inspección y certificación.
OCEPIT	Organismo de control de equipos a presión e instalaciones técnicas de la Armada.
CCV	Coste del Ciclo de Vida.
CESTIC	Centro de Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
CIS	Sistemas de Información y Telecomunicaciones (Communication and Information Systems).
COTS	Commercially available Off-The-Shelf, productos listos para usar.
DDR	Documento de Requisitos.
DDV	Documento de Viabilidad.
DGAM	Dirección General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa de España.
DICESTIC	Director del CESTIC.
DIGAM	Director General de Armamento y Material.
DIGENIN	Dirección General de Infraestructura.
DNO	Documento de Necesidad Operativa.
DNF	Documento de Necesidad Funcional.
EDP	Especificaciones de Producto.
EMAD	Estado Mayor de la Defensa del Ministerio de Defensa de España.
EPI	Equipo de Protección Individual.
FAS	Fuerzas Armadas.
FGNE	Fuerza de Guerra Naval Especial
FMS	Foreign Military Sales.
GALIA	Gestión del Apoyo Integrado en la Armada.

INREID	Subdirección General de Inspección, Regulación y Estrategia Industrial
ISDEFE	Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España, S. A.
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación.
JEMACON	Jefe del Estado Mayor Conjunto de la Defensa.
JEMAD	Jefe de Estado Mayor de la Defensa del Ministerio de Defensa de España.
LCC	Life Cycle Cost.
LCDS	Ley 24/2011, de 1 de agosto, de contratos del sector público en los ámbitos de la defensa y de la seguridad.
LCSP	Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
LODN	Ley Orgánica 5/2005, de 17 de noviembre, de la Defensa Nacional.
MINISDEF	Ministerio de Defensa de España.
MoU	Memorandum of Understanding, Memorando de entendimiento.
NME	Normas Militares Españolas.
NSPA	NATO Support and Procurement Agency, Agencia de Apoyo y Contratación de la OTAN.
OEM	Objetivo de Estado Mayor.
OHB	Oxigenoterapia Hiperbarica.
OOD	Otros Objetivos del Departamento.
ORM	Objetivo del Recurso Material.
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte.
RAE	Real Academia Española.
REM	Documento de Requisitos de Estado Mayor.
REP	Reglamento de equipos a Presión.
RR.HH.	Recursos Humanos.
SDG	Subdirección General.
SEDEF	Secretario de Estado para la Defensa.
SIDAE	Sistema Informático de Dirección y Administración Económica.
SIG	Sistema Integrado de Gestión.
SIMENDEF	Sistema de Mensajería del Ministerio de Defensa.
SOI	System of Interest. Sistema de Interés.
STANAG	NATO Standard Agreement, Acuerdo de Estandarización en la OTAN.

TD	Transformación Digital.
TDA	Transformación Digital de la Armada.
ToR	Terms of Reference, Términos de referencia.
TRLCSP	Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
UBMCM	Unidad de Buceadores de Medida Contraminas.
UME	Unidad Militar de Emergencias.
UCO	Unidad, Centro u Organismo.
UUBB	Unidades de buceo.

1. INTRODUCCIÓN.

Los equipos de buceo autónomo y los elementos a presión de las instalaciones hiperbáricas que forman parte de los complejos hiperbáricos de la Armada requieren un seguimiento específico e individualizado que garantice su seguridad.

“El proceso de inspección conlleva, en base a los datos de fabricación de los elementos que forman parte de los equipos de presión, un registro periódico de los resultados de las comprobaciones técnicas necesarias para su verificación.” (AJAL, 2010).

La Instrucción Permanente de Sostentamiento 003/2017 de 22 de diciembre del Almirante jefe del Apoyo Logístico (AJAL), sobre la organización de los Centros de Inspección Periódica (CIP) y Centros de Inspección Visual (CIV), establece la organización y cometidos asignados.

Es importante mencionar el CIP/CIV del Centro de buceo de la Armada (CBA), ya que es el centro donde se inspeccionan y se efectúa el mantenimiento de todos los recipientes de gases que forman parte de los equipos de buceo de la Armada.

Los Arsenales¹ disponen de un CIP (dentro de la estructura orgánica de los Arsenales) para efectuar mantenimiento a otros recipientes de presión, pero no destinados al material de buceo, por lo que, en la Armada, solo se cuenta con el CIP del CBA para efectuar esta tarea al material de buceo.

Este CIP/CIV tiene la peculiaridad que se integra en la propia organización del CBA, actuando como centro acreditado para efectuar mantenimientos en las botellas de equipos respiratorios autónomos, conforme lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria nº5 del Reglamento de Equipos a Presión (REP).

Asimismo, el CIP del CBA puede apoyar al CIP del Arsenal de Cartagena en caso necesario, conforme la instrucción Permanente de Organización 0326/2012 del ALFLOT, sobre la organización del CBA.

¹ Arsenal de Ferrol, Cartagena, Cádiz y Las Palmas.

Fuera del ámbito militar, hay estamentos que también trabajan y utilizan estos equipos a presión y se rigen por la normativa establecida el Reglamento de Equipos a Presión (REP). (no son objeto de este trabajo).

2. HIPOTESIS DE PARTIDA.

Los procesos de recarga de botellas, mantenimiento de segundo escalón de botellas, reguladores, reductoras y el control de gases especiales (fabricación, consumos, reservas), así como los análisis de gases, están ligados a los de inspección, debido al uso compartido de los datos necesarios para su seguimiento (fabricación, procedencia, equipo, fechas, gas contenido). Estos datos deben conservarse por un periodo mínimo de 5 años en la unidad.

No disponer de una base de datos que registre la información generada en tiempo real (resultados de inspecciones, cargas, análisis) y el historial acumulado por los elementos críticos en la seguridad de instalaciones y buceadores, dificulta la generación de informes globales.

¿Mejoraría la gestión de los actuales procesos de trabajo en el sostenimiento y certificación de los equipos a presión con la implantación de un sistema de gestión integral? ¿Sería más eficaz y eficiente este sistema de gestión?.

Estas son las preguntas que, mediante un estudio analítico de los datos sobre estos procesos durante los últimos años, intentare demostrar que supondrá una mejor gestión de estos procesos y permitir la trazabilidad del dinero que se necesita en la Armada para efectuar estos mantenimientos.

3. ANTECEDENTES.

En la Armada, el mantenimiento y sostenimiento de los equipos de buceo, los cuales pueden ser utilizados en las unidades, es responsabilidad del CBA. Para ello, el CBA dispone de unos talleres destinados a este fin.

La complejidad tecnológica, la diversidad del material de buceo y el riesgo inherente a su utilización en lo relativo a la seguridad del personal, confiere a su sostenimiento particular importancia.

Otros factores que hay que tener en cuenta son la deseable y necesaria homogeneidad y modularidad de determinados sistemas y el hecho de que

algunos estén sujetos al Reglamento de Equipos a Presión (REP) y sometidos a inspecciones y certificaciones por organismos técnicos competentes.

Actualmente, la Armada dispone de un Organismo de Control de equipos a Presión e Instalaciones Técnicas de la Armada (OCEPIT), cuya misión es la de verificar el cumplimiento de las condiciones de seguridad de carácter obligatorio correspondiente a:

- Las cámaras hiperbáricas.
- Instalaciones hiperbáricas de ocupación humana.
- Centros de recarga.
- Compresores portátiles.
- Sistemas de suministro de aire respirable.
- Centros de Inspección Periódica (CIP) y visual (CIV) de recipientes a presión establecidas por el REP.

Todos los procesos que actualmente se llevan a cabo, tanto de verificación como la de mantenimiento, es necesario llevar unos registros establecidos por la normativa vigente reflejada en el REP.

Actualmente estos registros no están asociados a una base de datos común en la Armada.

Desde el punto de vista de eficiencia y eficacia, este procedimiento tan importante, por los motivos de seguridad para el personal que usa todos estos equipos, no tiene una trazabilidad común en la Armada y todos estos procesos se efectúan a la vieja usanza, es decir, elaborando certificados en papel, y generando mucha burocracia que no sería necesaria disponiendo de un sistema de gestión informática que permitiera a todos los actores de todos los procesos mencionados, disponer de toda la información sobre la trazabilidad de sostenimiento de todos los equipos.

Por lo anteriormente mencionado, y a la vista del problema detectado sobre la trazabilidad de los equipos a presión de la Armada, plantea la hipótesis de este trabajo que es la siguiente:

“La creación e implementación de una herramienta informática que facilite la gestión, control y programación de las inspecciones periódicas, mantenimientos, y recargas de gases, permitiría un seguimiento de los equipos a presión y una automatización de los procesos administrativos derivados de dichas inspecciones (registro de los datos de los equipos a inspeccionar, emisión de informes y certificados).”

La Armada dispone de una aplicación logística denominada GALIA (Gestión del Apoyo logístico de la Armada).

“GALIA es el sistema centralizado que, dentro de la Gestión del Apoyo Logístico Integrado de la Armada, se encarga de la gestión de todos los aspectos del Mantenimiento. Incluye:

- La base de datos de configuración de los BUI (BD CONFI).
- Los datos de apoyo logístico y documentación técnica para mantenimiento y modernización.
- Otros procesos de apoyo logístico y de ingeniería que apoyan a los BUI.

GALIA contiene un módulo de gestión del aprovisionamiento el cual permite definir la relación de materiales y repuestos que conforman el Plan de Material de Apoyo al mantenimiento, necesario al efectuar la programación de las acciones de mantenimiento.” (AJAL, 2010).

Esta aplicación sería válida para poder configurar todos los elementos a presión que necesiten efectuar mantenimientos y llevar una trazabilidad de todos los mantenimientos efectuados, así como los gastos que se efectúan para dichos mantenimientos. De esta manera, la Armada podría conocer en tiempo real el gasto que se ejecuta para este fin y se podría programar una partida presupuestaria anual acorde a estos datos.

Además, se conseguiría simplificar los procesos de trabajo (burocracia) actuales.

4. OBJETIVOS.

El trabajo de fin de Máster propuesto tiene como objetivo principal el analizar la necesidad de implantar una herramienta informática en la Armada que facilite la gestión, control y programación de las inspecciones periódicas, permitiendo un seguimiento de los recipientes a presión y la automatización de los procesos administrativos derivados de dichas inspecciones (registro de los datos de los equipos a inspeccionar, emisión de informes y certificados).

5. ¿QUÉ ES UN SISTEMA INTEGRAL PARA GESTIÓN?

Un sistema integrado de gestión (SIG) es una herramienta de gestión destinada a integrar y optimizar los procesos y actividades de una organización con el objetivo de mejorar la eficiencia, la eficacia y por tanto la rentabilidad que pueda proporcionar la actividad.

Para implementar un SIG hay que identificar y analizar todas las áreas de organización y actividad de la organización, como la gestión de la calidad, ambiental, de la seguridad, salud en el trabajo, recursos humanos y la gestión de riesgos, por lo que previamente hay que hacer un estudio detallado de todas las actividades que se llevan a cabo para definir muy bien los procesos que se van a llevar a cabo mediante la herramienta de gestión.

Como mencionaba anteriormente, la implementación de un SIG requiere una planificación cuidadosa, una asignación de recursos adecuada y la implicación de todos los niveles de la organización. También es necesario disponer de herramientas y técnicas adecuadas para gestionar los procesos y establecer unos mecanismos de seguimiento y control para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

En la actualidad existen varios estándares internacionales que sirven como referencia para la implementación de un SIG.

Estos estándares son los siguientes:

- Norma ISO 9001 para la gestión de calidad.
- Norma ISO 14001 para la gestión ambiental
- Norma ISO 45001 para la gestión de seguridad y salud ocupacional.
- Norma ISO 31000 para la gestión de riesgos.

Solo voy a incidir en la ISO 9001 y en la 14001 ya que la Armada dispone de normativa específica para la seguridad y gestión de riesgos.

5.1 NORMA ISO 9001.

“Las primeras normas de gestión relacionadas con el ámbito de la Gestión de la Calidad que tuvieron una extensión relativamente importante fueron las normas para implantar sistemas de aseguramiento de la calidad provenientes del ámbito militar (por ejemplo, una normativa de la OTAN relativa al Aseguramiento de la Calidad, llamada Allied Quality Assurance Publication, es de las pioneras),

aunque las de mayor incidencia fueron las normas promulgadas por los grandes consorcios multinacionales de la industria del automóvil (como las normas Q101 de Ford, por caso). Con todo, es a mediados de la década de los ochenta cuando un fenómeno, en su inicio íntegramente europeo, empieza a surgir con fuerza: la difusión de las normas ISO 9000 como base para implantar y certificar en las empresas un sistema de gestión relacionado con el ámbito de la Gestión de la Calidad.

Las normas ISO 9000 no son normas que hacen referencia al cumplimiento de un objetivo o un resultado determinado, es decir, no son normas que miden la calidad de los productos o servicios de las empresas, sino que son normas que establecen la necesidad de sistematizar y formalizar en una serie de procedimientos, toda una serie de procesos empresariales: cumplir con la ISO 9000 supone tener implementado un sistema de gestión de la calidad (SGC) que recoge en procedimientos estandarizados y documentados, los procesos básicos para producir el producto o el servicio que el cliente adquiere. En definitiva, esta herramienta de gestión tiene como base la sistematización y formalización de tareas para lograr la conformidad en el cumplimiento de las especificaciones establecidas por el cliente. También se ha de consignar que la implantación de este tipo de estándares o normas es voluntaria, si bien en determinados sectores se trata, de facto, de una norma obligatoria.” (Saizarbitoria, 2007).

La implementación de un SIG basado en la norma ISO 9001 implica identificar y documentar todos los procesos de una organización para efectuar una tarea concreta.

También hay que evaluar y gestionar los riesgos e implementar mejoras continuas en todos los procesos.

Para ello es necesario la formación y capacitación del personal que forma parte de la organización para cumplir con los objetivos y sean capaces de efectuar revisiones periódicas que garanticen la eficacia y cumplimiento del sistema.

“En 2022, en el mundo se han cumplimentado aproximadamente 670.000 certificados ISO 9000 en un total de 154 países.

En Europa se han cumplimentado un total de 326.895 certificados. En cuanto al número total de certificados ISO 9000 en los países de Europa supone un 48,76 % a nivel mundial por lo que se puede extraer que Europa es líder en certificaciones.

En cuanto a España, es uno de los países de la UE y del todo el mundo con un mayor crecimiento en certificados ISO 9000.

Según los datos de la propia ISO, en 2022 España fue el quinto país en el ranking de certificados totales emitidos (con 40.972), precedido, tan sólo, por el gigante chino (132.926), Italia (84.485), Reino Unido (50.884) y Japón (48.989), pero por delante de grandes potencias económicas internacionales como los EE. UU. (37.285), Francia (27.101), Alemania (26.654), Australia (17.365) e India (12.558).” (Saizarbitoria & Fa, s. f.)

5.2 LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL Y LAS NORMAS ISO 14000.

La norma ISO 14000 fue adoptada en septiembre de 1996, con una versión oficial en español adoptada en mayo de 1997.

Es un conjunto de normas que asumen la responsabilidad de reducir el impacto ambiental. Estas normas también forman parte de la serie ISO (Organización Internacional de Normalización), que dio origen a las normas ISO 9000 e ISO 9001, que se relacionan con la calidad general de una empresa. Cada uno de estos estándares es necesario para garantizar la calidad del producto. Es decir, es una forma de indicar que todos los procesos que han intervenido en su fabricación se han realizado respetando las propiedades esperadas y especificadas.

Ahora se requieren las normas ISO 14000 para todas las actividades planificadas y las organizaciones los crean y los siguen para lograr sus objetivos.

La norma más utilizada en esta serie es la ISO 14001 y representa cómo establecer un sistema de gestión ambiental (SGA) eficaz. Se aplica a cualquier organización, independientemente de su tamaño o industria y su objetivo es equilibrar el mantenimiento de la rentabilidad con la reducción del impacto ambiental.

La norma de gestión ambiental ISO 14001 es certificable y aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño o industria, que se esfuerce por minimizar su impacto ambiental y cumplir con las leyes ambientales aplicables en sus operaciones diarias.

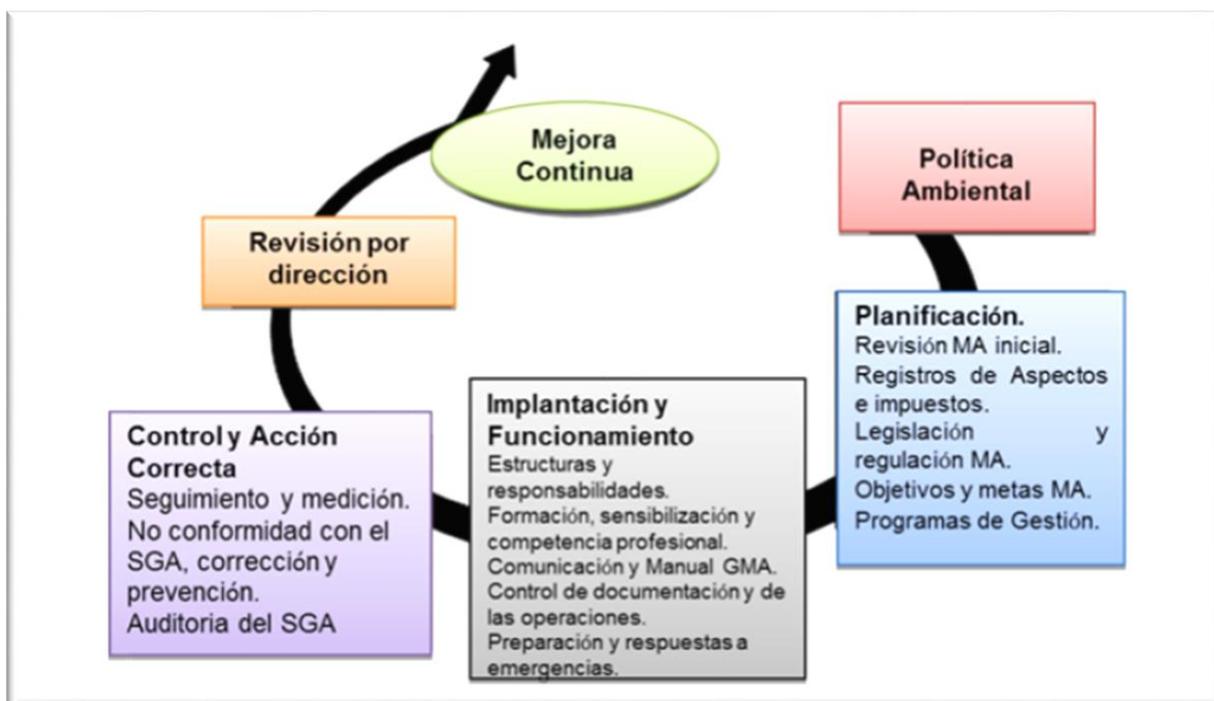


Figura 1, Estructura ISO 14001. Fuente: pagina web [https://sig-
implementacion.com](https://sig-implementacion.com)

6. BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL.

Un sistema de gestión integral ofrece los siguientes beneficios:

- **Mejora la eficiencia:** Un sistema de gestión integral permite automatizar procesos repetitivos, lo que reduce el tiempo y los errores humanos, motivo importante en el ámbito del buceo ya que cualquier error humano puede suponer un accidente mortal.
- **Mayor transparencia:** permite una visibilidad completa y en tiempo real de todas las áreas involucradas en los procesos de verificación y mantenimiento. Esto permitiría compartir datos sobre el mantenimiento de los diversos equipos a toda la cadena que interviene en este proceso, así como digitalizar los datos e introducirlos en una base de datos.
- **Integración de datos:** permite la integración de datos de diferentes áreas del proceso, en una sola base de datos, lo que mejora la eficiencia y reduce la duplicación de esfuerzos. Se puede utilizar las aplicaciones logísticas que actualmente están en servicio en la Armada como puede ser el GALIA.

- **Reducción de costes:** Al automatizar procesos y reducir errores, se puede reducir los costes operativos a largo plazo.
- **Mejora la confianza del usuario:** ya que permite visibilidad a los procesos y esto aporta seguridad al utilizador de los equipos. Este punto es muy importante porque es un factor fundamental para el usuario de los equipos a presión ya que proporciona confianza y seguridad en el material.
- **Mayor flexibilidad:** un sistema de gestión integral es altamente personalizable y se puede adaptar a las necesidades específicas de los procesos necesarios. Posibilita mejoras que se pueden aplicar al proceso en el momento que son detectadas por cualquier miembro de la cadena de mantenimiento.

7. AMBITO DE APLICACIÓN.

El marco de aplicación de este Trabajo de Fin de Máster está en el MINISDEF, y más concretamente se centra:

- **En las unidades de la Armada** que disponen de la capacidad de mantenimiento de equipos a presión, como son el CBA y las diferentes Unidades de Buceo².
- **Organismo de Control de equipos a Presión e Instalaciones Técnicas de la Armada (OCEPIT).**

Los resultados de este trabajo también pueden aplicarse a otros ejércitos que efectúen mantenimiento de equipos a presión.

Actualmente la Armada cuenta con unas 400 personas que efectúan operaciones de buceo en las diferentes unidades operativas.

² Unidad de Buceo de Ferrol, Cádiz y Canarias.

8. EQUIPOS A PRESION UTILIZADOS EN LA ARMADA.

Para comprender el alcance de este trabajo, es necesario definir el tipo de equipos y sistemas que trabajan con gases a presión y actualmente están en servicio en la Armada.

8.1 BOTELLAS DE BUCEO.

Las botellas de buceo son recipientes metálicos que albergan el gas a presión respirable por el buceador.

El suministro se hace mediante unas botellas de forma cilíndrica fabricadas en acero forjado, aluminio o fibras sintéticas, cargándose normalmente con aire a una presión aproximada de 200 kg/cm².

Se fabrican en diferentes tamaños y capacidades, llevando una protección interior anticorrosiva a base de resinas cocidas al horno y otra exterior a base de cincaje con laca nitrosintética, lo cual les garantiza una duración prolongada.

Debido a que las botellas de buceo son dispositivos que están sometidos a alta presión en el interior, deben cumplir los requisitos que fijan las agencias de control de calidad de cada país, en España es el Reglamento de Equipos a Presión (REP).

Las botellas de buceo se pueden cargar mediante un compresor o por baterías de aire mediante una rampa de carga. Se comprobará siempre antes de cargar las botellas la última fecha de verificación, presión de trabajo y que la grifería y válvula de reserva, caso de tenerla, están en perfectas condiciones. La carga se efectuará lentamente para evitar calentar las botellas, manipulando válvulas y latiguillos con mucho cuidado para evitar accidentes.

Las más utilizadas en la Armada son monobotellas de 18 y 15 litros. La antigüedad de estas botellas no es superior a los 10 años ya que se suelen renovar para que la vida máxima sea de 10 años.

Los diferentes equipos de buceo que actualmente dispone la Armada están destinados para cumplir un tipo de misión específica, pero todos estos equipos disponen de botellas que almacenan el gas necesario para el tipo de inmersión dependiendo del equipo que se utilice.

Estos gases son los siguientes:

- Aire.
- Mezclas NITROX (aire enriquecido con oxígeno).
- Mezclas TRIMIX (mezcla de Oxígeno, Helio y Nitrógeno)
- Oxígeno puro (100 %)
- Mezclas Helios (Helio y oxígeno).



Figura 2, Botellas de buceo

También se dispone de unos botellones de 200 litros que albergan los diferentes gases de base que son utilizados para elaborar las mezclas necesarias para las diferentes operaciones de buceo.

La Armada dispone de la siguiente cantidad de botellas:

- Botellas para operaciones de buceo:

Bibotellas 30 litros	18 litros	15 litros	9 litros	4 litros	2 litros
90	560	200	445	12	450

Total :1.760

- Botellas de almacenaje de gases:

200 litros	300 litros
365	150

Total: 515



Figura 3, botellones de 200 y 300 litros.

Estas botellas de buceo son adquiridas mediante acuerdos marco a las empresas adjudicatarias de dicho contrato, por lo que no todas las botellas son del mismo fabricante, pero si cumplen con los requisitos técnicos deseados por la Armada.

Con el objetivo de conocer el gas que albergan en el interior, las botellas y botellones llevan pintada la ojiva (la parte de arriba) con unos códigos de colores que identifican el gas.

Este código de colores está regulado en la norma europea UNE-EN 1089-3 del año 2011.

OXIGENO	BLANCO
NITRÓGENO	NEGRO
HIDRÓGENO	ROJO
DIÓXIDO DE CARBONO	GRIS
ÓXIDO NITROSO	AZUL CLARO
HELIO	MARRON

Figura 4. Color ojiva botellas de buceo.

8.2 MANGUERAS Y LATIGUILLOS.

Las mangueras y latiguillos son elementos que conforman las instalaciones hiperbáricas.

Su misión es conducir el gas a presión para utilizarlo en los sistemas y equipos que trabajan con gas.

Las mangueras y latiguillos forman parte de los sistemas de salvamento y rescate de submarinos, por lo que cobran una vital importancia y es necesario un control muy exhaustivo en su mantenimiento y certificación para formar parte de estos sistemas.



Figura 5, Mangueras y latiguillos.

Están fabricados con materiales diseñados para aguantar la presión a los que van a ser sometidos.

Las mangueras se caracterizan por tener mayor capacidad de flujo de gas que los latiguillos por lo que tienen una sección mayor que los latiguillos.

Hay técnicas de buceo en que las mangueras se utilizan para transportar el gas respirable desde las botellas hasta los buzos con la peculiaridad de que las botellas se encuentran en superficie. Esta técnica se denomina buceo a intervención directa con suministro de superficie.

Este sistema de buceo es el idóneo para llevar a cabo operaciones de buceo de gran profundidad, actualmente hasta 90 metros y es el sistema utilizado en el buque de Salvamento y Rescate que opera en la Armada, el BSR "NEPTUNO".

“El sistema para buceo en intervención directa con suministro de superficie con aire es un complejo formado por tres contenedores transportables, una cámara hiperbárica de descompresión de transporte para dos personas, una guindola, una central de agua caliente, cascos Superlite 27-B, máscaras Kirby Morgan KMB-28, 3 umbilicales, trajes secos y húmedos, y diverso material de buceo; todo lo cual permite tener en el agua a dos Buzos trabajando y uno en espera, como seguridad.” (AJEMA, 2012).



Figura 6, Umbilical de suministro de gases al buzo.

“La vida útil y plazos de inspección, atendiendo a lo que recoge el Technical Manual U.S.Navy Diving Umbilical (UBA MK 20 and MK 21) propone como plazos de vida útil para las mangueras que forman los umbilicales lo siguiente:

Tipo de manguera	Tiempo de vida útil
Fabricadas en caucho	Máximo 12 años, pasando sus inspecciones periódicas
Fabricadas en materiales sintéticos	Sin límite de vida siempre que pase satisfactoriamente sus inspecciones periódicas.

Cuando son de nueva instalación:

- Se realizarán las pruebas de acuerdo con las especificaciones del fabricante, o se le realizará una prueba de presión hidráulica a 1,5 veces a la máxima presión de trabajo.
- Se realizará una prueba de fugas.

Estas pruebas serán realizadas por un CIP.” (AJAL, 2018)

El BSR “NEPTUNO” también dispone de unas mangueras denominadas “mangueras de ventilación” para efectuar operaciones de salvamento a un posible submarino siniestrado (en el fondo debido a un problema), el cual necesita a la mayor brevedad, la regeneración de su atmosfera y el suministro de determinados elementos para su subsistencia, previos a la llegada de los medios de salvamento con minisubmarinos o campanas que permitan extraer la dotación por las esclusas de escape.

Actualmente se opera con dos tipos de mangueras, unas son para ventilar al submarino siniestrado y permitir mantener viva a la dotación mediante el suministro de aire y otras son para el reflotamiento del submarino, en el caso de que fuera posible dicho reflotamiento.

Estas mangueras llevan aire desde superficie hasta el submarino, por lo que también deben de pasar las pruebas establecidas a los umbilicales que anteriormente se ha descrito.

Actualmente se dispone de las siguientes mangueras susceptibles a ser mantenidas conforme lo establecido en el Manual De Procedimientos Específicos Para Centros De Inspección Periódicas (CIP) Y Centros De Inspección Visual (CIV):

Longitud del umbilical	200 metros	100 metros
Cantidad	20	10

8.3 REGULADORES (1ª Y 2ª ETAPAS).

“Los reguladores constituyen el componente principal de todo el sistema. Deberán revisarse periódicamente de acuerdo a sus especificaciones,

normalmente cada seis meses, o si se observa alguna anomalía o deterioro. Su función es suministrar al buceador el aire de alta presión contenido en las botellas a la presión ambiente a que se encuentre. Los existentes en la Armada son de circuito abierto (el aire respirado por el buceador se expulsa al agua totalmente), a demanda (el regulador solo suministra aire al buceador cuando éste comienza la inspiración) y de dos etapas (el aire sufre dos reducciones de presión).” (AJEMA, 2012).

Los reguladores son equipos esenciales para efectuar operaciones de buceo autónomo y en la utilización de las cámaras hiperbáricas.

Tienen una gran importancia respecto a la seguridad de los buceadores ya que un fallo de estos equipos puede provocar un accidente fatal al buceador debido a la falta de gas respirable.

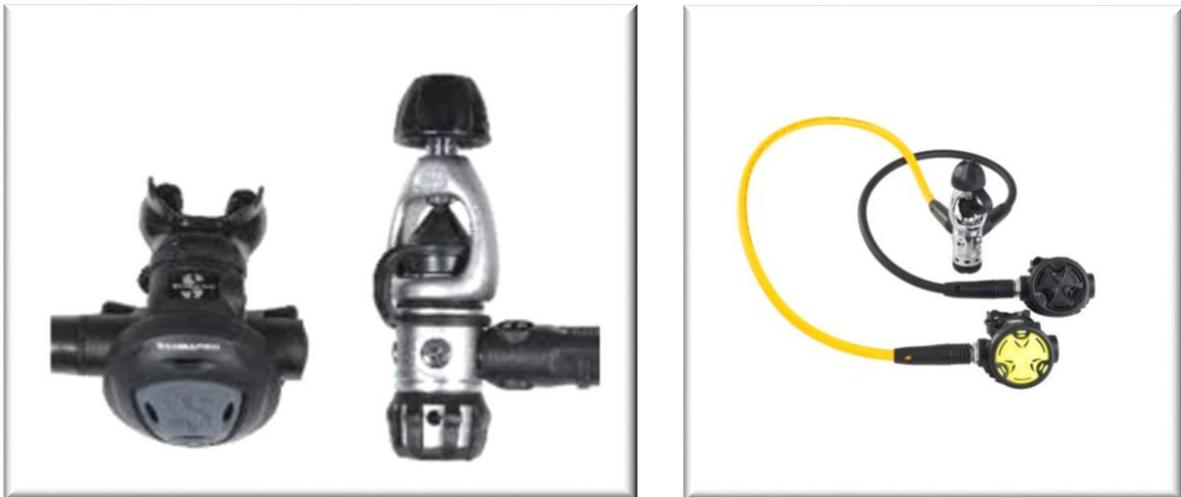


Figura 7, Primera y segunda etapa del regulador de buceo.

Los reguladores están conformados por dos etapas:

La primera etapa permite reducir el gas de alta presión de las botellas a unos 8-10 kg/cm² sobre la presión a que se encuentra el buceador y la segunda etapa es la encargada de hacer la reducción a la presión ambiente, consiguiendo de esta forma un flujo de aire independiente de la presión de las botellas y de la profundidad de la inmersión.

El gas circula desde la 1^a etapa a la 2^a etapa mediante latiguillos.

Los latiguillos se utilizan para transportar el gas respirable entre las diferentes partes del sistema de buceo. Por lo general transportan el gas desde la botella o recipiente de gas al utilizador.

Están fabricados con materiales duraderos y flexibles como puede ser el caucho de alta calidad o poliuretano termoplástico (TPU). Estos materiales se caracterizan porque son resistentes a la presión, a la abrasión y a las condiciones específicas del buceo.

Es importante su correcta instalación e integración, mantenimiento e inspección por parte del personal técnico ya que es un elemento clave en la seguridad del buceador.

8.4 CÁMARAS HIPERBÁRICAS.

Una cámara hiperbárica es un recipiente metálico, que se presuriza para simular unas condiciones de presión similar a la que produciría la columna de agua.

La cámara hiperbárica tiene diversos usos en la Armada, pero el más importante es el dedicado a las operaciones de buceo, ya que, en los protocolos de buceo de gran profundidad y buceo con diversas mezclas determinadas, es obligatorio disponer de una cámara hiperbárica en la zona o en las inmediaciones.

Otro uso importante es para el tratamiento de enfermedades descompresivas debido a la existencia de burbujas de gas inerte en el torrente sanguíneo produciendo unas consecuencias características a los buceadores.

Actualmente la Armada dispone de unas 23 cámaras hiperbáricas, de las cuales hay 8 embarcadas en buques, 9 se encuentran en las unidades de buceo, 1 en el hospital militar de Madrid, 1 en el hospital militar de Zaragoza y el resto se encuentran instaladas en el Centro de Buceo de la Armada.



Figura 8, Cámara hiperbárica.

Además de su uso en operaciones de buceo, hay muchos hospitales que la utilizan para ciertos tratamientos de oxigenoterapia a pacientes con ciertas patologías que beneficia su mejora.

La Armada colabora con hospitales nacionales para el uso de sus cámaras hiperbáricas para dar tratamientos de oxigenoterapia para fines medicinales.

“La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es una modalidad terapéutica que se fundamenta en la obtención de presiones parciales de oxígeno elevadas, al respirar oxígeno puro en el interior de una cámara hiperbárica, a una presión superior a la atmosférica.

En situaciones excepcionales como en el tratamiento de la enfermedad descompresiva, se pueden utilizar mezclas de gases como el nitrógeno o helio.

La aplicación local de oxígeno no es OHB y no tiene demostrada su eficacia terapéutica.

El concepto de tratar pacientes mediante aire comprimido en una cámara hiperbárica data de 1662, cuando Henshaw, clérigo inglés, lo utilizó para enfermedades crónicas (2). Desde el punto de vista teórico, Haldane en 1895 propuso el uso de la OHB en el tratamiento de la intoxicación por monóxido de carbono (CO).” (Alonso et al., s. f.)

Este beneficio que aporta la cámara hiperbárica, como se puede comprobar en la cita anterior, es el beneficio de respirar oxígeno en un ambiente de presión controlado.

Las cámaras hiperbáricas son sistemas que actualmente también disponen algunos hospitales militares para ofrecer estos beneficios a enfermos civiles derivados por la sanidad de la seguridad social.

Solo hay dos hospitales militares que disponen de cámara hiperbárica perteneciente a sus instalaciones para dar tratamientos de oxigenoterapia hiperbárica, que son el hospital militar de Madrid "Gómez Ulla" y el hospital militar de Zaragoza "Orad y Gajás".



Figura 9, Cámara hiperbárica desplegable modula sobre contenedor de 20 pies.



Figura 10, Cámara hiperbárica CBA.



Figura 11, Localización de las cámaras hiperbáricas de la Armada.

9. TIPOS DE MANTENIMIENTO IMPLANTADOS EN EL CBA.

Debido a la complejidad, cada vez mas evidente, de los equipos de buceo y de todos los elementos que lo conforman, es necesario establecer y efectuar unos mantenimientos cada vez más exhaustivos.

El mantenimiento es entendido como el conjunto de acciones que regulan el funcionamiento normal de los equipos y podemos diferenciar el tipo de mantenimiento en tres grupos:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.

9.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Es el proceso que se lleva a cabo para corregir un desperfecto o daño encontrado de forma súbita o un daño detectado durante la tarea de mantenimiento.

Este tipo de mantenimiento permite alargar la vida útil de los equipos ya que consiste en reparar y corregir fallos. Es bastante frecuente cuando los equipos son viejos o tienen mucho uso.

Este tipo de mantenimiento se efectúa en los talleres del CBA, previa petición de las unidades que dispongan de material en mal estado.

9.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Este tipo de mantenimiento es el que se efectúa de manera anticipada con el fin de prevenir el fallo o avería del equipo. Este mantenimiento se efectúa mediante un plan establecido periódicamente y se efectúa por personal capacitado y certificado para ello.

Es el más frecuente, ya que existen unos protocolos donde se establecen las periodicidades para efectuar este mantenimiento.

Los usuarios de los equipos son los que efectúan este tipo de mantenimiento.

Además, conforme al Reglamento de Equipos a Presión, hay que efectuar unas acciones a los recipientes de presión como son un troquelado de la fecha de verificación.

9.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de ensayos y pruebas no destructivas con equipos de medición sofisticados para estudiar el comportamiento de los equipos y así poder anticiparse al fallo.

Este tipo de mantenimiento permite un gasto menor de repuestos, ya que el número de averías disminuye, aumentando la disponibilidad operativa de los equipos.

Este tipo de mantenimiento no se efectúa para equipos de buceo.

El CBA tiene como cometido ser el segundo escalón de mantenimiento del material de buceo, por lo que todas las unidades que disponen de material y es necesario efectuar el mantenimiento, tanto correctivo como preventivo (programado) envían este material al CBA y los técnicos especialistas efectúan las labores establecidas para ejecutar el mantenimiento.

9.4 ESCALONES DE MANTENIMIENTO.

Existen cuatro escalones de mantenimiento:

9.4.1 Primer escalón.

El primer escalón de mantenimiento se encarga de las siguientes acciones:

- Efectuar reparaciones eventuales o de emergencia.
- Limpieza de equipos.
- Mantenimientos básicos.

Este escalón está conformado por personal con una formación básica en mantenimiento de los equipos.

Actualmente, las unidades que disponen de equipos a presión en la Armada están capacitados para efectuar este tipo de acciones.

9.4.2 Segundo escalón.

El segundo escalón de mantenimiento se encarga de las siguientes acciones:

- Se encarga de la localización de averías, reglajes y ajustes, así como la sustitución de componentes.
- Efectúa mantenimientos programados.
- Mantiene y actualiza la documentación de los equipos en un registro de la unidad.
- Apoya al primer escalón en asesoramiento.

El personal que forma parte del segundo escalón es personal cualificado y certificado para efectuar labores de mantenimiento y reparación.

Este personal suele recibir formación de las empresas fabricantes de los equipos ya que esta formación les capacita para firmar certificados de reparaciones.

En la Armada, este escalón se encuentra en el CBA.

9.4.3 Tercer escalón.

El tercer escalón de mantenimiento se encarga de las siguientes acciones:

- Refuerza al segundo escalón
- Efectúa revisiones y certificaciones de las acciones de mantenimiento.
- Dispone de centros especializados y personal bastante cualificado que su única función es técnica.

El personal que forma parte de este escalón dispone de formación técnica muy especializada.

9.4.4 Cuarto escalón.

El cuarto escalón es el escalón más especializado de todos y suelen ser las fábricas de los equipos. Sus principales cometidos son los siguientes:

- Reparación general de conjuntos y repuestos.
- Reconstrucciones, modernizaciones, modificaciones y fabricaciones de piezas para reparación.
- Se encarga del control de calidad.
- Dispone de centros especializados con capacidad de fabricación de piezas y repuestos.
- Apoya al tercer escalón.

Este escalón es ajeno a la Armada, ya que es el fabricante el que se encarga de efectuar las tareas necesarias.

En la siguiente figura se establecen y detallan las unidades que efectúan mantenimiento conforme la Instrucción Permanente de Sostenimiento 02/18 del AJAL, en el que se regula el sostenimiento de material de buceo de la Armada.

Cabe destacar, que las unidades no disponen de talleres especializados, solo disponen de las herramientas necesarias para efectuar los pequeños mantenimientos establecidos en el 1er escalón.

UNIDADES	ESCALONES	TAREAS	TALLERES ESPECIALIZADOS
UUBB	1er escalón	Efectuar mantenimientos básicos de los equipos	NO
CBA	2º escalón	Efectuar mantenimientos programados. Necesaria certificación de acciones de mantenimiento.	SI
CBA/OCEPIT	3º escalón	Efectúa revisiones y certificaciones de las acciones de mantenimiento	SI
EMPRESA FABRICANTE EQUIPO	4º escalón	Reparación general de conjuntos y repuestos. Reconstrucciones, modernizaciones, modificaciones y fabricaciones de piezas para reparación.	SI

Figura 12, Unidades relacionadas con los escalones de mantenimiento.

9.5 INSPECCIONES PERIODICAS DE EQUIPOS A PRESIÓN.

“Los equipos a presión deben ser sometidos a inspecciones periódicas de distintos niveles. Estas inspecciones podrán ser efectuadas por: empresas

instaladoras o reparadoras, por el usuario, por el fabricante o por un organismo de control autorizado (OCA).” (AJAL, 2018)

En la Armada los encargados de efectuar las inspecciones serán según corresponda en cada caso, los CIP y los CIV, en la Instrucción Permanente de Mantenimiento 002/2011 de 06 de septiembre del Almirante Jefe de Apoyo Logístico sobre instalación, inspecciones periódicas, reparación y modificación de equipos a presión. En dicha Instrucción, vienen recogidos los niveles de inspección, tipos de inspecciones, sus plazos y los encargados de su realización.

La siguiente tabla muestra los niveles de inspección que hay que efectuar a los equipos, su periodicidad y que escalón de mantenimiento lo efectúa.

EQUIPO	NIVEL INSPECCIÓN (PERIODICIDAD)			Escalón mantenimiento
	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C	
Botellas de buceo		Anual	3 años	2º escalón
Botellones fijos para almacenamiento de gases de Buceo.	2 años		10 años	2º escalón
Latiguillos suministro mascarillas	Anual		5 años	2º escalón
Latiguillos compresores	6 meses		5 años	2º escalón
Mangueras instalación hiperbárica (Mangueras trasvasadoras)	6 meses		5 años	2º escalón
Mangueras buzos (Umbilicales)	Anual		3 años	2º escalón

Figura 13, Niveles de inspección y periodicidades. Fuente: REP.

La Instrucción Permanente de Sostenimiento 02/18 del AJAL, en el que se regula el sostenimiento de material de buceo de la Armada, establece los siguientes niveles de inspección, mencionados en la tabla de la figura 10.

Nivel A. Inspección en servicio.

Consiste, al menos, en una comprobación de la documentación de los equipos y elementos a presión y en una completa inspección visual de todas las partes sometidas a presión, accesorios de seguridad, dispositivos de control y condiciones reglamentarias, no siendo necesario retirar el calorifugado de los equipos.

Nivel B. Inspección fuera de servicio.

Consiste, como mínimo, en una comprobación de nivel A y en una inspección visual de todas las zonas sometidas a mayores esfuerzos y a mayor corrosión, comprobación de espesores, comprobación y prueba de los accesorios de seguridad y aquellos ensayos no destructivos que se consideren necesarios.

Deberán tenerse en cuenta los criterios de diseño de aquellos equipos a presión que puedan presentar fluencia lenta, fatiga o corrosión, según lo indicado en los documentos.

En los equipos o tuberías que dispongan de calorifugado no será necesario retirarlo completamente, siendo suficiente con seleccionar los puntos que puedan presentar mayores problemas (corrosión interior o exterior, erosión...) para realizar las correspondientes aberturas de comprobación.

Nivel C. Inspección fuera de servicio con prueba de presión.

Consiste, como mínimo, en una inspección de nivel B, además de una de las siguientes pruebas:

- Una prueba de presión hidrostática, en las mismas condiciones y presiones de la primera prueba.
- Cualquier prueba especial sustitutiva de ésta que haya sido expresamente indicada por el fabricante en sus instrucciones o previamente autorizada por el órgano competente de la comunidad autónoma donde se haya instalado el equipo.
- Prueba hidráulica por expansión volumétrica (la dilatación volumétrica permanente estará de acuerdo con los valores facilitados por el fabricante y, en su defecto, no será superior al 5 %).

9.6 INSPECCIÓN DE BOTELLAS.

A las botellas se les efectúa dos tipos de inspección, una visual y una inspección periódica.

9.6.1 Inspección visual.

Este tipo de inspección se considera de nivel B y es efectuado por un CIP o CIV, acreditados y certificados para la realización de los distintos niveles de inspección.

En la Armada es el CIP y CIV del CBA los que efectúan esta tarea.

“En las inspecciones visuales se efectuarán las comprobaciones que se indican a continuación.

- Identificación de la botella y control de marcas grabadas.
- Inspección visual exterior.
- Inspección visual interior.
- Inspección del cuello de la botella y de la rosca interior.
- Inspección de la válvula, comprobándose la coincidencia de la rosca de acoplamiento con la de la botella y la sustitución de los componentes que estén recogidos en el sistema de mantenimientos programados.” (AJAL, 2018).

9.6.2 Inspección periódica.

“Se considera inspección de nivel C y serán realizadas por un CIP acreditado y certificado para la realización de los distintos niveles de inspección.

En la Armada CIP autorizado y certificado para efectuar esta inspección es el CBA.

La inspección de nivel C consistirá en una inspección tipo B (Inspección visual) más una prueba hidráulica por expansión volumétrica (la dilatación volumétrica permanente estará de acuerdo con los valores facilitados por el fabricante y, en su defecto, no será superior al 5 %).

IMPORTANTE: Antes de comenzar la inspección, las botellas deben despresurizarse y vaciarse de forma segura y controlada.” (AJAL, 2018).

10.MEDIOS DISPONIBLES PARA LA INSPECCION DE BOTELLAS EN LA ARMADA.

Para efectuar todas las acciones anteriormente mencionadas, la Armada cuenta con unos medios humanos, que están debidamente formados en los procedimientos de inspección aplicables. Este personal es acorde a la carga de trabajo y a la capacidad técnica exigida.

Los CIP, conforme lo establecido en el manual de procedimientos específicos para los CIP y los CIV de la Armada, deberán tener a su disposición los medios adecuados, en función de la actuación, para la realización de todos los ensayos y pruebas que sean precisos. Estos medios son los siguientes:

- Sistema adecuado para la limpieza interior y exterior de las botellas.
- Software informático capaz de realizar la gestión integral de todo el seguimiento de inspección e historial de todas las botellas de buceo que se verifiquen tanto de manera anual como trienal. Este software actualmente no existe y el seguimiento se lleva en documentación en papel.
- Banco de ensayo para la realización de la prueba hidráulica y la medición de a dilatación volumétrica
- Dispositivo para el secado interior de las botellas.
- Equipo dimensional: Pie de rey, micrómetro, cinta métrica, cinta métrica circunferencial (cinta π), buretas graduadas para lectura de la expansión volumétrica.
- Galgas para el control de roscas.
- Dispositivo para el secado interior de las botellas.
- Equipo dimensional: Pie de rey, micrómetro, cinta métrica, cinta métrica circunferencial (cinta π), buretas graduadas para lectura de la expansión volumétrica.
- Galgas para el control de roscas de las griferías.
- Báscula digital para comprobación de pesos.

- Endoscopio para la inspección interior de las botellas.
- Equipo medidor de espesores por ultrasonidos.
- Sistema adecuado para el marcado y etiquetado.
- Punzón con la marca de la entidad que realiza la inspección periódica.
- Acoples roscados, reducciones y tapones para a conexión de los distintos tipos de botellas y mangueras al banco de ensayo de pruebas hidráulica y de medición de la dilatación volumétrica.
- Sistema digital de medición de la temperatura.
- Herramientas de tipo general y elementos para la fijación y manipulación de las botellas.
- Compresor de aire y elementos para comprobar la estanqueidad de la válvula.
- Sistema de iluminación para inspección interna de los cilindros.
- Cubeta de ultrasonidos para limpieza de griferías.

11. ÓRGANO CERTIFICADOR EN LA ARMADA.

“El OCEPIT es el Organismo de equipos a presión e instalaciones técnicas de la Armada y su misión es la de verificar el cumplimiento de las condiciones de seguridad de carácter obligatorio correspondiente a las cámaras hiperbáricas, instalaciones hiperbáricas de ocupación humana, centros de recarga de gases, compresores portátiles, sistemas de suministro de aire respirable y centros de inspección periódica CIP y visual CIV de recipientes a presión establecidas por el REP y recogidos en el Manual de Certificación Técnica.

Su ámbito de actuación se extiende a la Armada normalmente, y aquella unidad de los Ejércitos o la UME, que solicite su colaboración para llevar a cabo sus cometidos.” (AJAL, 2017)

El control que ejerce el OCPIT en la certificación de todos los equipos/sistemas anteriormente mencionados permite asegurar el cumplimiento de los requisitos que se reflejan en la legislación de equipos a presión (REP) y lo mas impórtate,

que es el garantizar la seguridad del uso de los equipos e instalaciones de la Armada y del Ministerio de Defensa.

El OCEPIT, una vez que efectúa las inspecciones, emite los certificados de dichas instalaciones, material o equipos. Estos certificados son documentación primordial para poder utilizar dichos equipos/sistemas. Sin esta certificación no es posible operar, por lo que es necesario disponer de ellos por los utilizadores.

Cabe destacar que el OCEPIT ha sido acreditado recientemente por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) aportando prestigio a este órgano certificador dentro del Ministerio de Defensa.

Para llevar a cabo su misión, el OCEPIT dispone de un equipo de inspección y certificación (EIC) que es responsable de:

- Efectuar inspecciones que se le encomienden conforme el manual de certificación técnica de los equipos/sistemas (proporcionado por el fabricante).
- Emitir la documentación preceptiva y acreditar la certificación del equipo o instalación inspeccionada.

El OCEPIT cuenta con dos EIC, que es personal experto técnico y con personal especialista en buceo, además disponen del curso “Equipos a Presión e Instalaciones Técnicas” que les proporciona de los conocimientos necesarios para cumplir con su misión.

Las inspecciones que efectúan pueden ser de dos tipos:

- **Periódicas:** las establecidas por cada tipo de equipo/sistema en sus manuales.
- **Extraordinarias:** Este tipo de inspección se lleva a cabo en respuesta a una solicitud de la Jefatura de la unidad usuaria del equipo/instalación, por nueva adquisición o cuando se haya ejecutado una obra de reparación o modificación, o una vez solventadas las deficiencias que impidieron acreditar el equipo o instalación en una inspección anterior.

El jefe del OCEPIT enviará los certificados de cada inspección a las unidades solicitantes con el “apto” o “no apto” de utilización de los equipos/sistemas inspeccionados.

En la actualidad, como comentaba anteriormente, estos certificados son un documento importante para la utilización de los equipos a presión, ya que, en caso de accidente o problema, es la documentación que certifica que ese equipo cumplía con la legislación vigente.

Estos certificados en papel se archivan con la documentación de los equipos y es custodiado por el personal responsable de discos equipos.

Un sistema de gestión digital permitiría disponer de estos certificados en soporte digital actualizados en una base de datos. Además, el OCEPIT podría gestionar todos estos certificados en soporte digital (con forma digital de los ingenieros certificadores) y poder anexarlos con los datos de los equipos en la aplicación GALIA.

12. FORMACIÓN DE LOS MANTENEDORES.

El personal que se encarga en la Armada de efectuar los mantenimientos de los quipos de buceo es personal con formación específica para este fin.

Para efectuar mantenimientos de primer escalón, el personal recibe una formación básica impartida por el CBA en unos cursos que se programan anualmente. Estos cursos tienen carácter informativo y habilitan a los utilizadores a efectuar los mantenimientos básico para conservar los equipos.

Los usuarios/mantenedores de los equipos deben de llevar un registro en papel de los mantenimientos efectuados.

Para llevar a cabo los mantenimientos de segundo escalón, es necesario disponer de talleres especializados para este fin. Estos talleres tienen que cumplir unas condiciones estrictas de limpieza, ya que hay algunos equipos de buceo que trabajan con oxígeno puro.

El oxígeno puro es explosivo en contacto con grasa, por lo que los talleres de mantenimiento deben de llevar un control muy riguroso de limpieza, así como que los mantenedores utilicen unos equipos de protección individual para asegurar dos cosas, la seguridad del propio mantenedor y para mantener un grado de limpieza en los talleres.

13. GESTION ACTUAL DEL MANTENIMIENTO DE SEGUNDO ESCALÓN.

La gestión del mantenimiento de segundo escalón de los equipos de buceo en la Armada se efectúa mediante un proceso anticuado que no es acorde a las nuevas tecnologías implantadas en la Armada.

La petición de necesidades de mantenimiento se efectúa mediante una solicitud por escrito de la unidad (cualquier unidad ubicada en territorio nacional) que tiene la necesidad al CBA.

El CBA, conforme la carga de trabajo que dispone contesta la viabilidad, ya que no siempre va a poder acometer los mantenimientos o reparaciones, pero establece las fechas, siempre y cuando no se justifique por parte de la unidad solicitante una urgencia o necesidad operativa, en este caso se le daría prioridad.

Se coordina el transporte de los equipos de la Unidad hasta el CBA, que se harán a cargo de la Unidad solicitante mediante los medios que considere oportunos. Estos medios pueden ser internos, si el transporte se lleva a cabo mediante vehículos de la Armada, o por medios externos, si el transporte utilizado es externo, como por ejemplo una agencia de transporte. Para el transporte de material de Canarias, se aprovecha un barco que haga escala en Cartagena o en otro puerto nacional para su posterior envío al CBA.

Una vez que llegan los equipos al CBA, se distribuyen a los talleres correspondientes, las botellas se reciben en el CIP, rellenando una ficha a mano con los datos de la botella, así queda registrada la entrada del material.

Los equipos de buceo se reciben en los talleres especializados dependiendo del equipo del que se trate, dando entrada al material con una ficha que se rellena a mano por el operario encargado de recibirlo.

Una vez se ha efectuado la reparación/mantenimiento, se rellena otra ficha con las tareas que se han efectuado y lo firma el responsable del taller, certificando que se han llevado a cabo las reparaciones/mantenimiento conforme lo establecido en el protocolo. Este certificado tiene carácter legal en el caso de que hubiera un accidente.

En el caso de las botellas de buceo, cuando hay que efectuar una reparación de la grifería, se efectúa la reparación y se realiza el mismo procedimiento que describí anteriormente con los equipos de buceo.

En el caso de que a la botella haya que efectuarle la revisión periódica, hay que cumplir con lo establecido en el artículo 7 del Reglamento de equipos a presión.

Una vez, esté todo el trabajo efectuado, se recopila toda la documentación generada por los talleres y se envasa todo el material para garantizar un transporte seguro del material. Una vez que se ha coordinado el transporte, se le comunica a la Unidad propietaria de los equipos y se le envía por escrito los certificados de los mantenimientos efectuados.

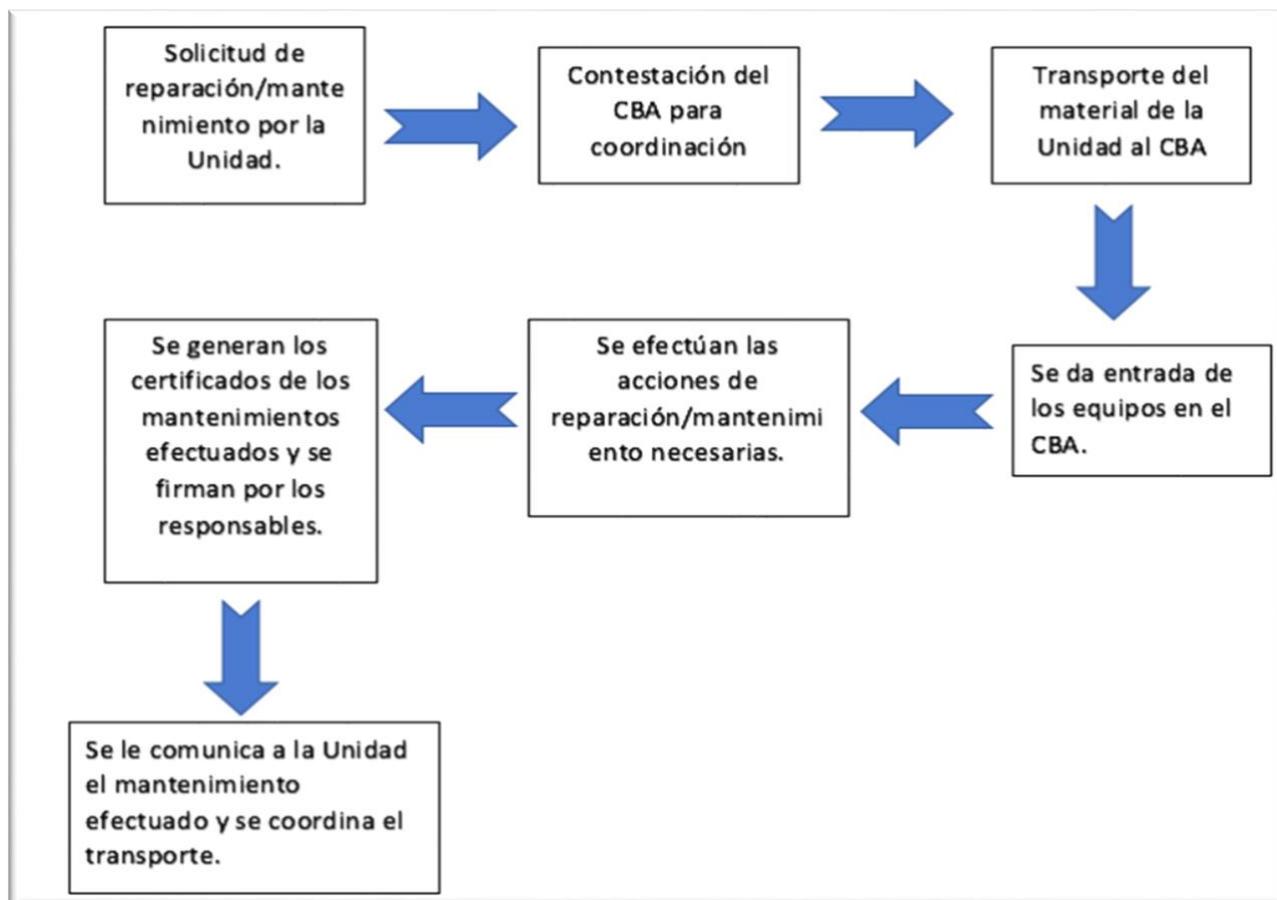


Figura 14, Flujo proceso de trabajo actual 2º escalón mantenimiento del CBA.

Este proceso de trabajo tiene inconvenientes, ya que toda la documentación que se genera en el proceso de ejecución de las reparaciones/mantenimientos solicitados se realiza a mano.

Además, las acciones que se efectúan a algunos equipos, es necesario que otro taller las conozca, por ejemplo, el centro de recarga de gases tiene que conocer

los datos de la botella que va a recargar con gas, ya que necesita saber que trazabilidad ha tenido esa botella (cuando se verificó y con qué gas se rellenó la última vez).

Como esos registros no se comparten por los diversos talleres involucrados en las acciones anteriormente detalladas, los responsables de mantenimiento tienen que desplazarse a los talleres para adquirir la información necesaria, perdiendo tiempo y siendo poco eficaces en los procesos de mantenimiento descritos.

En la siguiente tabla se expone el número total de equipos de buceo para efectuar mantenimiento de segundo escalón de las unidades de buceo de Ferrol, Cádiz, Cartagena y Canarias, así como la solicitud de mantenimiento de los equipos de responsabilidad del CBA efectuado por el segundo escalón del CBA (detallado en la fila de Cartagena).

Solicitud mantenimiento	2018	2019	2020	2021	2022
Ferrol	135	45	20	125	143
Cádiz	143	35	18	132	120
Cartagena	295	78	65	278	365
Canarias	123	23	28	131	98

Figura 15, Mantenimientos de segundo escalón efectuados.

Los datos varían bastante en los años 2019/2020 debido a la inactividad producida por el COVID 19.

14. VOLUMEN DE TRABAJO LABORATORIO Y RECARGA DE GASES.

Es importante describir el volumen de trabajo que lleva a cabo el CBA anualmente, describiendo todos los procesos que se gestionan mediante un método manual, para poder hacerse una idea del volumen de trabajo que gestionan los talleres de mantenimiento y centro de recarga de gases del CBA.

14.1 RECARGA DE GASES.

Durante el último año 2022, se gestionó en el centro de recarga de gases del CBA el siguiente número de botellas cargadas con los diferentes gases y el volumen total de gas.

MEZCLAS	Nº DE BOTELLAS	VOLUMEN EN M3
100% O2	800	370
M-60	410	324
M-50	204	207
M-40	350	284
M-30	200	443
TRIMIX 18	56	276
TRIMIX 23	30	59
HELIOX 13	55	356
HELIOX 17	16	108
HELIOX 50	24	159

Es muy importante la gestión de recarga de todos los gases que se utilizan para las diversas técnicas de buceo, ya que un error de carga de un gas diferente para las operaciones de buceo puede provocar un accidente mortal.

Para ello, el centro de recarga de gases dispone de unos procedimientos de control de calidad para no cometer ningún error a la hora de recarga.

Los procesos de recarga de botellas y el control de gases especiales (fabricación, consumos, reservas), así como los análisis de gases, están ligados a los de inspección, debido al uso compartido de los datos necesarios para su seguimiento (fabricación, procedencia, equipo, fechas, gas contenido). Estos datos deben conservarse por un periodo mínimo de 5 años en la unidad.

A partir del 2 de enero de 2022, entró en vigor el Real Decreto 809/2021 de la, donde se aprueba el nuevo Reglamento de Equipos a Presión (REP) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Las instrucciones técnicas complementarias ITC EP-5 sobre botellas de equipos respiratorios autónomos, e ITC EP-6 sobre recipientes a presión transportables establecen, entre otros requerimientos, los requisitos y controles necesarios para el uso de las botellas para respiración autónoma en actividades subacuáticas y de los recipientes a presión transportables.

Las modificaciones respecto al anterior REP y sus ITC's de 2008 requieren que el centro de recarga de gases del CBA, se adecue a la nueva normativa, lo que conlleva la necesidad de aplicar una serie de cambios respecto a los protocolos anteriores a la fecha de entrada en vigor del RD anteriormente mencionado. Estos cambios están centrados en la carga, el análisis y el suministro de gases y mezclas respirables de buceo.

En el Artículo 10 de la ITC EP-5 del REP se establece las comprobaciones previas a la recarga de botellas. En el caso de que una botella no cumpla con los requisitos establecidos no se podrá realizar la recarga.

Estas comprobaciones son las siguientes: (conforme lo reflejado en el REP):

“Artículo 10. Comprobaciones previas a la recarga de botellas.

El Centro de recarga, previamente al llenado, deberá realizar las comprobaciones siguientes:

- a) Identificación de la botella y control de marcas teniendo en cuenta lo dispuesto en el anexo I de esta ITC. Para las botellas con rosca $\frac{3}{4}$ Gas, en el caso de no disponer de la identificación indicada en el anexo I.4 de esta ITC, deberá colocarse la misma.
- b) Comprobación de que se encuentran dentro del periodo de validez de la inspección periódica y de la inspección visual.

c) Comprobación del estado externo de la botella y de la válvula.

d) Comprobación de que la válvula coincide con la identificada en el último certificado de inspección periódica, o, en caso de no haber realizado ninguna inspección periódica, en la documentación de fabricación de la botella.

En el caso de que una botella no cumpla con los requisitos establecidos en la presente ITC, la empresa recargadora no podrá realizar la recarga.” (*Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias*, 2021)

El proceso de trabajo que se utiliza en el centro de recarga de gases, conforme lo establecido en el REP, es el siguiente:

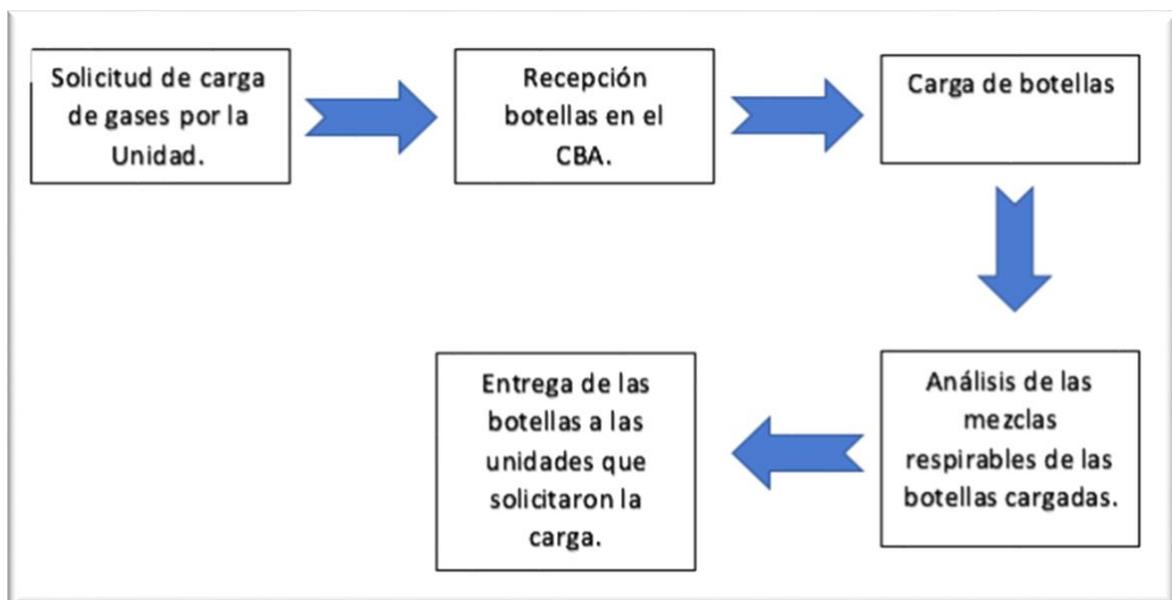


Figura 16, Proceso de trabajo recarga de gases en el CBA.

14.1.1 Solicitud de carga de gases y mezclas respirables.

Los servicios encargados de las actividades de buceo de las siguientes unidades: BSR, Neptuno, FGNE, UBMCM, UU.BB., solicitan la carga mediante un oficio vía SIMENDEF dirigido al Jefe del Servicio de Apoyo al Buceo del CBA, con la antelación suficiente (excepto emergencias) para la preparación de las mezclas respirables solicitadas.

En dicha solicitud se tiene que adjuntar cumplimentada una “Solicitud de carga de botellas” conforme al siguiente formato:

a) Se comprobará que el número y la identificación de botellas o racks se corresponde con la solicitud de carga.

b) Se comprobará que las botellas cumplan con los requisitos establecidos, mediante el control de marcas en la ojiva o culote y en las etiquetas adhesivas indelebles (periodos de validez de inspecciones periódica y anual, estado externo de la botella y de la válvula, signos de deterioro...).

c) Se IDENTIFICARÁ mediante un NÚMERO DE REGISTRO y se FIRMARÁ el reverso de la “SOLICITUD DE CARGA DE BOTELLAS” cumplimentada con anterioridad por la UCO solicitante. Indicando cualquier observación oportuna si es necesario.

d) Se clasificarán las botellas según mezcla o gas a cargar y se indicará mediante un cartel el estado de las botellas (SIN CARGAR).

14.1.3 Carga de botellas.

El personal del destino de “laboratorio y gases” seguirá el siguiente procedimiento para el control y registro de carga de las botellas o racks:

a) Se procederá a la carga de todas las botellas con un mismo gas o mezcla respirable.

b) Las botellas cargadas pendientes de analizar se estibarán, indicando mediante un cartel el estado de las botellas (CARGADAS SIN ANALIZAR).

Normas para la carga de botellas:

- Ninguna botella se cargará con gases o mezclas gaseosas respirables distintas de las que indiquen sus marcas reglamentarias, etiquetado o colores (Los colores de las botellas se registrarán conforme a la norma UNE EN 1089-3).
- Las botellas no se cargarán por encima de la presión máxima de servicio estipulada por el fabricante.

14.1.4 Análisis de las mezclas respirables de las botellas.

Una vez cargadas las botellas pasarán por el laboratorio del CBA, junto con su solicitud de carga, donde se seguirá el siguiente procedimiento para el control y registro del análisis de las botellas y racks (grupo de botellones almacenados en una estructura para tal fin, suele tener 16 botellas)

El personal técnico especializado realizará el análisis del contenido de las botellas. Comprobando que es APTO PARA EL BUCEO y que la solicitud coincide con el contenido de la botella del gas o mezcla respirable.

El responsable de la carga EMITIRÁ EL CERTIFICADO DE ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE LAS BOTELLAS.

Este proceso de trabajo está muy controlado y estructurado, estableciendo responsabilidades a los usuarios y al personal que se encarga de efectuar las mezclas de gases y la recarga de las botellas, pero el problema es que el control no está digitalizado.

Debido a la importancia que tiene el proceso de recarga y análisis de mezclas, tanto para la seguridad como para la planificación de adquisición de gases, sería necesario digitalizar todo el proceso anteriormente mencionado, ya que permitiría a la Armada tener una trazabilidad y un conocimiento en tiempo real de lo que se gasta el CBA en la adquisición de gases.

Además, permitiría a la Armada disponer de datos que ayude a establecer unos presupuestos anuales para la adquisición de gases.

La siguiente tabla refleja el número de análisis que se efectúa por el laboratorio de gases anualmente, se puede comprobar la disminución de los mismos durante los años 2019, 2020 y 2021 debido a la situación generada por el COVID-19.

CARGAS / ANÁLISIS	UCO	Nº ANÁLISIS (anuales)				
		2018	2019	2020	2021	2022
	EMB	2.255	1.565	1.050	1.783	2.300
	UBMCM	890	179	220	323	875
	FGNE	789	293	343	354	813
	NEPTUNO	235	32	53	74	240
	CBA	896	353	423	435	954
	Total	5.065	2.069	2.089	2.969	5.182

Figura 18, Numero de análisis anuales efectuados por el laboratorio del CBA.

15. GESTION DE PROCESOS EN LA ARMADA.

“La Gestión por Procesos es un método de trabajo que consiste en definir la Organización como un conjunto interrelacionado de procesos y que espera lograr la mejora constante a partir de datos objetivos proporcionados por los indicadores de rendimiento.

Para establecer la mejor forma de gestión es necesario tener en cuenta cuatro aspectos: la estrategia de la organización, los procesos de trabajo, su estructura y los recursos necesarios que permitan cumplir las misiones. La Armada ha acomodado cada uno de estos aspectos a su realidad y a sus necesidades, con un tempo que, en principio, es diferente que el de otras organizaciones, pero que le ha permitido seguir funcionando a pleno rendimiento. Este tempo ha pasado por utilizar al aspecto de la organización como atalaya para revisar los otros aspectos y como generador del cambio.

El objeto de la Gestión por Procesos es ordenar, controlar y mejorar el trabajo repetitivo y habitual de una organización, y lo hace mediante tres pilares fundamentales: La ordenación y documentación del trabajo por medio de una Estructura de Procesos que sistematice y normalice la forma de trabajar. La medición de los resultados obtenido por medio de un Sistema de Medición por Indicadores, proporcionando al Mando datos que sirvan para controlar la actividad de la Organización y el grado de cumplimiento de las Líneas Generales

marcadas. El análisis de resultados e implantación de las mejoras detectadas por medio de un Ciclo de Mejora Continua dividido en cuatro fases: Planeamiento, Ejecución, Verificación y Optimización.” (Escrigas Rodríguez, 2011).

La Armada está inmersa en un proceso de transformación digital para poder ser eficientes en el uso del dato ya que actualmente se utiliza una gran cantidad de recursos digitales en su actividad operativa y en su actividad de gestión.

Las nuevas herramientas digitales, permiten gestionar los datos con más rapidez y fiabilidad, además permite a la organización conocer en tiempo real información importante sobre el gasto efectuado en la actividad.

En el ámbito del sostenimiento de equipos a presión en la Armada, actualmente no existe una herramienta digital que permita llevar este control, por lo que el presupuesto anual para tal fin no suele ser apropiado para llevar a cabo el sostenimiento del material descrito con anterioridad.

“El proceso de la Transformación Digital en la Armada (TDA) puede y debe tener importantes consecuencias sobre la organización de la Armada, obligando a revisar los fundamentos que la inspiran para dotarla de una rápida capacidad de adaptación ante los cambios tecnológicos que se suceden a un ritmo cada vez más acelerado.

Asimismo, prepara su evolución desde un modelo de gestión como el actual, basado en el intercambio de documentos y expedientes entre diferentes órganos administrativos, hacia otro fundamentado en las relaciones persona-sistema-persona.

El éxito de este nuevo modelo de gestión, en el que tareas que antes eran encomendadas a órganos administrativos pasarán a serlo a personas individuales, dependerá en buena medida de que la Armada sea capaz de utilizar de una forma eficaz el talento de su personal, identificando los conocimientos, habilidades y aptitudes que debe poseer cada una de las personas que ocupen un puesto dentro de su estructura.” (AJEMA, 2019)

La Armada apuesta fuerte por la gestión eficiente del dato aplicando las nuevas tecnologías para mejorar en los procesos aplicados en el ámbito operativo y de gestión y actualmente la implantación de gestión por procesos es una realidad, pero es necesario mejorar estos procesos mediante propuestas de la propia organización cuando se detecte una necesidad.

La propuesta de este trabajo es crear un proceso de trabajo digital, integrado en la herramienta digital GALIA, para aportar datos de sostenimiento de material a presión.

16. GALIA.

El sistema GALIA, cuyas siglas son Gestión del Apoyo logístico Integrado de la Armada, se implanta en el año 2000 y es un sistema informático común e integrado para gestionar las necesidades de mantenimiento de las unidades e instalaciones de la Armada. Este sistema intercambia información de la Configuración, mantenimiento y adquisición de equipos y sistemas, que dispone la Armada.

El apoyo que proporciona GALIA a la Armada se muestra de forma esquematizada en la siguiente figura, y se puede resumir en estos tres objetivos:

- Desarrollo y mantenimiento de la configuración de las unidades y equipos/sistemas.
- Implantación de planes de mantenimiento en las unidades, materializados en las tareas y procedimientos de mantenimiento.
- Planificación de las reparaciones de los buques actuales y futuras.

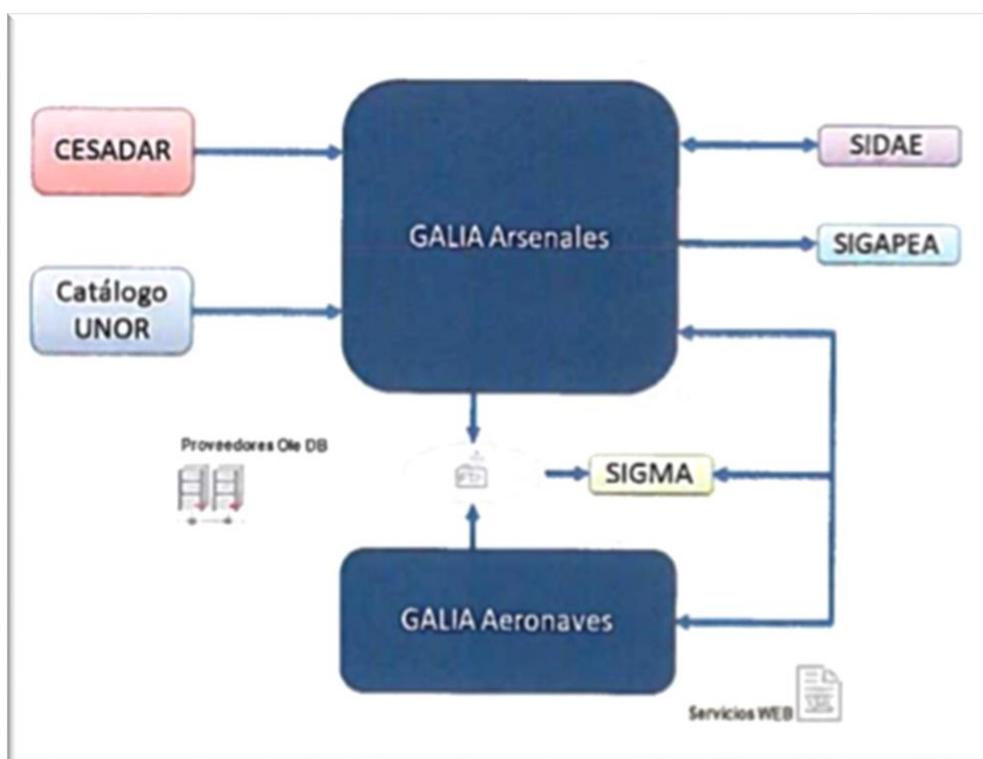


Figura 19, Apoyo GALIA a la Armada.

La configuración logística es el conjunto de:

Los elementos configurados (son las partes que componen un sistema/equipo). La Armada ha decidido representar de forma jerárquica todos estos elementos denominándolos Árbol de Elementos Configurados (AEC) y son la referencia para relacionar la información de la configuración con los procesos de trabajo logísticos implantados.

Manuales técnicos y documentación que apoyen y respalden los mantenimientos de los sistemas/equipos.

Documentación de aprovisionamiento (datos necesarios para la adquisición de repuestos y herramientas necesarias para el mantenimiento).

Como se puede comprobar, esta información es muy relevante para efectuar el sostenimiento de sistemas/equipos que dispone la Armada y en concreto, a los equipos de presión relacionados anteriormente en este trabajo.

Es muy importante gestionar la configuración de los equipos y mantener al día la documentación, siendo responsable la unidad que efectúa los mantenimientos el llevar a cabo las actualizaciones de dichos mantenimientos en GALIA.

El personal que forma parte del CIV y CIP del CBA, tienen la misión de revisar la documentación técnica (manuales y planos) y la documentación de mantenimiento y aprovisionamiento, con el objeto de mantener actualizados todos los datos que se encuentran en GALIA.

Cuando se adquiere un equipo nuevo, toda la información anteriormente mencionada sobre la configuración del nuevo equipo, hay que cargarla en GALIA por el personal responsable, una vez cargada es la JAL los que aprueban la configuración y la añaden al sistema GALIA para comenzar su gestión por parte del personal técnico.

Es importante mencionar que hay una Instrucción que regula el sostenimiento del armamento y material en el Ministerio de Defensa.

“La Directiva de Defensa Nacional 1/2004, al establecer las directrices sobre transformación de las Fuerzas Armadas necesarias para el desarrollo de la política de defensa en el ámbito nacional, pone de manifiesto la importancia de mantener el equilibrio entre la adquisición de medios nuevos y el sostenimiento de la fuerza operativa actual y la necesidad de intensificar la acción conjunta

como principio básico de actuación de las Fuerzas Armadas integrando las capacidades específicas de los Ejércitos.

Las actividades logísticas que abarca el sostenimiento de los sistemas de armas son de vital importancia para las Fuerzas Armadas, tanto por la cantidad de recursos humanos, financieros y materiales que emplea como por su impacto en la disponibilidad operativa de la Fuerza; es por lo que la eficiencia en el sostenimiento constituye una necesidad primordial de las Fuerzas Armadas.

Cada uno de los tres ejércitos tiene su propia organización de sostenimiento, que al haber evolucionado de forma independiente ha supuesto, en algunos casos, redundancia, gran fraccionamiento en la contratación y diversidad de procedimientos. En los últimos tiempos, se está produciendo una pérdida de la capacidad productiva de los Centros Logísticos, Parques, Arsenales o Maestranzas originada, entre otras causas, por la dificultad de reposición de bajas en sus plantillas y por la inadecuada especialización sobre los nuevos sistemas tecnológicamente cada vez más complejos.

Además, los sistemas de armas cada vez más complejos y el carácter expedicionario de las Fuerzas Armadas, que obliga a hacerlas más proyectables, flexibles, interoperables y más aptas para la acción conjunta, hace necesario desarrollar una estrategia de racionalización de la política de sostenimiento, al objeto de aumentar la disponibilidad operativa y eficacia de las Fuerzas Armadas.” (SUBDEF,2008).

Esta instrucción establece unas normas y criterios para racionalizar el sostenimiento en los ejércitos, tanto en la fase de adquisición de material como en su sostenimiento con el objetivo de ser eficientes en esta labor.

GALIA es la plataforma ideal para gestionar el sostenimiento de los sistemas y equipos a presión de la Armada ya que cuenta con funcionalidades que mejoran la gestión de los recursos económicos asignados, gestiona la configuración de los sistemas/equipos de las unidades de la Armada, apoya a la planificación, control, gestión y actualización de las publicaciones técnicas de los equipos, proporcionando a los mantenedores responsables toda esta documentación en un lugar accesible.

Actualmente, el sistema GALIA es utilizado por más de 4000 usuarios cada año y de gestiona más de 60.000 actuaciones de mantenimiento. Además, esta herramienta está disponible para toda la estructura jerárquica de la Armada (permite que las autoridades de la Armada puedan consultar en tiempo real el

estado operativo de los sistemas/equipos de buceo y conocer cuánto se gasta anualmente en su sostenimiento).

17. CONFIGURACION EQUIPOS/SISTEMAS EN GALIA.

Como comentaba en el anterior punto, es muy importante gestionar la configuración de los equipos y mantener al día la documentación, siendo responsable la unidad que efectúa los mantenimientos el llevar a cabo las actualizaciones de dichos mantenimientos en GALIA.

Las actividades necesarias para llevar este control son las siguientes:

- Identificar la configuración físicas de los equipos/sistemas. Esta información la proporciona el suministrador una vez que se hace la entrega de los equipos a la Armada.
- Determinar la documentación necesaria para identificar la configuración del equipo/sistema.
- Es de vital importancia controlar los cambios y modificaciones de los equipos así como la inclusión de estos cambios en la documentación de control de dichos equipos.
- Validar la configuración por parte del servicio técnico, en este caso por personal del CBA.
- Controlar todo este proceso mediante su registro en una base de datos. Esta base de datos es la propuesta en este TFM.

Durante la fase de servicio de todos los equipos/sistemas, los responsables de mantener al día su configuración será el personal que lleva a cabo las labores de mantenimiento y en su caso modificación.

GALIA permite gestionar todas las variaciones que se produzcan durante el ciclo de vida de los equipos/sistemas así como también notificar las discrepancias que se detecten en la configuración cargada en la base de datos de GALIA.

Actualmente en la Armada, los organismos que tienen acceso al GALIA para llevar a cabo el proceso de configuración son los siguientes:

- Subdirección de Mantenimiento (SUDEM) de la Dirección de Mantenimiento (DIMAN). Tienen la capacidad de introducir los datos sobre el mantenimiento as como la de mantener al día la documentación relacionada.
- Personal dedicados al mantenimiento en los Arsenales.
- Sección de material y Cargos de la Dirección de Abastecimiento y Transportes de la JAL, que se encargan de cargar los datos sobre la documentación de aprovisionamiento de los equipos/sistemas.
- El Centro de Programas Tácticos que son los responsables de introducir los datos sobre los sistemas de software que se determinen.
- La Sección de catalogación, que mantiene los datos de catalogación de los equipos/sistemas.

18.METODOLOGIA ANALISIS DE LA INFORMACION.

Para justificar la necesidad de un Sistema Integral para la gestión y el control de los equipos a presión de buceo que dispone la Armada emplearé una metodología cualitativa y cuantitativa.

Respecto a la metodología cualitativa, pretendo emplear la herramienta de la entrevista a personal técnico cualificado del Centro de Buceo de la Armada que pertenece a los talleres de segundo escalón de mantenimiento, que son los posibles usuarios iniciales del Sistema de Gestión que quiero proponer, ya que son los que gestionan toda la documentación y certificación de los mantenimientos.

Fecha	Lugar	Nombre del entrevistado	Empleo	Destino
04/04/23	CBA	Mariano Ros García	BGDA	Equipos de guerra
04/04/23	CBA	Alejandro Gutiérrez Sauri	CC	Secretaria Técnica
04/04/23	CBA	Rocío Casasús Galvache	CIVIL	Ingeniera Química
05/04/23	CBA	José Antonio Angulo Nieto	SBTTE	CIP y CIV CBA

06/04/23	CBA	Miguel Ángel Carrasco Hernández	CIVIL	Ingeniero mantenimiento cámaras hiperbáricas
06/04/23	CBA	Mariano Cegarra	SBTTE	Equipos de gran profundidad.
12/04/23	FAM	Roberto Ortiz	CC	CG FAM
24/04/23	OCEPIT	Alejandro Vallhonrat	TN	Certificador OCEPIT

Figura 20, Ficha de personal entrevistado.

En cuanto a la metodología cuantitativa, pretendo emplear los datos expuestos anteriormente para demostrar que se trabaja con un volumen importante de documentación para ser gestionado mediante una herramienta informática.

19.NECESIDAD DE UN SISTEMA DE GESTION INTEGRAL PARA EL CONTROL DE EQUIPOS A PRESION.

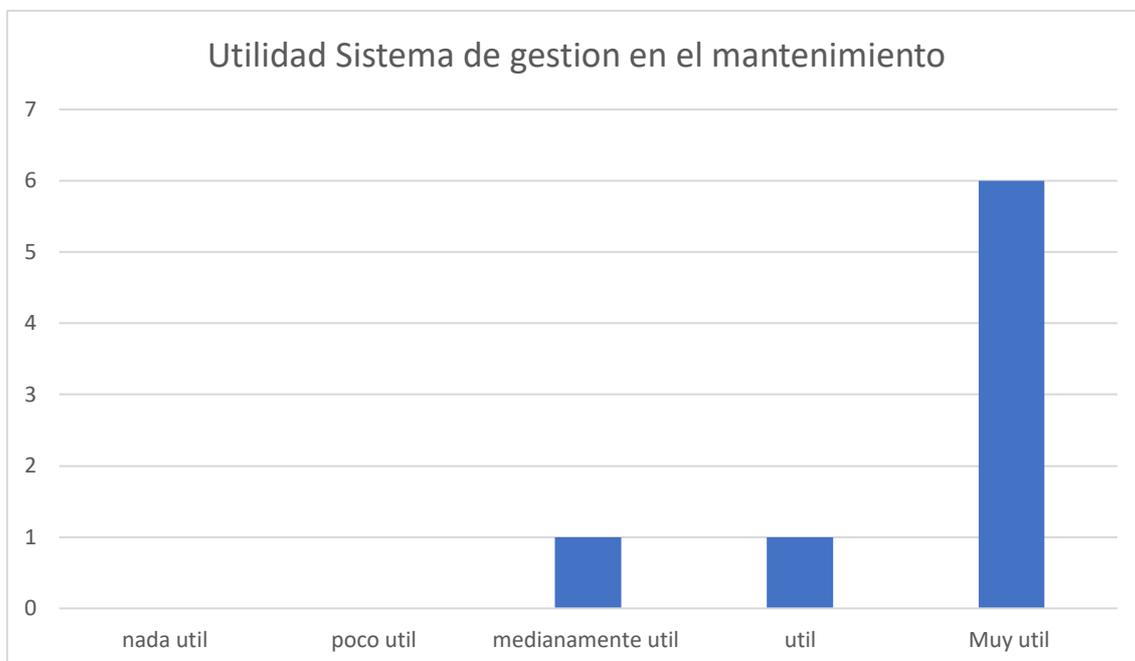
Para justificar la necesidad de esta herramienta, entrevisté a personal técnico que actualmente está destinado en el CBA y se encarga del mantenimiento de equipos (1 y 2 escalón de mantenimiento), recarga de gases y fabricación de mezclas de gases.

Durante la entrevista, tuve la oportunidad de escuchar la opinión del personal técnico, anteriormente relacionado, respecto a disponer de una herramienta informática que pueda generar una base de datos con lo necesario para efectuar la tarea de mantenimiento, recarga y certificación de equipos.

Cabe destacar, que el personal dedicado al mantenimiento en el CBA tienen una cierta permanencia en el destino y los actuales mantenedores disponen de bastante experiencia ganada durante bastantes años. Además el CBA cuenta con personal civil que desarrolla su labor siempre en el mismo puesto por lo que con el tiempo disponen de mucha experiencia y son parte de la memoria histórica del destino.

Los resultados obtenidos en estas entrevistas fue el siguiente:

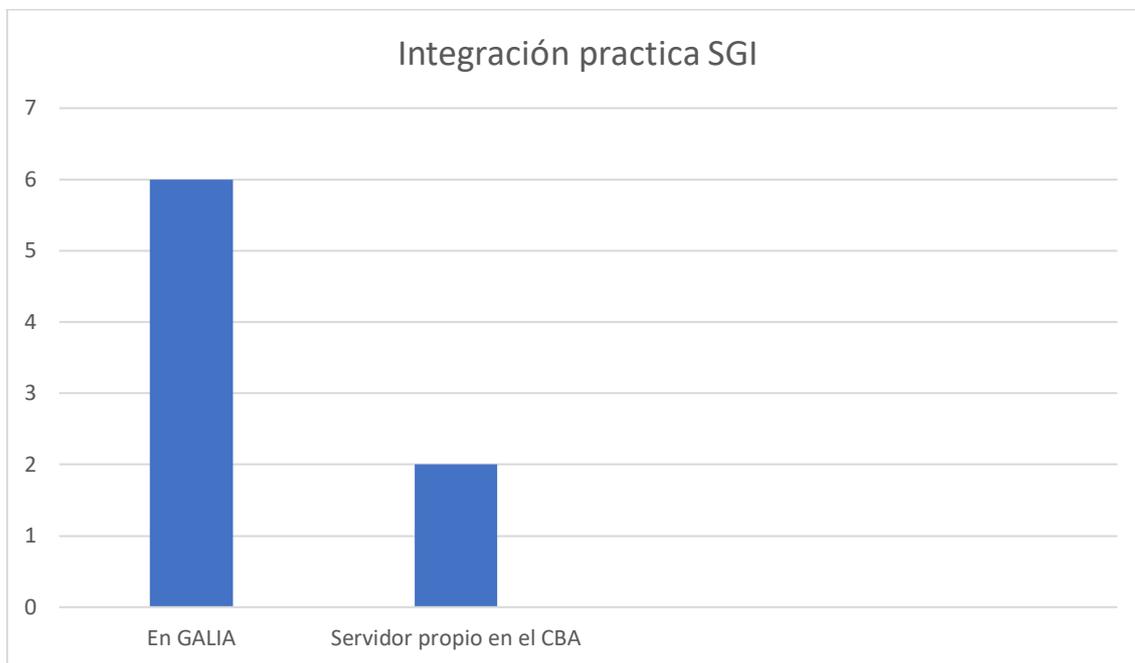
- **Respecto a la utilidad de un sistema de gestión para mantenimiento de equipos a presión:**



6 técnicos consideran muy útil esta herramienta, 1 lo considera útil y 1 medianamente útil.

Todos mostraron el convencimiento de la utilidad de una herramienta que les permita llevar un control digital de todos los procesos para ser más eficaces en la tarea, ya que permitiría informatizar todo el proceso y tener todos los datos accesibles por toda la cadena de mantenimiento y aprovisionamiento (adquisición de repuestos).

- **Respecto a si es factible utilizar este sistema de gestión dentro de GALIA o crear una herramienta exclusiva.**

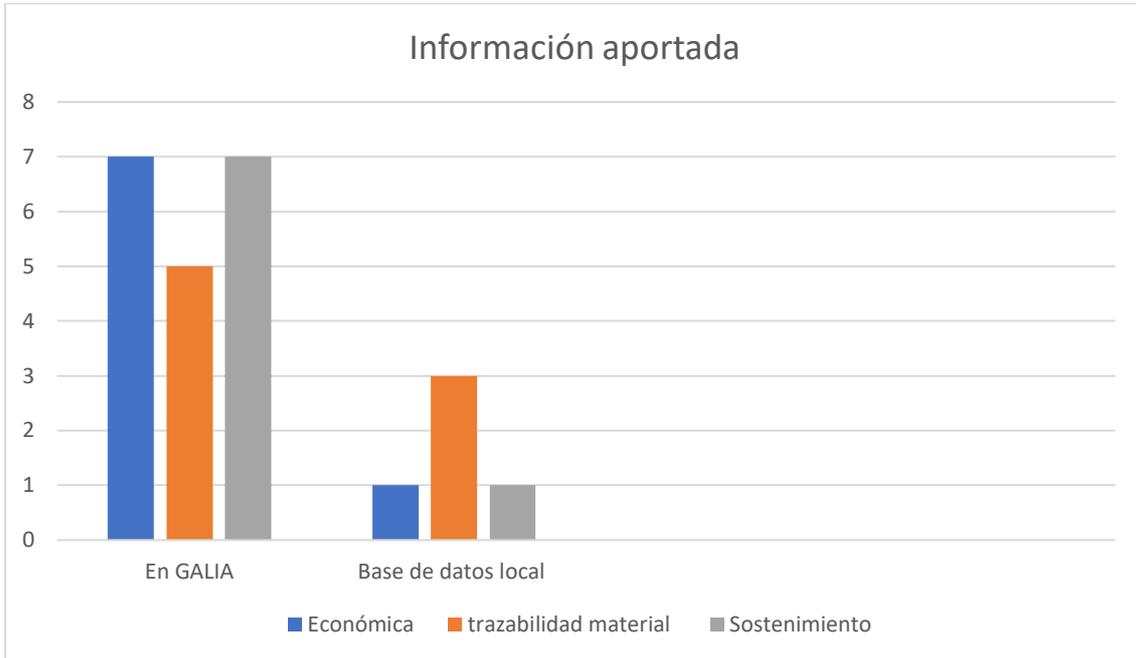


La mayoría de los técnicos opinan que la opción mejor es la de gestionar toda la información en el sistema GALIA de la Armada, pero cabe destacar, que los 6 técnicos que han elegido integrar el SGI en GALIA, han propuesto que sería bueno que, durante un año, se efectuara todo este proceso en un servidor situado en el CBA para comprobar que los datos generados se pueden integrar en GALIA.

Una vez comprobada la viabilidad de instalar un servidor en el CBA para comprobar esta funcionalidad, resulta inviable esta propuesta debido a su elevado coste de adquisición e instalación.

La ventaja que tiene GALIA para la gestión del sostenimiento de los equipos/sistemas a presión es que es una plataforma familiar y casi todo el personal involucrado en el sostenimiento ha trabajado ya con dicha herramienta.

- **¿Piensa Ud. que este sistema de gestión aportaría información valiosa a la Armada?**



Respecto a esta pregunta, se puede observar que se obtendría mayor información sobre el sostenimiento (gasto anual en efectuar el sostenimiento de los equipos/sistemas a presión), trazabilidad del material (aportarían seguridad al usuario al conocer el historial de mantenimientos del sistema/equipo) y económica (a poder establecer una financiación estable anual).

Las conclusiones obtenidas de los técnicos respecto a la implantación de una herramienta de gestión integrada en GALIA son muy favorables, ya que les permitiría un proceso de trabajo más sencillo que el actual y además, lo más destacado por todos, es la visibilidad para la Armada de estos trabajos con el fin de obtener un recurso económico estable anual.

20. PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO.

Para justificar la necesidad de esta herramienta, elaboro el siguiente DAFO:

FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS
<p><u>DEBILIDADES</u></p> <p>Desconocimiento del gasto real anual en sostenimiento de equipos a presión en la Armada.</p> <p>La posibilidad de no poder intercambiar datos sobre el sostenimiento de los equipos a presión por los diferentes actores en la cadena de sostenimiento.</p>	<p><u>AMENAZAS</u></p> <p>Gran volumen de informes en soporte papel generado en el proceso de sostenimiento.</p> <p>Posibilidad de accidente (personal) debido a la falta de información en los elementos integrados en la cadena de sostenimiento.</p>
<p><u>FORTALEZAS</u></p> <p>Acceso al historial de mantenimientos y operatividad de equipos en tiempo real.</p> <p>Disponibilidad de datos de mantenimiento para facilitar la certificación de los equipos por personal cualificado.</p> <p>Reducción de tiempo en elaborar los certificados de mantenimiento reduciendo considerablemente el tiempo que están los equipos no disponibles.</p> <p>Mejora la seguridad de los buceadores al disponer de una información real del estado de los equipos y mezclas.</p>	<p><u>OPORTUNIDADES</u></p> <p>Mejora inmediata en la eficacia en las tareas de mantenimiento actuales.</p> <p>Posibilidad de exportar los datos generados al sistema de mantenimiento de la Armada GALIA.</p> <p>Posibilidad de firmar certificados por personal cualificado estando fuera de la unidad.</p> <p>Permitir a la Armada de conocer el gasto real en el mantenimiento del material de buceo y poder programar una financiación acorde al gasto real.</p> <p>Asegurar la trazabilidad de los equipos cuando son trasladados a las diferentes localizaciones.</p>

Figura 21, DAFO

Las funcionalidades necesarias que propongo incluir para gestionar mediante el sistema GALIA para la gestión de los sistemas/equipos a presión en la Armada, son las siguientes:

20.1 GESTIÓN DE USUARIOS.

Esta funcionalidad da la opción de gestionar el acceso a la información por parte de los usuarios, así como el tratamiento de esta, estableciendo una jerarquía de permisos.

Con el objeto de implantar un sistema de auditoría que permita reportar el histórico de cambios, se determinan los privilegios de cada usuario definiendo:

Niveles (administrador, jefe de servicio, jefe de grupo de mantenimiento, operario).

Destinos/talleres (Reglaje, CIP, Zonas de recarga y almacenamiento de gases, Laboratorio).

Procesos (inspección botellas, mantenimiento de reguladores, control de gases).

Permisos (registro y control de datos, firma de informes y certificados).

20.2 GESTIÓN DE LOS ELEMENTOS SUJETOS A SEGUIMIENTO Y CONTROL.

Actualmente la normativa obliga a que todos los equipos a presión estén controlados por número de serie.

En el caso de que esté troquelado en el equipo (botellas), será identificado con código QR o Bidi, para el acceso inmediato a los datos asociados al mismo. En el caso de que el número de serie esté grabado a laser en el equipo (griferías, reguladores), será necesario una solución de reconocimiento óptico de caracteres (función OCR de escaneo rápido de códigos alfanuméricos).



Figura 22, Sistema lector código QR.

En el alta de datos inicial, se aportarán los datos comunes a todos los elementos, respecto a su identificación: bloque identificador, número de serie, propietario (UCO), equipo en el que esté instalado, y el resto de las características técnicas (botellas: tipo de material, gas almacenado, presión máxima, presión de prueba necesarias para su seguimiento).

En el seguimiento periódico de cada elemento se almacenarán los siguientes datos para revisión:

- Fecha, tipo de inspección, resultado, programación e histórico.
- Datos del CIP/taller
- Nombre inspector y tiempo de ejecución del mantenimiento.
- Datos del centro de recarga de gases/laboratorio.
- Orden de ejecución.

La estructura de datos relativos a la trazabilidad de cada elemento se configura en función de sus acciones de mantenimiento y uso:

- Cilindros (verificación anual y periódica, nº cargas, análisis).
- Griferías (revisión anual)
- Reguladores (mantenimiento anual).
- Botellones (verificación a los diez años, control de consumos y reservas)
- Baterías, racks y depósitos de gases.

Hay que tener en cuenta el conjunto de datos asociados a dichos elementos que completan la información necesaria para generar estadísticas de consumos: UCO solicitante, UCO procedencia, tipo de solicitud (Guía de Entrega, mensaje, oficio), vigencia de la inspección, cursos.

20.3 MÓDULOS DE GESTIÓN DEL SEGUIMIENTO DE BOTELLAS.

El sistema de gestión debe registrar todo el procedimiento operativo, así como las interacciones de los usuarios del sistema (transferencia de datos).

En el siguiente diagrama se puede ver el flujo a seguir por los técnicos responsables (CIP, Instalaciones Hiperbáricas, Laboratorio) en cada fase (Identificación, inspección, carga y análisis).

Inspección:

Datos requeridos para los procesos llevados a cabo en el CIP:

Control de botellas: Datos relativos a su verificación (nº inspecciones, última y próxima inspección...).

Control del total de las inspecciones realizadas y pendientes (tipo, solicitante, mes, año).

Carga:

Datos requeridos para los procesos llevados a cabo en el local de cargas de mezclas: equipo, presión de carga y tipo de mezcla.

Análisis:

Datos requeridos para los procesos llevados a cabo en el Laboratorio: resultado análisis de gases.

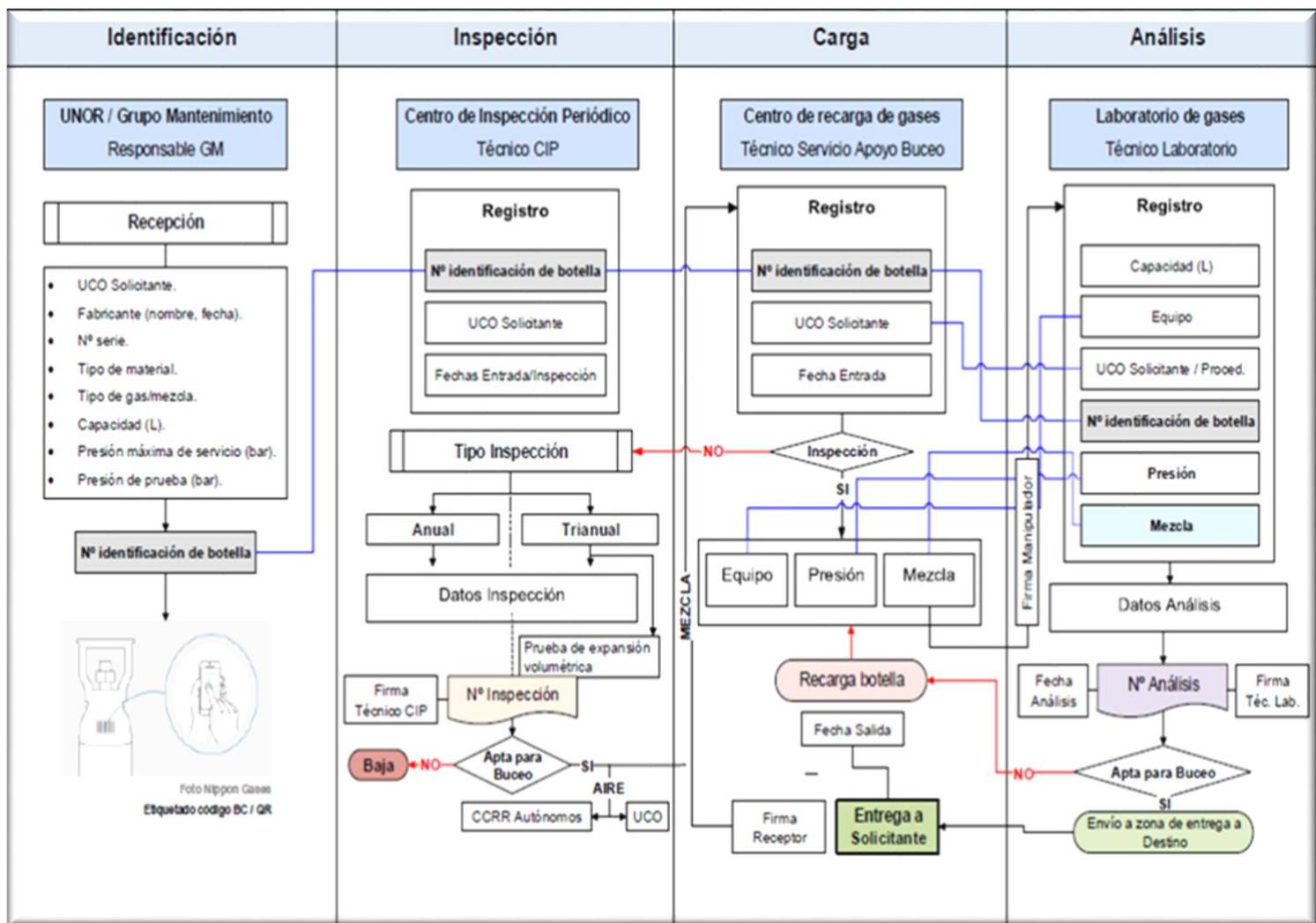


Figura 23, Procesos del laboratorio de gases.

20.4 CONTROL DE GASES.

GALIA permitirá actualizar la información relativa al control de gases resultado de los procesos descritos en el apartado anterior.

Fabricación:

Control del gasto necesario en gases puros (100% Oxígeno y 100% Helio) para la fabricación de mezclas en el CBA Informe de gases adquiridos, y estimación de gasto por trimestre. (conforme siguiente esquema).

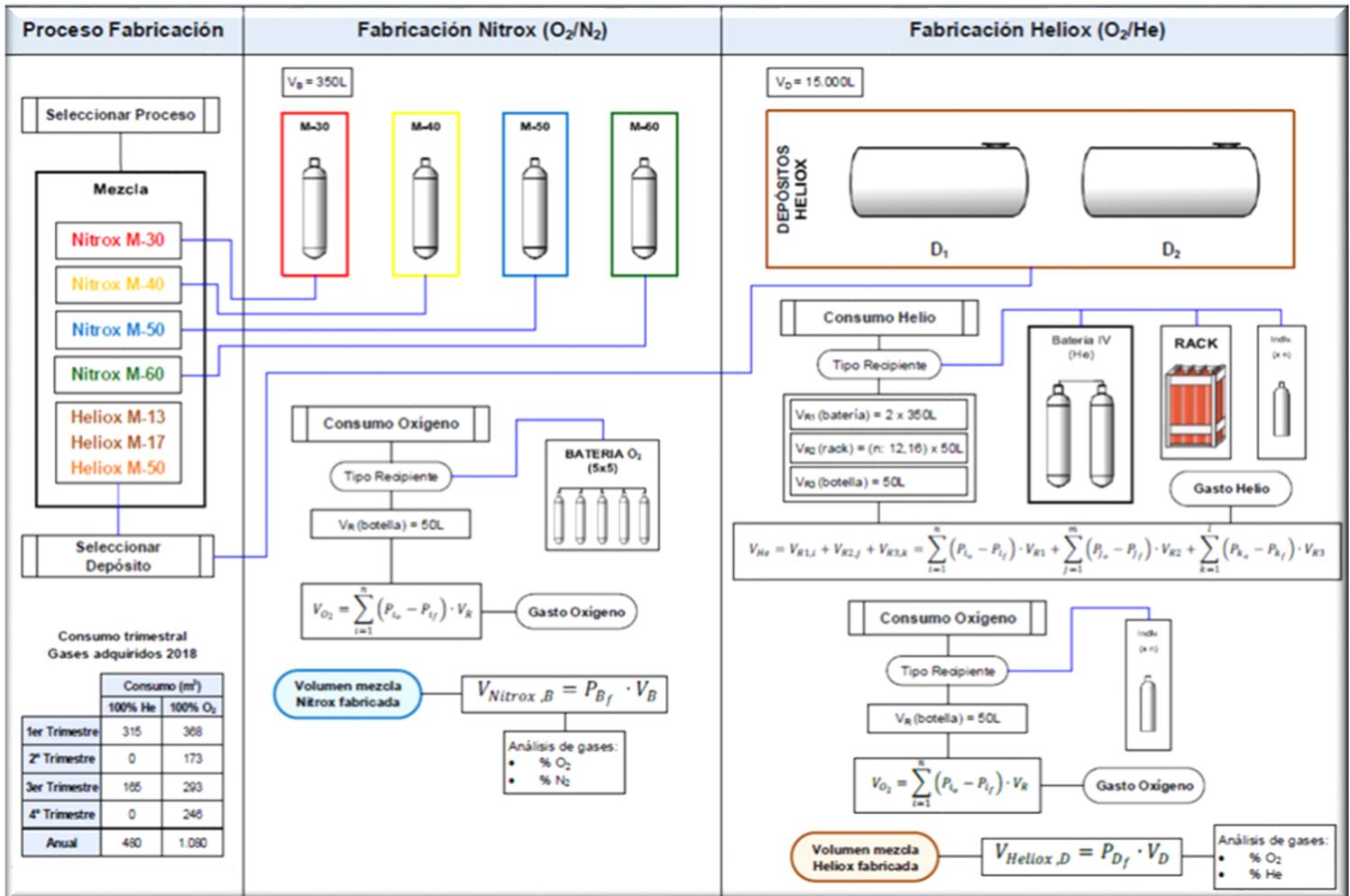


Figura 24, Control de gasto de gases.

Reservas:

Control a tiempo real (antes y después) de las reservas de gases/mezclas almacenadas (tipo gas/mezcla, volumen, recipiente de almacenamiento, hora, día, mes, año). Informes de control de la variación del consumo por periodo.

Consumos:

Control de gases suministrados (tipo mezcla, solicitante, trimestre). Generación de informes de suministro de gases a unidades. (según siguiente esquema).

20.5 EMISIÓN DE INFORMES Y CERTIFICADOS.

El inspector del CIP podrá emitir el informe de su inspección, según el formato establecido actualmente en los CIP, así como consultar informes anteriores y gráficos comparativos de datos que permita una evaluación precisa y completa de su vida útil.

En el informe de la inspección visual, GALIA permitirá realizar las siguientes acciones:

- Registrar el resultado de la comprobación visual, importar las imágenes del boroscopio³.
- Incluir los datos del control de pesos, medición de espesores, grado de desgaste de la rosca del cilindro y revisión de griferías.

El operador podrá añadir las observaciones complementarias al resultado de la inspección.

En ambos casos, desde el lector portátil se podrá imprimir las etiquetas de la próxima inspección. El ingeniero, tras verificar los resultados del informe de inspección, procederá a la firma electrónica del correspondiente certificado (IP Sostenimiento, 03/2017, AJAL).

El técnico de instalaciones hiperbáricas, previa consulta de la vigencia del certificado deberá poder registrar la carga de gas/mezcla y llevar un registro de las cargas realizadas, entradas, equipo de utilización final, curso. Con los datos de inicio (presión máxima de servicio, presión de carga, tipo de mezcla), el

³ Herramienta que se utiliza para comprobar el estado de corrosión del interior de una botella/recipiente a presión.

operador podrá insertar tipo de mezcla y cantidad suministrada. Tras la firma del responsable de la carga, el equipo automáticamente pasará al estado siguiente, pendiente de análisis.

El técnico de laboratorio deberá poder emitir su correspondiente informe con los resultados del análisis. Tras su firma, el equipo podrá volver al responsable de la carga para proceder a su expedición, finalizando con las firmas del responsable de la carga y el receptor del equipo, confirmando su operatividad.

20.6 INFORMES GLOBALES PERIÓDICOS.

Desde esta herramienta, se podrá generar el informe trimestral de actividad, donde se reflejará el número de equipos inspeccionados por unidad, aquellos equipos que pudieran considerarse como no útiles para la Armada y el programa de inspecciones previsto para el trimestre siguiente, (IP Sostenimiento, 03/2017, AJAL), cumpliendo el objetivo de reducir la carga de trabajo administrativo del CIP.

También generará valor añadido, reportando datos estadísticos por período, desde el número de cargas y análisis realizados por unidad o curso, hasta los consumos de gases por período, de especial interés para hacer una adecuada y ajustada planificación de recursos para satisfacer las necesidades de las unidades.

21. CONCLUSIONES.

Al principio del trabajo recalca que los procesos de recarga de botellas, mantenimiento de segundo escalón de botellas, reguladores, reductoras y el control de gases especiales (fabricación, consumos, reservas), así como los análisis de gases, están ligados a los de inspección, debido al uso compartido de los datos necesarios para su seguimiento (fabricación, procedencia, equipo, fechas, gas contenido).

También es importante recalcar que los equipos de buceo autónomo y los elementos a presión de las instalaciones hiperbáricas que forman parte de los complejos hiperbáricos de la Armada requieren un seguimiento específico e individualizado que garantice su seguridad, ya que hay que garantizar la seguridad del personal utilizador para que no haya accidentes.

Actualmente en la Armada, no existe una herramienta informática que realice una gestión integrada de la información del sostenimiento de material relacionado con equipos a presión como son las botellas de buceo, reguladores, latiguillos y mangueras, las mezclas respirables de buceo que se elaboran o cargan en el CBA, permitirá al personal del CBA concentrar sus esfuerzos, reduciendo considerablemente las tareas de gestión administrativa y aumentando la eficiencia y productividad.

Para ello es necesario la implementación de una herramienta informática, que permita a la Armada gestionar toda la información sobre lo que conlleva los procesos anteriormente mencionados y permita garantizar el cumplimiento de conservación de registros exigidos por la normativa reflejada en el REP.

Esta herramienta informática para procesos tan cíclicos mejorará la seguridad y la calidad del trabajo. También reducirá el tiempo de generación de documentación, evitando la introducción de los mismos datos repetidamente, lo que repercutirá en el rendimiento Hora/Hombre, y mejora la comunicación dentro de un ámbito en el que se interconectan varios procesos de trabajo, logrando una sincronía entre los equipos de trabajo.

Además, esta herramienta permitirá a la Armada tener un conocimiento del coste real que conllevan los mantenimientos e inspecciones de todos los equipos a presión, así como aligerar notablemente la carga de trabajo administrativo para el personal del segundo escalón de mantenimiento del CBA.

Esta herramienta, que sería un sistema integrado de gestión (SIG) destinada a integrar y optimizar los procesos y actividades del sostenimiento de los equipos y sistemas a presión de la Armada con el objetivo de mejorar la eficiencia, la eficacia y además poder cumplir con la norma ISO 9001 para la gestión de calidad y la norma ISO 14001 para la gestión ambiental, que actualmente no están implantadas en estos procesos actuales.

Lo ventajoso de esta funcionalidad es que se puede integrar en el sistema GALIA, ya que es la plataforma ideal para gestionar el sostenimiento de los sistemas y equipos a presión debido a que cuenta con funcionalidades que mejoran la gestión de los recursos económicos asignados, gestiona la configuración de los sistemas/equipos de las unidades de la armada, apoya a la planificación, control, gestión y actualización de las publicaciones técnicas de los equipos, y proporciona a los mantenedores responsables toda esta documentación en un lugar accesible.

22. BIBLIOGRAFIA.

AJAL. (2010). *Manual MAP1.*

AJAL. (2011). *Instrucción Permanente De Mantenimiento Sobre Instalación, Inspecciones Periódicas, Reparación Equipos a Presión.*

AJAL. (2014). *Manual De Inspección y Certificación de Equipos a Presión e Instalaciones Técnicas En La Armada.*

AJAL. (2016). *Organización De Los Arsenales.*

AJAL. (2017). *Instrucción Permanente De Sostenimiento Sobre La Organización Del Organismo De Control De Equipos a Presión e Instalaciones Técnicas De La Armada (OCEPIT).*

AJAL. (2017). *Organización De Los CIP Y CIV.*

AJAL. (2018). *Manual de procedimientos específicos para centros de inspección periódicas (CIP) y centros de inspección visual (CIV).*

AJAL. (2018). *Sostenimiento Del Material De Buceo De La Armada.*

AJAL. (2023). *Visión del AJAL Arsenal Inteligente.*

AJEMA. (2012). *D-BC-01 Cambio 3.*

AJEMA. (2015). *Concepto De Intervención Subacuática.*

AJEMA. (2019). *Plan De Transformación Digital De La Armada 2019-2021.*

CRESPO ALONSO. (2020). *Oxigenoterapia hiperbárica en urgencias.*

AJEMA. (2020). *Directiva de logística del material de buceo.*

ARMADA-UME. (2019). *Protocolo UME-Armada para Mantenimiento, Inspección y Certificación Equipos.pdf.*

Escrigas Rodríguez, J. E. (2011). La Implantación de la gestión por procesos en la Armada. La Eficiencia en la organización. *IEEE.ES*, 60.

Instituto Nacional de Salud y Trabajo (Ed.). *Instalaciones equipos a presión 2019.pdf*. Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social.

Instrucción 67/2011, de 15 de septiembre, del Secretario de Estado de Defensa, por la que se regula el Proceso de Obtención de Recursos Materiales. (2011).

MINISDEF. (2020). *Plan de acción del Ministerio de Defensa para la transformación digital.*

BOE (2021). *Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*

Ros, A. (2002). *Los sistemas de gestión integral de la documentación en las organizaciones.*

Saizarbitoria, I. H. (2007). *La integración de sistemas de gestión basados en estándares internacionales: resultados de un estudio empírico realizado en la CAPV.*

Saizarbitoria, I. H., & Fa, M. C. (s. f.). *Los estándares internacionales de sistemas de gestión.*

Norma europea UNE-EN 1089-3 (2011), Norma sobre pintado de botellas.