

- emerging economies . Socio-Economic Planning Sciences , 1-12. doi:https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101513
- Suong-Mai Vu Ngoc, M.-A. N.-L.-T. (2022). COVID-19 and environmental health: A systematic analysis for the global burden of biomedical waste by this epidemic. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering(6), 1-6. doi:https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100245
- United Nations Environment Program, U. (2012). Compendium of Technologies for the Treatment/Destruction of Sanitary Waste. Obtenido de https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8628
- Vallejo Ilijama, M. C. (2019). Manejo de los desechos infecciosos hospitalarios en el centro de salud “Cordero Crespo”. Ecuador 2017. Revista de Investigación Talentos Volumen , VI(2), 72-84.
- Vera, L. (2019). Manejo de desechos hospitalarios y riesgo ocupacional en el personal auxiliar de limpieza. Universidad Estatal Del Sur De Manabí. doi:http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1646/1/UNESUM-ECUADOR-ENFERMERIA-2019-42.pdf
- Villalobos, M. (2019). Desechos hospitalarios y el impacto ambiental que genera en los botaderos municipales de residuos sólidos. Universidad Estatal de Milagro . Milagro - Ecuador: Universidad Estatal de Milagro. Obtenido de http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/5315/1/VILLALOBOS%20CASTRO%20MIGUEL%20ANGEL%20-%20PROYECTO%20DE%20INVEST..pdf

Mantenimiento y Puesta a Punto de Motores Fuera de Borda que Operan en la Costa Ecuatoriana

Maintenance and Overhaul of Outboard Motors Operating on the Ecuadorian Coast

Franklin Marcelo Osorio-Cobos¹
Universidad Técnica De Manabí - Ecuador
fosorio9364@utm.edu.ec

María Rodríguez-Gámez²
Universidad Técnica De Manabí - Ecuador
mariaRodriguez@utm.edu.ec

doi.org/10.33386/593dp.2023.5.2030

V8-N5 (sep-oct) 2023, pp. 449-464 | Recibido: 17 de julio de 2023 - Aceptado: 17 de agosto de 2023 (2 ronda rev.)

1 ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7938-9958>

2 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3178-0946>

Cómo citar este artículo en norma APA:

Osorio-Cobos, F., Rodríguez-Gámez, M., (2023). Mantenimiento y Puesta a Punto de Motores Fuera de Borda que Operan en la Costa Ecuatoriana. 593 Digital Publisher CEIT, 8(5), 449-464, <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.5.2030>

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

Los motores fuera de borda son empleados con suma frecuencia para las operaciones de pesca, actividades turísticas y deportivos a lo largo de las costas del Ecuador, incrementándose con rapidez su demanda en el mercado local, lo cual ha generado que los fabricantes realicen un trabajo de asesoría constante mediante manuales y guías de mantenimiento para garantizar la operatividad de estos equipos; por lo cual, el objetivo de este estudio se centró en describir el mantenimiento y puesta a punto que se debe proporcionar a los motores fuera de borda que operan en el litoral ecuatoriano.

Se empleó una metodología mixta, basada en la revisión de fuentes de información secundarias como libros, guías, manuales, páginas web, documentos de páginas web, tesis de posgrado y artículos académicos-científicos sobre el objeto de estudio. Como resultados se describieron mediante tablas y figuras ilustrativas, todas las operaciones y controles-inspecciones de mantenimiento que deben proporcionarse a este tipo de motores para su óptimo funcionamiento, encontrándose que la batería es uno de los equipos claves para la operatividad de los motores fuera de borda.

Se pudo concluir que, una de las formas de lograr la vida útil de esta maquinaria y por ende conseguir un mejor rendimiento se debe tanto a la implementación del programa de mantenimiento según las características del motor, cuanto, de su cumplimiento a cabalidad, considerando la identificación de las funciones de los equipos y sistemas, para determinar los parámetros de operación con los que debe trabajar el motor.

Palabras clave: falla, mantenimiento programado, motor fuera de borda, operatividad, tarea de mantenimiento

ABSTRACT

Outboard motors are used very frequently for fishing operations, tourist and sports activities along the coasts of Ecuador, rapidly increasing their demand in the local market, which has led manufacturers to carry out a job of constant advice through manuals and maintenance guides to guarantee the operability of this equipment; Therefore, the objective of this study focused on describing the maintenance and tuning that must be provided to outboard motors that operate on the Ecuadorian coast.

A mixed methodology was used, based on the review of secondary information sources such as books, guides, manuals, web pages, web page documents, postgraduate theses, and academic-scientific articles on the object of study. As results, all the operations and maintenance controls-inspections that must be provided to this type of motors for their optimal operation were described by means of illustrative tables and figures, finding that the battery is one of the key equipment for the operation of motors outside of Rail.

It was possible to conclude that one of the ways to achieve the useful life of this machinery and therefore achieve better performance is due both to the implementation of the maintenance program according to the characteristics of the engine, as well as its full compliance, considering the identification of the functions of the equipment and systems, to determine the operating parameters with which the engine must work.

Key words: failure, scheduled maintenance, outboard engine, operability, maintenance task

Introducción

Los motores fuera de borda deben su nombre a su forma de instalación que se la realiza en el espejo de la lancha, es decir en la parte externa de la borda de la popa (García, 2010); están provistas de hélices y dirección para cumplir la finalidad de dar fuerza para poner a la embarcación en movimiento y permitirle navegar, por lo cual debe estar en perfectas condiciones (Córdova, 2013). Corresponden al tipo de motores de combustión interna alternativos comúnmente denominados motores de explosión que trabajan con diésel o gasolina; estos motores son maquinarias de 2 o 4 tiempos empleadas en la operación de embarcaciones ligeras como las lanchas utilizadas para la pesca (Quiroz, 2017).

En la costa ecuatoriana, las embarcaciones emplean este tipo de motores para las diversas operaciones de navegación y pesquería que realizan, con mucha frecuencia, en tal sentido, dado el uso que se hace de estos motores, el mantenimiento que se les proporcione es fundamental para garantizar la operatividad y puesta a punto de estas maquinarias.

Siendo el mantenimiento, “la actividad de la cadena de valor que facilita la conservación de los activos y previene daños en la infraestructura y activos organizacionales, para mantener la eficiencia y productividad interna que se transmita en una mayor competitividad” (Moubrey, 2010); este, debe estar a cargo de mecánicos cualificados y concesionarios de motores fuera de borda autorizados, ya que la participación de mecánicos sin experiencia o personas autodidactas, que no cuenten con las herramientas ni los equipos apropiados, pueden no ser capaces de realizar adecuadamente los trabajos de servicio que requiere el motor y ocasionar un daño que no tenía antes de comenzar con las tareas de mantenimiento (Suzuki, 2022), además, las reparaciones mal realizadas pueden causar heridas al mecánico y convertir al motor en un elemento inseguro, tanto para el operador como para los pasajeros de la embarcación. (Ortega, 2014)

Teniendo en cuenta esa consideración, el profesional que realice los procedimientos de mantenimiento de los motores fuera de borda, es quien ya posee el conocimiento básico y las habilidades necesarias para realizar trabajos de servicio en estos motores. En el contexto expuesto, el objetivo del estudio responde a describir el mantenimiento y puesta a punto que se debe proporcionar a los motores fuera de borda que operan en la costa ecuatoriana.

Revisión Teórica

Motores fuera de borda

Un motor fuera de borda (MFB) es un sistema de propulsión para botes, que consiste en una unidad autónoma que incluye motor, transmisión y hélice, diseñada para ser colocada en la parte exterior de la embarcación. Tiene la finalidad de dar fuerza para poner a la embarcación en movimiento y permitirle navegar, por lo cual debe estar en perfectas condiciones. (OSPESCA, 2012)

“Es una máquina que provista de hélices y dirección, dan movimiento a embarcaciones ligeras, de trabajo o deportivas” (Salinas, 2008). Su nombre se deriva de su instalación, ya que estas máquinas se colocan en la parte exterior de la borda de popa de las embarcaciones, denominadas espejo. Ofrece un buen control de la dirección, ya que está diseñado para girar sobre sus monturas y por lo tanto controlar la dirección del empuje generado por la hélice.

La popularidad de los motores fuera de borda radica en lo versátiles y maniobrables que son, satisfaciendo así necesidades de una gran diversidad de embarcaciones con ventajas tales como que, en comparación con los motores instalados a bordo, conocidos como internos o dentro-fuera, éstos se pueden desmontar fácilmente para su almacenamiento o reparación (Torralvo, 2011).

Partes de un MFB

Un motor fuera de borda se divide en varias secciones: Brazo, cabeza, pata (larga o corta) y caja de transmisión (ESPOL, 2019). Las

partes que lo componen se visualizan en la figura 1.

Figura 1
Partes de un motor fuera de borda



Nota: Tomado de (ESPOL, 2019).

Fallas en el funcionamiento de los MFB

Las principales fallas en el funcionamiento del motor fuera de borda se deben a las siguientes causas:

Bujías sucias, las cuales no producen la chispa necesaria para hacer arder toda la mezcla, y por lo tanto, el motor pierde potencia, tiembla, y el arranque en frío se dificulta.

Bujías humedecidas con aceite, producen el mismo efecto que el punto anterior, e incluso hacen que el motor no encienda. Puede ser el indicador de una falla grave, tal como deficiencias en los anillos de compresión o rajaduras en las paredes del cilindro.

Combustible inadecuado, significa que la gasolina no es del octanaje más propicio para el funcionamiento eficiente del motor, o que la mezcla aceite/gasolina es incorrecta, lo cual se traduce en un calentamiento excesivo (si hay muy poco aceite en la mezcla) o en pérdida de potencia y exceso de humo en el escape de gases (que corresponde a exceso de aceite en la mezcla) (Suzuki, 2022).

Con respecto a este punto, debe tratar de suministrar el combustible más apropiado

para el motor. Las especificaciones del motor generalmente recomiendan un cierto número de octanos en la gasolina para un funcionamiento eficiente.

En cuanto al aceite en la mezcla, los motores fuera de borda tienen que ser provistos de aceite especial para motores de dos tiempos mezclado con el combustible a usarse, por razón de que no tienen depósito de aceite para lubricación de las partes internas tales como pistón, cilindro, cigüeñal, etc. Esto se debe, más que todo, a la disposición vertical de los motores, lo cual dificulta el manejo de fluidos internamente en el motor (YAMAHA, 2020).

Lo que se recomienda generalmente es una relación 50:1, o sea, una pinta de aceite para motores de 2 tiempos por cada seis galones de gasolina. Para asegurarse de que la mezcla a usarse es la correcta, es bueno consultar previamente el manual de instrucciones o las especificaciones que vienen en el motor.

Otras fallas que se dan en los MFB se incluyen en la tabla 1.

Tabla 1
Otras fallas de los MFB

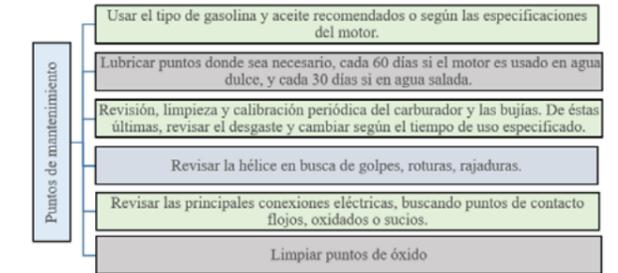
Falla	Consecuencias
Carburador sucio o en mal estado	Produce funcionamiento defectuoso, vibraciones, "tos", etc.
Sistema de enfriamiento obstruido	Es un punto que debe ser considerado cuando se navega en cuerpos de agua en donde es factible encontrar residuos tales como papel, fundas, hojas, ramas, etc. Uno de estos contaminantes puede obstruir la entrada de agua para el sistema de enfriamiento (localizada en la parte baja de la pata) y hacer que el motor se sobrecaliente. Esto puede ser advertido si se deja de ver el chorro de agua procedente de la salida del sistema de enfriamiento, que generalmente queda en la parte posterior del motor, en la parte alta de la pata.
Vibración excesiva, ruidos inusuales	Pueden deberse a una hélice defectuosa (golpeada, rota, doblada), o a un eje fuera de alineamiento.
Pérdida de potencia	Puede darse por causa de bobinas defectuosas (revisar si no gotea aceite o algún tipo de fluido), cables de bujías defectuosos (rotos, lascados, partidos) o un distribuidor defectuoso (taparota, puntos de contacto gastados), así como de las partes eléctricas menores (platinos, condensador, etc.).
Arranque eléctrico defectuoso	Puede deberse a puntos de contacto eléctrico con suciedad, flojos, sulfatados o con óxido, así como una batería que sea de una potencia inferior a la necesitada, o que tenga carga débil. No debe descartarse la posibilidad de que el motor de arranque tenga carbones de encendido gastados o los dientes del volante estén rotos.

Nota: Tomado de (MOBIL, 2012).

El mantenimiento regular permite el uso satisfactorio del motor durante un período extendido de tiempo, y, sobre todo, permite prevenir daños verdaderamente costosos que pueden darse por descuido en los requerimientos de cuidado del motor.

La figura 2 muestra los pasos que deben realizarse para una buena operación del MFB.

Figura 2
Puntos de mantenimiento del MFB



Nota: Tomado de (Jaramillo y Cedeño, 2014).

Materiales y Métodos

Se empleó el enfoque mixto, diseño de investigación no experimental de tipo descriptivo, la investigación documental mediante la revisión bibliográfica para fundamentar teóricamente la temática de estudio.

Se realizó una revisión en 17 fuentes de información del tipo tesis de posgrado, artículos académicos-científicos, manuales de operación, guías de mantenimiento, documentos de páginas web sobre mantenimiento y libros sobre el objeto de estudio.

Resultados y Discusión

De conformidad con la bibliografía revisada, se detalla el mantenimiento que los motores fuera de borda deben recibir para operar en condiciones óptimas en la costa del territorio ecuatoriano, considerando algunas precauciones. En motores fuera de borda que trabajen bajo condiciones severas deberán realizarse actividades de servicio más frecuentes.

Programa de mantenimiento

La tabla 1 de mantenimiento periódico muestra los intervalos recomendados para todos los trabajos de servicio periódico requerido, necesario para mantener el motor funcionando al máximo de su rendimiento y economía. Los intervalos de mantenimiento deberán

considerarse por número de horas o meses, lo que se cumpla primero.

Tabla 2
Mantenimiento periódico

Ítem al que va a prestar servicio	Intervalo			
	Primeras 20 horas o 1 mes	Cada 50 horas o 3 meses	Cada 100 horas o 6 meses	Cada 200 horas o 12 meses
Bujía	-	-	I	R
Manguera de respiración y tubo de combustible	I	I	I	I
	Reemplazar cada 2 años			
Aceite de motor	R	-	R	R
Aceite de engranajes	R	-	R	R
Lubricación	-	I	I	I
Ánodos y cables conectores	-	I	I	I
Batería	-	I	I	I
Filtro de aceite de motor	R	-	-	R
Filtro de combustible de baja presión	-	I	I	I
	Reemplazar cada 400 horas o 2 años			
Filtro de alta presión	Reemplazar cada 1000 horas			
Regulación del encendido	-	-	-	I
Velocidad del ralentí	I	-	-	I
Holgura del alzávalvulas	-	-	-	I
Bomba de agua	-	-	-	I
Impulsor de la bomba de agua	-	-	-	R
Tuerca y pasador de la hélice	I	-	I	I
Pernos y tuercas	T	-	T	T

Nota: I = Inspeccione y limpie, ajuste, lubrique o reemplace si es necesario. T = Apriete. R = Reemplace. Tomado de Suzuki (2022).

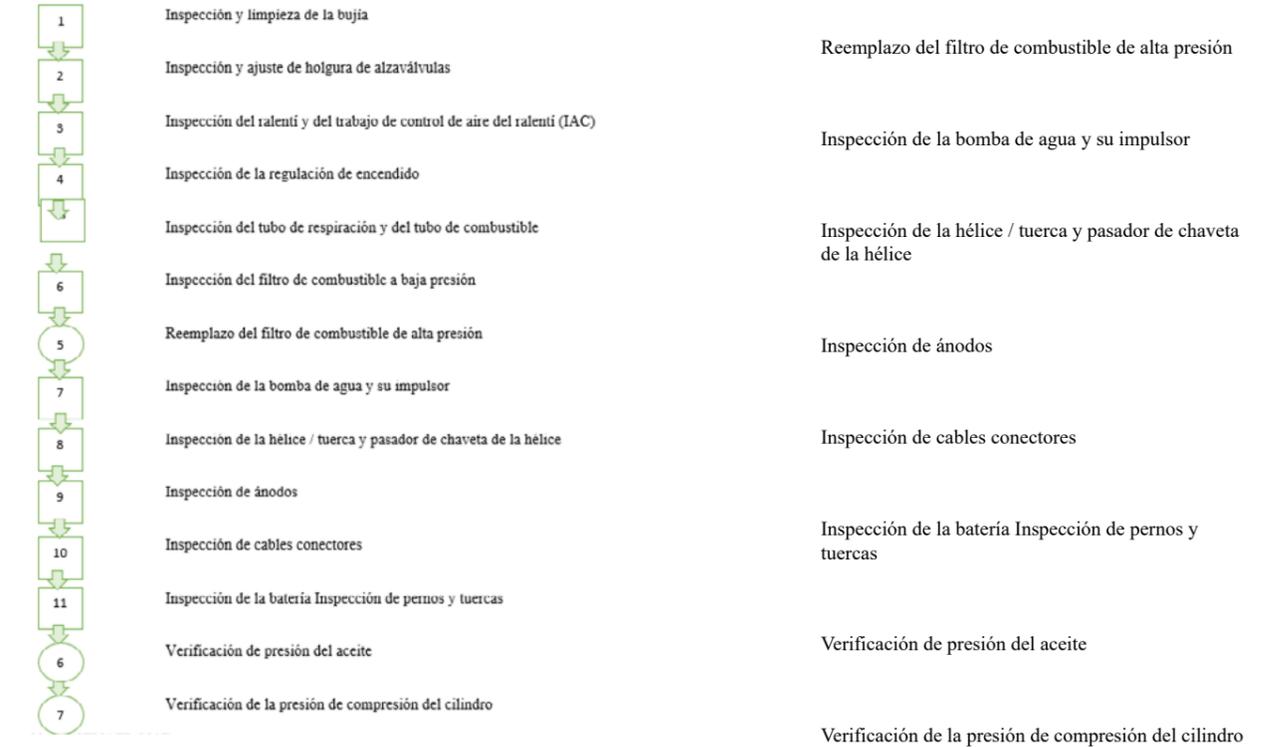
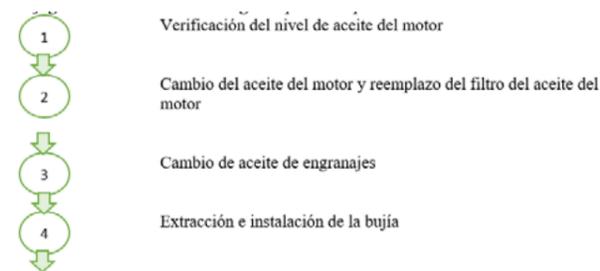
Punto de lubricación

La lubricación apropiada es importante para la seguridad, el funcionamiento sin problemas y la larga duración de cada pieza del motor fuera de borda. La lubricación debe practicarse cada 50 horas (3 meses), aplicando grasa resistente al agua en una medida de 250 g.

Instrucciones de reparación

Para la reparación de los MFB se recomiendan algunas instrucciones en el flujograma de la figura 3.

Figura 3
Flujograma de instrucciones a seguirse para la reparación de MFB



Operación	Pasos
	Verificación del nivel de aceite del motor
	Cambio del aceite del motor y reemplazo del filtro del aceite del motor
	Cambio de aceite de engranajes
	Extracción e instalación de la bujía
	Inspección y limpieza de la bujía
	Inspección y ajuste de holgura de alzávalvulas
	Inspección del ralentí y del trabajo de control de aire del ralentí (IAC)
	Inspección de la regulación de encendido
	Inspección del tubo de respiración y del tubo de combustible
	Inspección del filtro de combustible a baja presión

Nota: (SENATI, 2017)

Las primeras 2 operaciones, de acuerdo con las instrucciones de reparación, se detallan en la tabla 2.

Tabla 3
Procedimiento de mantenimiento según la operación

Operación	Pasos
Verificación del nivel del aceite del motor	Colocare el motor fuera de borda en forma vertical sobre una superficie estable. Quitar la cubierta del motor. Quitar la varilla indicadora del nivel de aceite y límpiela. Insertar a fondo la varilla en la cavidad, y después extraerla para verificar el nivel de aceite. El nivel de aceite deberá leerse entre la marca de nivel máximo (orificio) y la de nivel mínimo (orificio).

Cambio del aceite del motor y reemplazo del filtro de aceite del motor	<p><i>Cambio de aceite</i> Colocar el motor fuera de borda en forma vertical sobre una superficie estable. Quitar el tapón de llenado de aceite. Colocar un recipiente debajo del tapón de drenaje de aceite del motor. Quitar el tapón de drenaje de aceite del motor y la junta para drenar el aceite del motor. Instalar la nueva junta y el tapón de drenaje de aceite. Apretar el tapón de drenaje de aceite del motor al par especificado. Verter el aceite recomendado en la abertura para rellenado del aceite, y después instale el tapón de llenado de aceite. Para reponer el tiempo del sistema recordatorio del cambio de aceite a cero (cancelación). Poner en marcha el motor y dejarlo en funcionamiento durante varios minutos a velocidad de ralentí. Verificar que no haya fugas en el tapón de drenaje de aceite. Apagar el motor, espere unos dos minutos, y después volver a inspeccionar el nivel de aceite.</p>
	<p><i>Reemplazo del filtro</i> Drenar el aceite del motor de la misma forma que en el procedimiento de cambio de aceite del motor. Extraer las cubiertas laterales STBD y PORT. Colocar un paño absorbente debajo del filtro de aceite antes de quitarlo para absorber el aceite que pueda derramarse. Utilizar una llave para aflojar el filtro de aceite, y después quite el filtro y la junta tórica. Atornillar el nuevo filtro a mano hasta que la junta tórica del filtro haga contacto con la superficie de montaje. Apretar el filtro 3/4 de vuelta desde el punto de contacto con la superficie de montaje usando la llave para el filtro de aceite. Instalar las cubiertas laterales STBD y PORT. Verter el aceite recomendado en la abertura para rellenado del aceite, y después instale el tapón de llenado de aceite. Verificar el nivel del aceite de la misma forma que en el procedimiento de cambio de aceite del motor. Reponer el tiempo del sistema recordatorio del cambio de aceite a cero (cancelación). Poner en marcha el motor y déjelo en funcionamiento durante varios minutos a velocidad de ralentí. Verificar que no haya fugas en el filtro de aceite. Apagar el motor, esperar unos dos minutos, y después volver a inspeccionar el nivel de aceite.</p>

Nota: (ESPOL, 2019).

Como puede notarse en la tabla, se debe realizar la inspección del nivel del aceite antes de cada uso; si el nivel es bajo, se agrega el aceite recomendado hasta de nivel máximo, este es un aceite para motores 4 tiempos. En cuanto al cambio del aceite del filtro del motor se lo hace inicialmente después de 20 horas (1 mes) y luego cada 100 horas (6 meses) y el reemplazo del filtro de aceite de motor se realiza inicialmente después de 20 horas (1 mes) y luego cada 200 horas (12 meses). Es importante que el aceite del motor se cambie con el motor caliente y cuando

se reemplace el filtro de aceite de motor, se cambie también el aceite del motor. Al practicar el cambio de aceite del motor, se debe evitar que entre agua en el cárter de aceite, o que el aceite se fugue al medio ambiente, no se debe volver a utilizar la junta después de haberla quitado, siempre se debe usar una junta nueva. En el par de apriete, el tapón de drenaje de aceite de motor debe estar a 13 N·m (Newton-metro) lo que es lo mismo que 1,3 kgf-m (Kilogramo fuerza-metro). Así también, el aceite de motor recomendado para motores 4 tiempos. El cambio de aceite se hace con 4,0 L y el cambio de filtro de aceite a 4,3 L (MOBIL, 2012).

Cuando se hace el reemplazo del filtro de aceite del motor se gira la llave de encendido hacia la posición “ON”, se retira la cuña del interruptor de parada de emergencia, se tira del botón del interruptor de parada de emergencia tres veces en diez segundos. Si la cancelación termina con éxito, se oirá un pitido corto. Se gira la llave de encendido a la posición “OFF” y luego, se coloca la cuña en su posición original (Vicedirección de mecanización, 2012).

La tabla 3 detalla las 2 siguientes operaciones de mantenimiento.

Tabla 4
Procedimiento del mantenimiento según la operación

Cambio de aceite de engranajes	<p>Cambiar el aceite de los engranajes Inicialmente después de 20 horas (1 mes) y luego cada 100 horas (6 meses) Colocar el motor fuera de borda en forma vertical sobre una superficie estable. Colocar un recipiente debajo de la unidad inferior. Primero, quitar el tapón de drenaje del aceite de los engranajes inferior, quitar el tapón del orificio de nivel del aceite de engranajes y finalmente drenar el aceite de los engranajes. Rellenar con el aceite recomendado para engranajes a través del orificio de drenaje de aceite hasta que el mismo comience a fluir por el orificio de nivel de aceite. Instalar el tapón del orificio de nivel de aceite antes de quitar el tubo de llenado de aceite del orificio de drenaje. Instalar el tapón de drenaje de aceite.</p>
--------------------------------	---

Extracción e instalación de la bujía	<p><i>Extracción</i> Desconectar el conector del mazo de cables de la bobina de encendido, y después quitar el perno que asegura la bobina de encendido. Quitar la bobina de encendido y la bujía. <i>Instalación</i> El orden de instalación es inverso al de extracción. Apretar la bujía al par especificado.</p>
--------------------------------------	--

Nota: Basado en (Jaramillo & y Cedeno, 2014).

El aceite de los engranajes se cambia inicialmente después de 20 horas (1 mes) y luego cada 100 horas (6 meses) se recomienda el aceite de engranajes de grado GL5 de la clasificación API (American Petroleum Institute), el cual es un aceite de engranajes hipoides con viscosidad de aceite SAE # 90, cuya cantidad es de 850 ml. Una vez quitadas las juntas no deben reusarse, debe emplearse siempre una junta nueva. Además, para evitar la posibilidad de tener un nivel de aceite bajo, debe inspeccionarse nuevamente el nivel de aceite de los engranajes 10 minutos después de haber realizado el procedimiento del paso 6. Si el nivel del aceite es bajo, se debe añadir aceite de engranajes adicional hasta que el nivel sea correcto (Jaramillo y Cedeno, 2014).

Respecto a la bujía, antes de realizar la extracción e instalación de la bujía, se debe inspeccionar la bujía cada 100 horas (6 meses), reemplazarla cada 200 horas (12 meses) con una bujía estándar. En este tipo de motores solamente deberán utilizarse bujías del tipo resistivo (R). La utilización de bujías de tipo no resistivo podría causar mal funcionamiento del encendido y del sistema de inyección de combustible. El orden de instalación es inverso al de extracción, se debe apretar la bujía al par especificado.

Se debe inspeccionar la base de la bujía para ver si hay de depósitos de carbón. Si hay depósitos de carbón, elimínelos con la ayuda de una herramienta para la limpieza de bujías, o empleando una herramienta puntiaguda, con mucho cuidado. Hay que medir la separación entre electrodos de la bujía con una galga de espesores. Ajustar la separación dentro del margen especificado si está fuera de la especificación. Inspeccionar los electrodos para ver si existen signos de desgaste o quemadura. Si se encuentran extremadamente desgastados o quemados, cambie la bujía. Además, hay que

asegurarse de reemplazar la bujía si tiene el aislador roto, la rosca dañada, etc. Al reemplazar una bujía, verificar primero el tamaño de la rosca y su longitud. Si la longitud fuese demasiado corta, los residuos de carbón podrían depositarse en la parte roscada del orificio, causando posibles daños en el motor (Mercury, 2018).

En la tabla 4 se detalla la primera inspección de mantenimiento para los MFB.

Tabla 5
Inspección de mantenimiento: inspección y ajuste de holgura de alzávalvulas

Inspección	Ajuste
Quitar: cubierta lateral inferior del motor, cubierta de corona y, bobinas de encendido y bujías	Con la nariz de la leva vertical con respecto a la válvula, girar el sector recortado del alzávalvulas hacia el centro de la culata
Quitar la cubierta de la culata.	Girar el cigüeñal para abrirla válvula; quitar los pernos de las tapas de los muñones del árbol de levas donde haya que reemplazar el suplemento.
Girar el cigüeñal en sentido antihorario hasta que la nariz del árbol de levas quede en posición vertical con respecto a la superficie del suplemento.	Instalar la herramienta especial con los pernos de las tapas de los muñones del árbol de levas.
Medir la holgura de los alzávalvulas insertando una galga de espesores entre la leva y la superficie del suplemento.	Girar la parte superior de la leva 90° en sentido antihorario y quitar el suplemento desde el sector recortado del alzávalvulas.
Si la holgura de los alzávalvulas se encuentra fuera de la especificación, ajustarla cambiando los suplementos.	Medir el espesor del suplemento original y determinar el espesor correcto del suplemento para obtener la holgura de alzávalvulas apropiada.
	Instalar el suplemento con el número de identificación hacia el alzávalvulas.
	Girar el cigüeñal para abrir (elevar) la válvula.
	Quitar el soporte para alzávalvulas y apretar los pernos de las tapas de los muñones del árbol de levas al par especificado.
	Volver a inspeccionar la holgura de los alzávalvulas.
	Reinstalar las piezas quitadas anteriormente. Verificación final del conjunto.

Nota: (Ortega, 2014).

Se recomienda inspeccionar la holgura de los alzávalvulas cada 200 horas (12 meses). La especificación de la holgura de los alzávalvulas para las válvulas de admisión y escape es diferente. Una holgura de alzávalvulas demasiado pequeña puede reducir la potencia del motor; y una holgura demasiado grande incrementará el

La tabla a continuación detalla los pasos para cumplir el procedimiento de mantenimiento según la operación o inspección necesaria.

Tabla 9
Procedimiento del mantenimiento según la operación/control

Operación/Control	Pasos que seguir
Inspección del ralentí y del trabajo de control de aire del ralentí (IAC)	1. Conectar la herramienta SDS al motor. Consultar el manual de operación de la SDS para conocer el procedimiento del paso 1. 2. Encender el motor hasta que alcance su temperatura normal de funcionamiento. 3. Verificar la velocidad del motor y el trabajo del IAC utilizando el SDS. 4. Si el trabajo del IAC y / o la velocidad de ralentí está fuera de la especificación, inspeccionar el sistema de control de ralentí. 5. Cambiar a avante, verificar el ralentí con el embrague puesto. Si no, verificar el sistema de control de aire de ralentí.
Inspección de la regulación del encendido	1) Arrancar el motor y deje que se caliente. 2. Conectar el cable de la lámpara estroboscópica al cable del primario de la bobina de encendido N°1. 3) Inspeccionar la regulación del encendido mientras el motor esté funcionando en punto muerto a 1 000 rpm.
Inspección del tubo de respiración y de combustible	Inicialmente después de 20 horas (1 mes) y luego cada 50 horas (3 meses).
Inspección del filtro de combustible a baja presión	1) Apagar el motor. 2) Desconectar la manguera de entrada y la de salida del filtro de combustible. 3) Extraer el filtro de combustible y la ménsula del filtro. 4) Quitar la tapa y luego drenar y limpiar el filtro de combustible. 5) Instalar la tapa y luego asegúrela con la abrazadera. 6) Instalar bien el filtro de combustible en su ménsula. 7) Conectar las mangueras de entrada y salida de combustible al filtro de combustible, y luego asegúrelas con la abrazadera. 8) Volver a arrancar el motor y verifique que no haya fugas alrededor del filtro de combustible.
Reemplazo del filtro de combustible de alta presión	Reemplazar el filtro de combustible a alta presión Cada 1 000 horas
Inspección de la bomba de agua y su impulsor	1) Quitar la unidad inferior y la caja de la bomba de agua. 2) Inspeccionar la caja, la funda interna y la placa inferior de la bomba de agua. Reemplazar si encuentra desgaste, grietas, deformación, o corrosión. 3) Inspeccionar el impulsor de la bomba de agua. Reemplazar si las aspas están cortadas, rotas, o desgastadas. 4) Ensamblar las piezas relacionadas de la bomba de agua
Inspección de la hélice / Tuerca y pasador de chaveta de la hélice	1) Inspeccionar la hélice para ver si está doblada, astillada, o con las palas rotas. Reemplazar la hélice si algún daño afecta perceptiblemente la operación. 2) Extraer la hélice. 3) Inspeccionar las estrías de la hélice. Reemplazar la hélice si las ranuras están desgastadas, dañadas, o torcidas. 4) Inspeccionar que el cojinete de la hélice para ver si presenta resbalamiento. Reemplazar si es necesario. 5) Instalar la hélice y las piezas relacionadas. 6) Asegurarse que la tuerca de la hélice esté apretada con el par especificado y que el pasador de chaveta esté asegurado con seguridad.
Inspección de ánodos	Inspeccionar los ánodos Cada 50 horas (3 meses).
Inspección de cables conectores	1) Si se encuentran roturas u otros daños en un cable conector, hay que reemplazarlo. 2) Si se encuentra herrumbre, corrosión, u otro daño en un terminal, limpiarlo con solvente limpiador o reemplazar el cable.
Inspección de la batería	Inspeccionar la batería cada 50 horas (3 meses)

Nota: (SENATI, 2017)

Para realizar la verificación del ralentí y el trabajo del IAC (válvula de regulación y equilibrio de la entrada de aire) se requiere usar un ordenador personal y la herramienta SDS.

Esta inspección se realiza inicialmente después de 20 horas (1 mes) y luego cada 200 horas (12 meses). Antes de verificar el ralentí / trabajo del IAC, se requiere: El motor debe estar caliente; inspeccionar la velocidad de ralentí después de que la velocidad del motor se haya estabilizado; comprobar el mecanismo del varillaje del acelerador y la válvula de mariposa para ver si funcionan bien; el cable y las mangueras de los sistemas de inyección electrónica de combustible y de control del motor deben estar bien conectados; la regulación de encendido está dentro de la especificación; la holgura de alzávalvulas se verifica según el programa de mantenimiento; no entra aire anormal por el sistema de admisión de aire. Después de confirmar todos los puntos, se verifica el ralentí y el trabajo del IAC. Se requiere tener presente que la velocidad de ralentí, tanto en punto muerto (trabajo del IAC) cuanto con embrague puesto (trabajo del IAC) debe estar en 550 – 650 rpm (Trabajo: Aprox. 0 – 30%) (Suzuki, 2022).

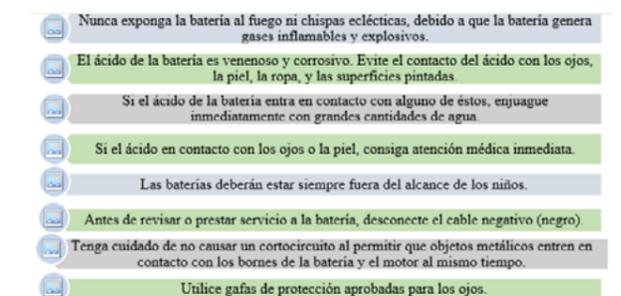
La regulación del encendido se debe inspeccionar cada 200 horas (12 meses). Antes de comenzar la inspección hay que asegurarse que la velocidad de ralentí cumpla la especificación. La regulación del encendido debe estar aproximadamente en $2^{\circ} \pm 5^{\circ}$ grados BTDC (Before Top Dead Cente) a 1 000 rpm (revoluciones por minuto). La inspección del filtro de combustible a baja presión se practica cada 50 horas (3 meses); el reemplazo del filtro de combustible a baja presión se lo hace cada 400 horas o 2 años, empero, si se encuentran fugas, grietas, u otro daño, el filtro de combustible debe reemplazarse. Hay que tomar la precaución de parar el motor antes de limpiar el filtro de combustible, no fumar y mantener a una distancia prudente, llamas y chispas mientras se trabaje cerca de alguna parte del sistema de combustible (Quiroz, 2017).

La bomba de agua se inspecciona cada 200 horas (12 meses); el impulsor se reemplaza cada 200 horas (12 meses) de operación. La hélice / tuerca y pasador de chaveta de la hélice se inspecciona inicialmente después de 20 horas (1 mes) y luego cada 100 horas (6 meses). El Par de apriete y tuerca de la hélice deben trabajar

a 55 N·m (5,5 kgf-m) o sea (Newton-metro y Kilogramo-fuerza). La inspección de los ánodos obedece a cada 50 horas (3 meses). Si 2/3 del ánodo de zinc se ha corroído, se reemplaza. El ánodo se limpia periódicamente con un cepillo metálico para asegurar su máxima efectividad. La cubierta del ánodo puede separarse de la unidad motriz insertando y girando un perno de 10 mm (milímetros) que cumple la función de gato de tornillo. Se debe tener la precaución de no pintar nunca los ánodos (Córdova, 2013).

La figura 4, muestra las precauciones a tomarse con la batería y durante su mantenimiento.

Figura 4
Precauciones que tomar con la batería

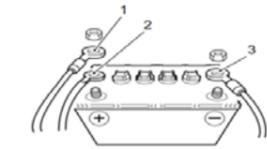


Nota: Basado en (Mercury, 2018).

Los cables conectores y la batería se inspeccionan cada 50 horas (3 meses). El tipo de batería recomendada debe tener un voltaje de 12 V (voltios), una capacidad de 100 Ah (Amperio hora).

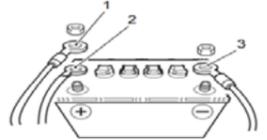
En cuanto a la conexión y desconexión de la batería, la figura 5 lo esquematiza.

Figura 5
Conexión y desconexión de la batería



- 1. Cable rojo
- 2. Cable de batería auxiliar
- 3. Cable negro

Conexión	Desconexión
1) Primero conecte el terminal positivo (+).	1) Primero desconecte el terminal negativo (-).
2) Luego conecte el terminal negativo (-).	2) Después desconecte el terminal positivo (+).



- 1. Cable rojo
- 2. Cable de batería auxiliar
- 3. Cable negro

Al finalizar la conexión, aplicar un poco de grasa a los terminales de la batería.

Nota: (Torralvo, 2011).

Para conectar la batería se debe tomar precauciones: Si los cables de batería están sueltos, conectados incorrectamente, o invertidos, el sistema eléctrico puede dañarse. No deberán utilizarse tuercas de aletas, sino tuercas hexagonales para asegurar el cable de la batería secundaria a los terminales de esta para evitar la pérdida de energía eléctrica. La figura muestra como es la conexión y desconexión de la batería. Se debe verificar que el nivel del electrolito de la batería deberá estar siempre entre el nivel superior (UPPER LEVEL) y el inferior (LOWER LEVEL). Si el nivel es bajo, agregue únicamente agua destilada. Una vez realizado el servicio inicial de la batería, deben tomarse medidas de prevención para no dañarla, como el no agregar ácido sulfúrico diluido por ningún motivo. La verificación o medición del peso específico del electrolito de la batería requiere usar un hidrómetro. El peso específico del electrolito de la batería (temperatura) debe estar en 1,28 (20 °C) (Torralvo, 2011).

La inspección de pernos y tuercas se hace inicialmente después de 20 horas (1 mes) y luego cada 100 horas (6 meses); se requiere verificar que todos los pernos y tuercas estén apretados con el par especificado, estos son:

- Pernos de la cubierta de la culata
- Pernos y tuercas del múltiple de admisión
- Pernos de la cubierta del múltiple de escape
- Perno del volante

- Perno de tierra del ECM
- Pernos de montaje de la unidad motriz
- Tuerca del eje de la ménsula de sujeción
- Pernos de la caja de engranajes
- Tuerca de la hélice (ESPOL, 2019).

En la tabla 9 se esquematiza la verificación de la presión del aceite y de compresión del cilindro.

Tabla 10
Verificación de presión del aceite y compresión del cilindro

Verificación de presión del aceite	
1) Inspeccionar el nivel de aceite de motor. 2) Aflojar el tornillo y desconecte el cable azul del interruptor de presión de aceite. Quite el interruptor de presión de aceite. 3) Instalar el adaptador del manómetro de presión de aceite en el orificio del interruptor de presión de aceite en lugar de dicho interruptor de presión de aceite. 4) Arrancar el motor y caliéntelo. Calentamiento del motor (velocidad del motor). Verano: 5 min. (2 000 rpm) Invierno: 10 min. (2 000 rpm) 5) Después de calentar el motor, cambiar a marcha adelante y aumente la velocidad del motor hasta 3 000 rpm, y después compare la presión indicada en el manómetro con los valores de las especificaciones.	6) Si la presión de aceite es más baja o alta que la especificación, se consideran las siguientes causas: • Presión de aceite baja, filtro de aceite obstruido • Fugas en los pasajes de aceite • Bomba de aceite defectuosa, Junta teórica dañada • Regulador de presión de aceite defectuoso • Combinación de los puntos anteriores Presión de aceite alta • Viscosidad del aceite de motor utilizado demasiado alta • Pasaje de aceite obstruido • Regulador de presión de aceite atascado • Combinación de los puntos anteriores 7) Después de realizar la prueba, reinstalar el interruptor de presión de aceite.
Verificación de la presión de compresión del cilindro	
1) Arrancar el motor, calentarlo, y después apáguelo. 2) Desconectar todos los conectores de los inyectores de combustible en la parte de dichos inyectores; y de las bobinas de encendido. 3) Quitar los pernos que aseguran las bobinas de encendido, todas las bobinas de encendido y las bujías. 4) Instalar el accesorio del manómetro de compresión en el orificio de la bujía y luego conectarlo al manómetro de compresión.	5) Desconectar el cable del acelerador, en el control remoto, de la palanca de aceleración. 6) Mover y mantener la palanca de aceleración en la posición totalmente abierta. 7) Mientras se hace girar el cigüeñal con la ayuda del motor de arranque, observar la presión de compresión máxima para cada cilindro en el medidor. 8) Reinstalar las piezas quitadas anteriormente (bujías, bobinas de encendido, etc.).

Nota: Basada en (Córdova, 2013).

Se precisa la inspección periódica de la presión del aceite de motor. La presión del aceite puede fluctuar entre 400 – 600 kPa (kilopascales) lo que es lo mismo 4,0 – 6,0 kgf/cm²(kilogramo fuerza- centímetro cuadrado). La indicación de la presión de compresión del cilindro es un buen indicador de su condición

interior. La decisión de reparar la unidad motriz se basa a menudo en los resultados de una prueba de compresión. Los registros de mantenimiento periódico conservados en el establecimiento de su concesionario deberán incluir las indicaciones de la compresión de cada servicio de mantenimiento. La presión referencial de compresión en el cilindro, Estándar: 1 200 – 1 800 kPa (12 – 18 kgf/cm²). La diferencia máxima de presión de compresión entre cilindros 100 kPa (1,0 kgf/cm²). Estos valores no son límites absolutos, son referenciales (ESPOL, 2019).

Un valor de compresión bajo puede evidenciar uno o más de los siguientes problemas:

- Excesivo desgaste en la camisa del cilindro
- Pistón o anillos de pistón desgastados
- Anillos de pistón atascados
- Mal asentamiento de las válvulas
- Junta de la culata rota o dañada de alguna forma (OSPESCA, 2012) .

Conclusiones

Las fallas de los motores fuera de borda se dan por varias causas como la falta de mantenimiento programado, el incumplimiento de las tareas de mantenimiento planificadas o por la falta de pericia del mecánico que proporciona el servicio, cuando no es un profesional cualificado para el efecto. Por tanto es fundamental anticiparse a las fallas y evitar que sucedan de manera imprevista.

Una de las formas de lograr la vida útil de esta maquinaria y por ende conseguir un mejor rendimiento se debe tanto a la implementación del programa de mantenimiento según las características del motor fuera de borda, cuanto de su cumplimiento a cabalidad, considerando la identificación de las funciones de los equipos, sistemas, para determinar los parámetros de operación con los que trabajará el motor.

Debido a la demanda de los motores fuera de borda en el mercado, empresas reconocidas como Suzuki en Ecuador, han promovido una conciencia de mantenimiento de estas máquinas para garantizar su operatividad, indistintamente

de su uso en las diversas embarcaciones ligeras que navegan en las costas ecuatorianas.

Referencias Bibliográficas

Córdova, E. (2013). Estudio de un motor fuera de borda para determinar sus parametros de funcionamiento y su factibilidad de aplicacion en los laboratorios. Universida Técnica de AMbato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4338/1/Tesis%20I.%20M.%20170%20-%20C%3%B3rdova%20Morales%20Edison%20Iv%20C%3%A1n.pdf>

ESPOL. (13 de junio de 2019). Mantenimiento de motores fuera de borda. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6351/1/Cap%3%ADtulo%206%20Motores%20Fuera%20Borda.pdf>

Euroinnova. (2 de julio de 2022). Motores fuera de borda. Taller de mecánicod de motores fuera de borda. [euroinnova.ec: https://www.euroinnova.ec/motores-fuera-borda](https://www.euroinnova.ec/motores-fuera-borda)

García, J. (2010). Motores fuera de borda. Tercera edición. Editorial Heliasta.

Jaramillo, J. y Cedeño, E. (2014). Planes de mantenimiento y su contribución a la operatividad de las lanchas tipo albatro y pirana en el comando de guardacostas. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14531/1/T-ESSUNA-004151.pdf>

Mercury. (2018). Mantenimiento para el fuera de borda. Nautica. https://www.touron-nautica.com/descar/mantenimiento/Mantenimiento_OptiMax_3.pdf

MOBIL. (2012). Manual dem otores fuera de borda. Editorial Mobil.

Moubray, J. (2010). Reliability-Centered Maintenance; Industrial. Third Edition. Press Inc.

Ortega, E. (2014). Gestión por procesos de mantenimiento de motores fuera de borda . Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil. <https://dspace.ups.edu.ec/>

- bitstream/123456789/6519/1/UPS-GT000570.pdf
- OSPESCA. (2012). Guía general para el mantenimiento de motores fuera de borda para la pesca. PRIPESCA.
- Quiroz, L. (2017). Guía de mantenimiento de motores fuera de borda. Univerisdad de las Fuerzas Armadas ESPE. https://www.academia.edu/18624737/TEMA_PR%C3%81CTICAS_DEL_MOTOR_FUERA_DE_BORDA_YAMAHA_EN_RELACI%C3%93N_A_SU_MEZCLA_DE_COMBUSTIBLE_ACEITE
- Salinas, A. (2008). Motores. Priemra ediciión. . Editorial Paraninfo.
- SENATI. (2017). Manual de reparación dem otores fuera de borda. Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial. <https://es.scribd.com/document/353989097/Manual-de-Reparacion-de-Motores-Fuera-de-Borda>
- Suzuki. (2022). Guía de mantenimiento de motores fuera de borda. Suzuki S.A.
- Torralvo, M. (2011). PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA MOTORES FUERA DE BORDA YAMAHA CUATRO TIEMPOS DE PROPÓSITO COMERCIAL. Univerisdad Tecnológica de Bolívar. <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063126.pdf>
- Vicedirección de mecanizaciión. (2012). Manual de mantenimiento del sistema de lubricacion de motores. JICA. https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12176285_02.pdf
- YAMAHA. (2020). Aprendamos más acerca de los motores fuera de borda. Yamaha S.A. [https://www.motomundohn.com/assets/taller/Motores%20Fuera%20de%20Borda/Motor%202%20Tiempos/Manual%20motores%20fuera%20de%20borda%20\(2%20TIEMPOS\).pdf](https://www.motomundohn.com/assets/taller/Motores%20Fuera%20de%20Borda/Motor%202%20Tiempos/Manual%20motores%20fuera%20de%20borda%20(2%20TIEMPOS).pdf)

Estrategias Gerenciales Aplicadas en las Empresas Públicas en el Contexto de la Gobernanza. Caso de Estudio E.P. CNEL Manabí

Management Strategies Applied in Public Enterprises in the Context of Governance. Case Study E.P. CNEL Manabí

Sofía del Carmen Torres-Lara¹
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí
storres4696@pucesm.edu.ec

Hilarión José Vegas-Meléndez²
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí
hvegas@pucem.edu.ec

doi.org/10.33386/593dp.2023.5.2059

V8-N5 (sep-oct) 2023, pp. 465-480 | Recibido: 28 de julio de 2023 - Aceptado: 04 de agosto de 2023 (2 ronda rev.)

1 ORCID: <https://orcid.org/000--0002-3291-9607>

2 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8526-2979>