



**INSTRUCTIVO PARA
MAQUETA - SIMULADOR
PARA AJUSTE, REGLAJE
DE CABLES DE CONTROL
Y FRENADO DE SEGURIDAD**

Instructores: Andrés Ospina y Marlon Africano

**PROGRAMA DE AVIACIÓN -
CENTRO INDUSTRIAL DE AVIACIÓN**

ENERO DEL 2026



PRESENTACION

De acuerdo con lo establecido en el RAC 147, el montaje, ajuste y aseguramiento de los sistemas de control de vuelo son actividades fundamentales para garantizar la aeronavegabilidad y la seguridad operacional de las aeronaves. Los cables de control y sus componentes asociados requieren una correcta tensión, reglaje y frenado de seguridad, conforme a los procedimientos definidos en los manuales de mantenimiento y las normas aeronáuticas vigentes.

El presente instructivo apoya el proceso formativo en la competencia de realizar mantenimiento a los diversos sistemas de las aeronaves, orientando al aprendiz, tanto de nivel Técnico como Tecnólogo, en el montaje de superficies de control y sustentación mediante la aplicación práctica de procedimientos estandarizados, utilizando una maqueta-simulador y en concordancia con el resultado de aprendizaje RAP establecido para el programa de aviación.

Toda la información dada en el salón de clases, en el taller de instrucción, libros, manuales, cartas o videos a cerca en este manual tiene propósitos INSTRUCCIONALES y en ningún momento reemplazan los documentos emitidos por los fabricantes de los diferentes productos aeronáuticos.

Nota. - EN CASO DE CONFLICTO ENTRE LA INFORMACION DE ESTE MANUAL Y LOS DOCUMENTOS EMITIDOS POR LOS FABRICANTES, PREVALECE EL DE ESTE ULTIMO.



CONTENIDO

Objetivo general	4
EL CABLE DE MANDO DE AVIÓN	5
CABLE DE CONTROL NO FLEXIBLE	6
CABLE DE CONTROL FLEXIBLE	6
CABLES DE CONTROL EXTRA-FLEXIBLES	6
TERMINALES DE CABLES DE CONTROL	6
TENSORES	9
ACTIVIDAD PRACTICA 1	11
CABLEADO DE SEGURIDAD / FRENADO DE SEGURIDAD (<i>Safety Wiring</i>)	14
TUERCAS, PERNOS Y TORNILLOS (<i>Nuts, Bolts, and Screws</i>)	14
TAPONES DE ACEITE, LLAVES DE DRENAJE Y VÁLVULAS (<i>Oil Caps, Drain Cocks, and Valves</i>)	15
CONECTORES ELÉCTRICOS (<i>Electrical Connectors</i>)	16
TENSORES (<i>Turnbuckles</i>)	17
MÉTODO DE DOBLE ENVOLTURA (<i>Double Wrap Method</i>)	18
MÉTODO DE UNA SOLA VUELTA (<i>Single Wrap Method</i>)	19
REGLAS GENERALES DE SEGURIDAD PARA EL CABLEADO	20
ACTIVIDAD PRACTICA 2	21
Conclusiones	24
Recomendaciones	24
Bibliografía	25



Objetivo general

Desarrollar y fortalecer en el aprendiz de los niveles Técnico y Tecnólogo del programa de aviación la apropiación del conocimiento y las destrezas prácticas necesarias para realizar el montaje, ajuste, reglaje y frenado de seguridad de los cables de control y superficies de control y sustentación, mediante la aplicación de los procedimientos establecidos en los manuales de mantenimiento, las normas aeronáuticas vigentes y lo dispuesto en el RAC 147, en cumplimiento de las competencias y resultados de aprendizajes relacionados al programa de formación, promoviendo la ejecución del mantenimiento de las aeronaves con criterios de seguridad operacional, precisión técnica y confiabilidad.



EL CABLE DE MANDO DE AVIÓN

Muchos mandos del avión son actuados por cables de acero accionados a través de la estructura. La dirección de un cable se cambia pasando el cable encima de una polea, y el cable se está de acuerdo fuera de la estructura con los guías de entrada.

Los cables del mando son hechos resistentes a la corrosión de acero galvanizado preformado. Hay tres tipos básicos de cable, y su uso depende en el tipo de instalación. Estos tipos son: el no flexible, flexible, y extra flexible. Los cables del mando normalmente están disponibles en los tamaños de 1/32 pulgada a través de 1/2 pulgada diámetro con mandos del vuelo primarios operados con los cables de 1/8 pulgada a través de 1/4 pulgada diámetro. Los cables más pequeños que 1/8 pulgada

No puede usarse en el sistema del mando primario, pero cable más pequeño que esto puede usarse para las aletas compensadoras en ciertas aplicaciones. Vea Figura 7-42.

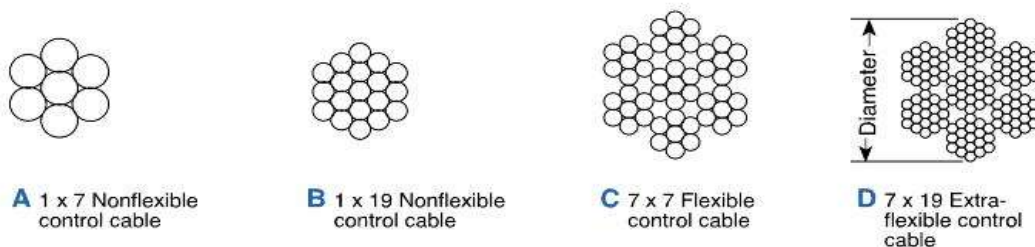


Figure 7-42. Control cables



CABLE DE CONTROL NO FLEXIBLE.

El cable no flexible es utilizado para vías fuertes donde no es necesario o realizado para el paso de poleas. Existen dos tipos de cable no flexible. El de 1x7 es hecho con 7 alambres individuales, y el de 1x19 es constituido por 19 alambres individuales.

CABLE DE CONTROL FLEXIBLE.

El cable de control flexible está constituido por seis estantes el cual cada uno contiene siete alambres que están hechos en espiral. Esos estantes son dañados alrededor del centro recto que contiene 7 alambres.

El cable flexible es llamado cable 7x7, es principalmente usado para controles del motor y controles del estabilizador. Este puede cambiar su dirección por las poleas, pero no esté sujeto a flexibilidad extrema ya que esto solo lo encontramos en los cables de los controles de vuelo primario.

CABLES DE CONTROL EXTRA-FLEXIBLES.

Los controles de vuelo primarios son normalmente operados por cables extra-flexibles hechos de siete estantes, cada uno contiene 19 alambres individuales.

TERMINALES DE CABLES DE CONTROL.

Todos los cables instalados en las aeronaves modernas tienen terminales apretados algunos de estos vistos en la Figura. Los terminales son fabricados de acero inoxidable y tienen un orificio donde va acoplado el cable. El cable es insertado en el agujero y la Terminal es puesta entre las matrices en una herramienta apretadora o estampadora la cual observamos en la Figura 7-44.

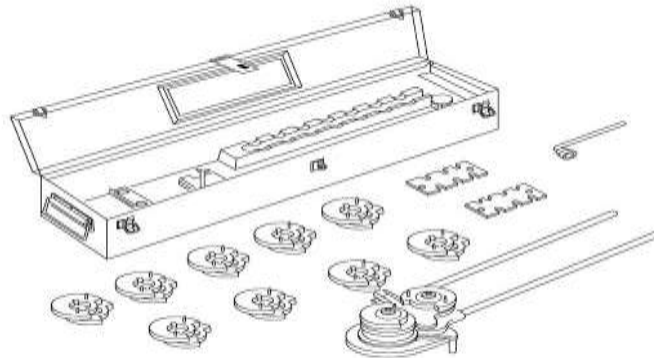
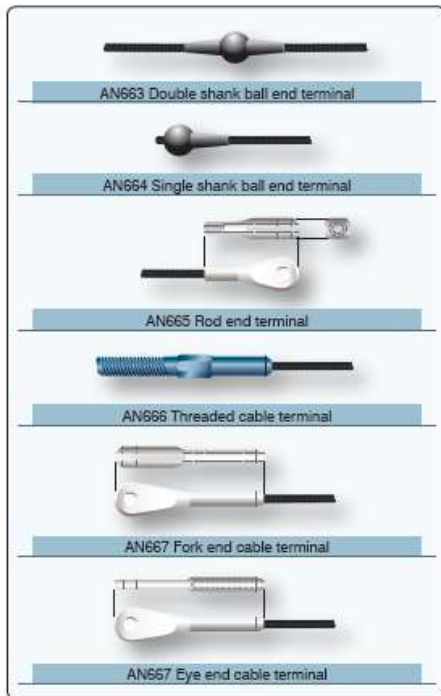


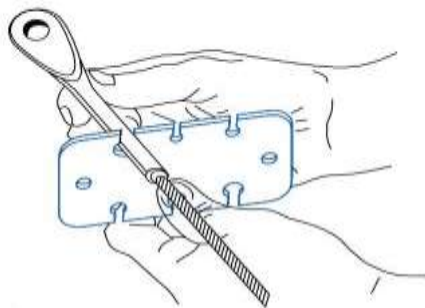
Figure 7-44. Control cable swaging tools with dies

© Aviation Supplies & Academics, Inc. 2002 All Rights Reserved
Aviation Maintenance Technician Series: General

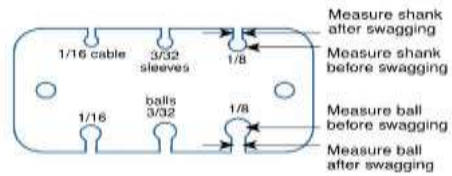
Para determinar que una Terminal está debidamente instalada, deben ser medidas antes y después de la operación de la compresión como se muestra en la Figura 7-45. Antes de que el Terminal sea instalado el diámetro debe ser suficiente para que pueda entrar en el orificio de la galga, después este es comprimido y el diámetro es reducido lo suficiente para que encaje a través de la ranura.

Como una ayuda a la inspección, una mancha de pintura es puesta en el fin del Terminal y en el cable. Sí el cable baja o se desliza sobre el Terminal, la pintura se romperá indicando que el cable ha pasado.

Los cables de control en algunas aeronaves pequeñas son terminados con Terminal-tipo ojos, de los cuales se observa uno en la Figura. Cuando instalando un acople de este tipo un maguito de cobre es pasado por el fin del cable y el cable es cubierto alrededor de una Terminal de acero. El fin es puesto a través del manguito con cerca de 1-16 de pulgada de cable de una adherencia fuera del manguito cuando esta polea aprieta alrededor del Terminal. Usando una herramienta de engarce especial, el manguito es engarzado tres veces; la primera vez en el centro, la siguiente en el Terminal, y finalmente en el fin opuesto. Un ejemplo claro es observado en la Figura 7-46B, es usado para chequear que el manguito ha ido propiamente comprimido. Una instalación apropiada de una Terminal de este tipo tiene 100% de la fuerza del cable.



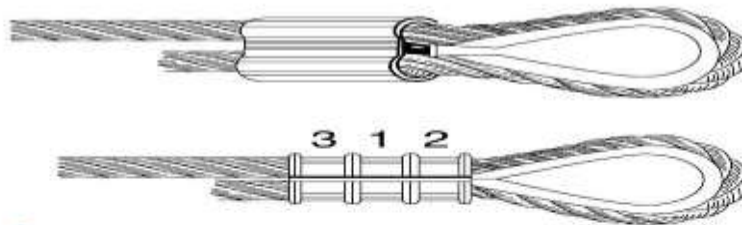
A Gaging a swaged-on control cable terminal to determine that it has been properly swaged.



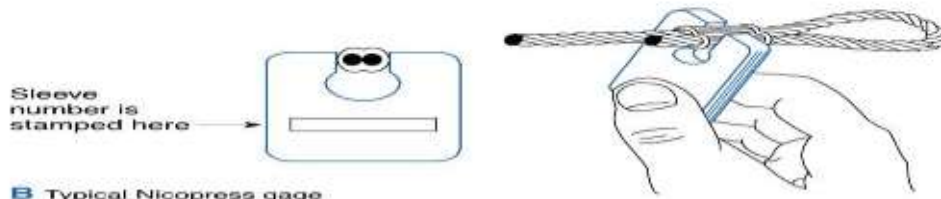
B Typical terminal gage

Figure 7-45

© Aviation Supplies & Academics, Inc. 2002 All Rights Reserved
Aviation Maintenance Technician Series: General



A Installation of Nicopress-type sleeves on a control cable.



B Typical Nicopress gage

Figure 7-46

© Aviation Supplies & Academics, Inc. 2002 All Rights Reserved
Aviation Maintenance Technician Series: General



TENSORES.

La tensión de los cables de control es ajustada con el uso de los Tensores como vemos uno en la Figura 7-70. El cilindro de bronce tiene a mano derecha y un fin a mano izquierda fibras en el otro fin. Los fines de las terminales de los cables son atornillados en el cilindro y es girado, colocando así los fines en él. Para estar seguro que las terminales son atornilladas en el cilindro lo suficiente para producir toda la fuerza, estos deben ser no más de tres filamentos expuestos sobre cualquiera en el fin del cilindro.

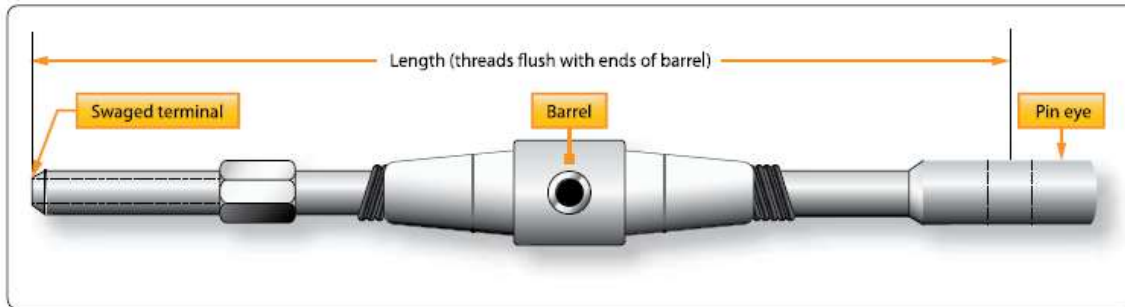


Figure 7-70. Typical turnbuckle assembly.

Cuando la tensión del cable es ajustada propiamente proteja el Tensor con los métodos mostrados en la Figura 7-48. En la Figura 7-49 observamos una guía para seleccionar en método y la medida del cable protector a usar.

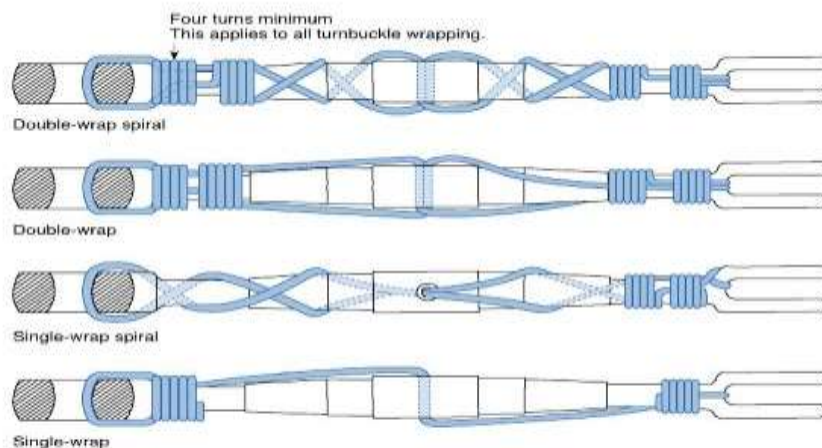


Figure 7-48. Turnbuckle safetying methods

© Aviation Supplies & Academics, Inc. 2002 All Rights Reserved
Aviation Maintenance Technician Series: General



Cable size inch	Type of wrap	Safety wire diameter	Safety wire material
1/16	Single	0.040	Copper or brass
3/32	Single	0.040	Copper or brass
1/8	Single	0.040	Stainless steel
1/8	Double	0.040	Copper or brass
1/8	Single	0.057	Copper or brass
5/32	Double	0.040	Stainless steel
5/32	Single	0.057	Stainless steel
5/32	Double	0.051	Copper or brass

Figure 7-49. Turnbuckle safetying guide

© Aviation Supplies & Academics, Inc. 2002 All Rights Reserved
Aviation Maintenance Technician Series: General

Algunos Tensores son hechos para los legados cerrando con llave especiales como el uno en figura 7-50. La tensión del cable se ajusta con el Tensor, y es asegurada insertando el extremo largo del alambre de MS21256 que cierra con llave de grapa en la ranura cortando dentro del barril y los extremos terminales. Los clips están asegurados pasando su extremo en el interior del agujero dentro del cilindro. Note que hay una ranura alrededor de un extremo del barril del Tensor en figura 7-50. Esta ranura identifica el extremo del barril que tiene los hilos de la izquierdo-mano.

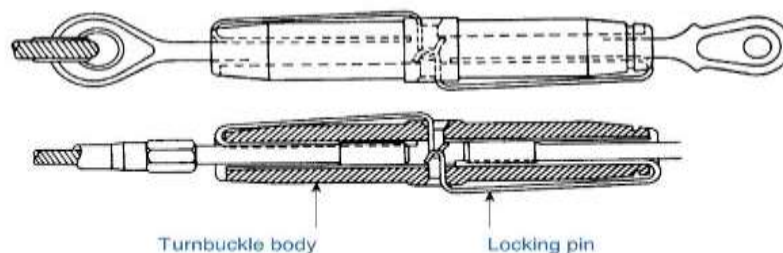


Figure 7-50. Clip type locking device for turnbuckles

© Aviation Supplies & Academics, Inc. 2002 All Rights Reserved
Aviation Maintenance Technician Series: General

ACTIVIDAD PRACTICA 1

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA

PROGRAMA DE AVIACION

Centro Industrial y de Aviación

Nombre de la actividad: Ajuste del barrilete y verificación de la tensión del cable de control.

Objetivo de la actividad




Que el aprendiz realice el ajuste correcto del barrilete (turnbuckle) y verifique la tensión del cable de control, aplicando procedimientos técnicos seguros, de acuerdo con los principios establecidos en los manuales de mantenimiento y las normas aeronáuticas vigentes.

Materiales y elementos

- Maqueta–simulador de cables de control
- Tensor (turnbuckle) instalado
- Cables de control con terminales
- Tensiómetro
- Alicates para safety wire (Safety Wire Twisting Pliers Lock)
- Alambre de seguridad aeronáutico
- Elementos de protección personal (guantes y gafas)

Procedimiento paso a paso

Ajuste del barrilete y verificación de la tensión del cable de control.

Descripción	Aprendiz	Instructor
<p>Paso 1 – Inspección inicial</p> <p>1. Verifique visualmente que:</p> <ul style="list-style-type: none">• El cable de control esté correctamente instalado sobre los tensores fijos.• Los terminales estén correctamente acopladas al barrilete.• No existan hilos dañados, corrosión o deformaciones visibles <p> Nota de seguridad: Nunca ajuste un cable que presente daño visible. Cualquier anomalía debe ser reportada al instructor.</p>		
<p>Paso 2 – Identificación del barrilete</p> <p>2. Identifique:</p> <ul style="list-style-type: none">• El extremo del barrilete con rosca derecha.• El extremo con rosca izquierda (generalmente marcado con una ranura). <p> Nota técnica: El ajuste correcto se logra girando el barrilete, no las terminales</p>		
<p>Paso 3 – Ajuste inicial del barrilete</p> <p>3. Gire el barrilete lentamente para:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aumentar o disminuir la tensión del cable según sea necesario.• Asegurar que ambos extremos del cable estén enroscados de manera uniforme. <p> Nota técnica: Después del ajuste, no deben quedar expuestos más de tres hilos de rosca en ninguno de los extremos del barrilete.</p>		
<p>Paso 4 – Verificación de la tensión del cable</p> <p>4. Verifique la tensión del cable:</p> <ul style="list-style-type: none">• Utilizando el tensiómetro (si la maqueta lo permite), o• Aplicando presión manual moderada para confirmar que el cable no esté:<ul style="list-style-type: none">➤ Excesivamente flojo➤ Excesivamente tenso		

<p>⚠ Nota de seguridad: Un cable con tensión incorrecta puede afectar el movimiento de la superficie de control y comprometer la seguridad operacional.</p>		
<p>Paso 5 – Verificación de alineación</p> <p>5. Compruebe que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El cable se desplace libremente sobre las poleas. • No existan interferencias, roces o desalineaciones. 		
<p>Paso 6 – Frenado de seguridad del barrilete</p> <p>6. Aplique el frenado de seguridad (safety wire) al barrilete:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizando el método indicado en la cartilla (preferiblemente doble vuelta). • Asegurando que el alambre de seguridad impida el aflojamiento del barrilete. <p>⚠ Nota de seguridad: El alambre de seguridad siempre debe instalarse de manera que tienda a apretar, nunca a aflojar el barrilete.</p>		
<p>Paso 7 – Inspección final</p> <p>7. Realice una inspección final verificando que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El barrilete esté correctamente asegurado. • El safety wire esté firme, sin puntas expuestas. • El cable mantenga la tensión adecuada. 		

CRITERIOS DE EVALUACION		
Descripción	Cumple	No cumple
Identifica correctamente el barrilete y sus roscas de acuerdo a manual de prácticas estándar		
Realiza el ajuste sin exceder los límites de rosca expuesta de acuerdo a prácticas estándar.		
Verifica adecuadamente la tensión del cable de acuerdo a manuales de referencia		
Aplica correctamente el frenado de seguridad de acuerdo a prácticas estándar de frenado		
Cumple las normas de seguridad durante la actividad de acuerdo a normas de SST		



CABLEADO DE SEGURIDAD / FRENADO DE SEGURIDAD (*Safety Wiring*)

El frenado de seguridad con alambre es el método más efectivo y satisfactorio para asegurar tornillos, espárragos, tuercas, cabezas de pernos y tensores que no se pueden asegurar mediante ningún otro método práctico. Es un método para conectar dos o más unidades de tal manera que cualquier tendencia a aflojarse (vibración) se contrarreste al apretar el cable.

TUERCAS, PERNOS Y TORNILLOS (*Nuts, Bolts, and Screws*)

Las tuercas, pernos y tornillos se frenan mediante un cable de seguridad (**Safety Wiring**) con el método de un solo cable o de doble torsión. El método de doble torsión es el más común. El método de un solo cable puede utilizarse en tornillos pequeños con un patrón geométrico cerrado y poco espaciado, en piezas de sistemas eléctricos y en lugares de difícil acceso. El cableado de seguridad siempre debe realizarse según los métodos convencionales o según lo requiera el fabricante, especialmente para aeronaves deportivas ligeras (*Light Sport Aircraft LSA*).

La Figura 7-72 es una ilustración de varios métodos que se utilizan comúnmente en el frenado de seguridad de tuercas, pernos y tornillos.

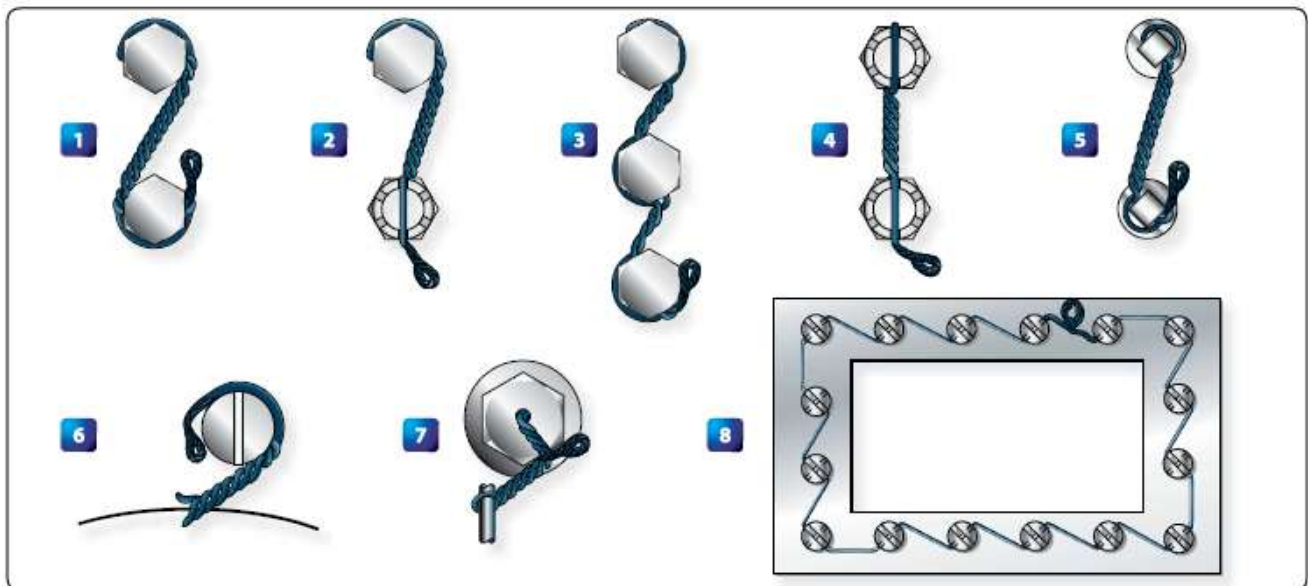


Figure 7-72. Safety wiring methods.



Un análisis detallado de la Figura 7-72 muestra que:

- Los Ejemplos 1, 2 y 5 ilustran el método correcto para el frenado de seguridad de pernos, tornillos, tapones de cabeza cuadrada y piezas similares cuando se conectan en pares.
- El Ejemplo 3 ilustra varios componentes frenados en serie.
- El Ejemplo 4 ilustra el método correcto para el frenado de tuercas tipo castillo y broches (Stud). (Observe que no hay bucle alrededor de la tuerca).
- Los Ejemplos 6 y 7 ilustran un componente de una sola rosca conectado a una carcasa o terminal de oreja.
- El Ejemplo 8 ilustra varios componentes en un patrón geométrico cerrado y poco espaciado utilizando un método de frenado de un solo cable.

Cuando se agrupan pernos, tornillos u otras piezas con cabeza perforada, es más conveniente frenarlas con alambre de seguridad entre sí en serie que individualmente. El número de tuercas, pernos o tornillos que se pueden frenarse con alambre de seguridad depende de la aplicación. Por ejemplo, al frenar con alambre de seguridad pernos muy espaciados mediante el método de doble torsión, es recomendado que solo tres debe ser el número máximo en una serie para el frenado como se muestra en el ejemplo 3.

Al frenar con alambre de seguridad pernos con poco espaciados, ya no se establece con número máximos de pernos a conectar, si no, por longitud, lo recomendado son 60 cm de longitud como máximo. El cable está dispuesto de tal manera que, si el perno o tornillo comienza a aflojarse, la fuerza aplicada al cable este tirando o tensionando en dirección de apriete.

Las piezas que se van a frenar con alambre de seguridad deben ajustarse según los valores recomendados y los orificios deben alinearse antes de intentar la conexión.

Nunca ajuste demasiado ni afloje una tuerca ajustada para alinear los orificios del cable de seguridad.

TAPONES DE ACEITE, LLAVES DE DRENAJE Y VÁLVULAS ***(Oil Caps, Drain Cocks, and Valves)***

Estas unidades cuentan con frenado de seguridad, como se muestra en la Figura 7-73. En el caso del tapón de aceite, el cable se ancla a un tornillo de cabeza cilíndrica adyacente.

Este sistema se aplica a cualquier otra unidad que deba contar con frenado de seguridad individual. Normalmente, los bordes de anclaje se ubican convenientemente cerca de estas piezas individuales. Cuando no se cuenta con este tipo de frenado, el cable de seguridad se fija a una pieza adyacente de la parte de ensamblaje.

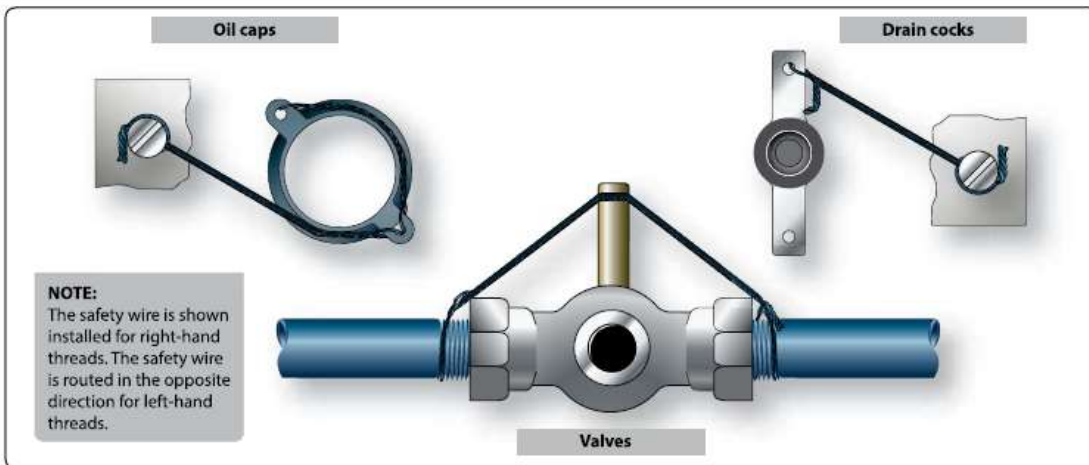


Figure 7-73. Safety wiring attachment for plug connectors.

CONECTORES ELÉCTRICOS (Electrical Connectors)

En condiciones de vibración intensa, la tuerca de acoplamiento de un conector puede aflojarse y, con suficiente vibración, el conector puede soltarse. Cuando esto ocurre, el circuito que lleva el cable se abre. La medida de protección adecuada para evitar esto es el frenado de seguridad, como se muestra en la Figura 7-74. El cable de seguridad debe ser lo más corto posible y debe instalarse de manera que la tracción del cable se realice en la dirección que aprieta la tuerca del conector.

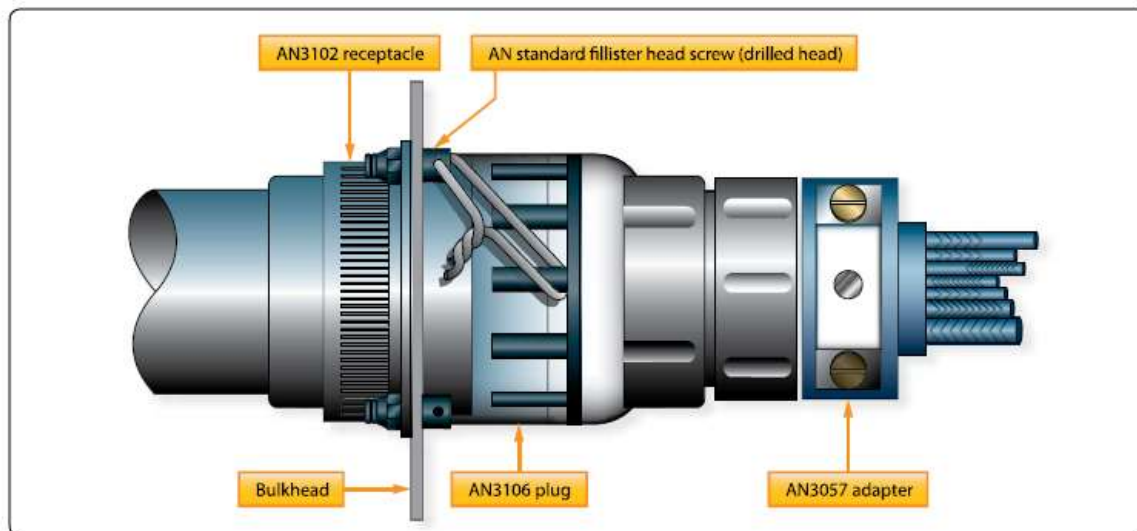


Figure 7-74. Safety wiring attachment for plug connectors.



TENSORES (Turnbuckles)

Después de ajustar correctamente un tensor, debe asegurarse. Existen varios métodos para asegurar los tensores; sin embargo, en esta sección solo se describen dos.

Estos métodos se ilustran en la Figura 7-75. El método de frenado por clip se utiliza solo en las aeronaves más modernas. Las aeronaves más antiguas utilizan tensores que requieren el método de entorche del alambre.

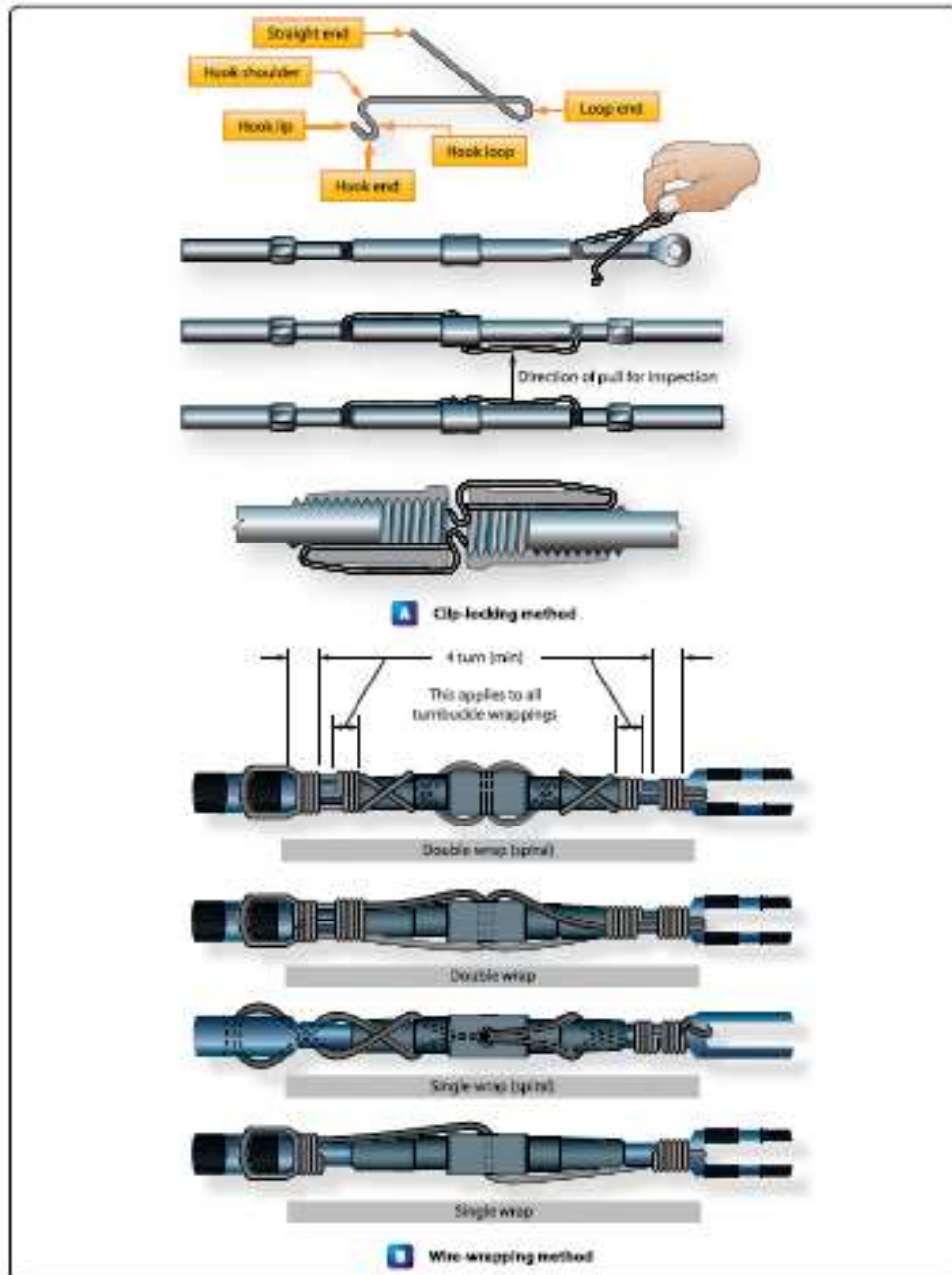


Figure 7-75. Safing turnbuckles: (A) clip-locking method and (B) wire-wrapping method.



MÉTODO DE DOBLE ENVOLTURA (Double Wrap Method)

De los métodos que utilizan alambre de seguridad para asegurar tensores, se prefiere el método de doble envoltura, aunque los métodos de una sola envoltura descritos son satisfactorios. El método de doble envoltura se muestra en la Figura 7-75.

1. Utilice dos tramos separados del alambre adecuado, como se muestra en la Figura 7-76.

Cable size (inch)	Type of Wrap	Diameter of Safety Wire (inch)	Material (Annealed Condition)
1/8	Single	0.020	Stainless steel
1/16	Single	0.040	Copper, brass ¹
1/4	Single	0.040	Stainless steel
3/8	Double	0.040	Copper, brass ¹
1/2	Single	0.057	Copper, brass ¹
1/2 and greater	Single	0.057	Stainless steel

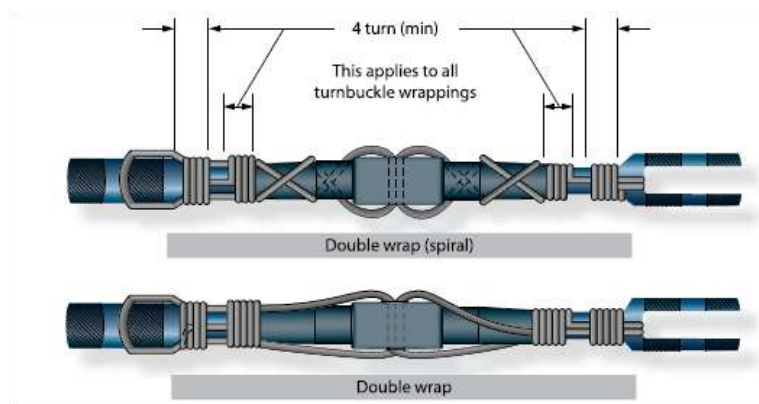
¹Galvanized or tinned steel, or soft iron wires are also acceptable.

Figure 7-76. Turnbuckle safetying guide.

2. Pase un extremo del alambre por el orificio del cuerpo del tensor y doble los extremos hacia los extremos opuestos del tensor.
3. Pase el segundo tramo del alambre por el orificio del barrilete y doble los extremos a lo largo del barrilete, en el lado opuesto de primero.
4. Pase los cables del extremo del tensor en direcciones opuestas a través de los orificios de los ojales del tensor o entre las mordazas de la horquilla, según corresponda.
5. Doble los cables tendidos en su lugar antes de cortar el cable enrollado.
6. Enrolle el cable de seguridad restante al menos cuatro vueltas alrededor del vástago y córtelo.
7. Repita el procedimiento en el extremo opuesto del tensor.

Al realizar una conexión de seguridad en un terminal prensado, pase los extremos de ambos cables, si es posible, por el orificio provisto en el terminal para este propósito y enrolle ambos extremos alrededor del vástago como se describe anteriormente.

Si el orificio no es lo suficientemente grande como para permitir el paso de ambos cables, pase el cable por el orificio y páselo por el extremo libre del otro cable. Luego, enrolle ambos extremos alrededor del vástago, como se describe.

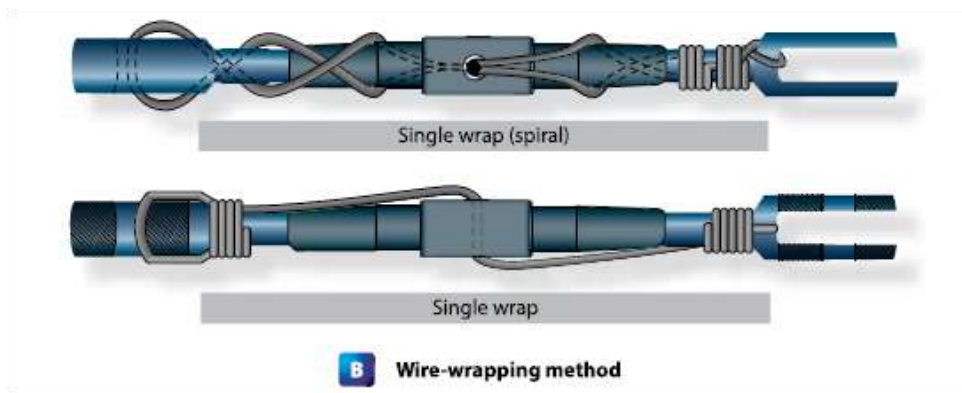




MÉTODO DE UNA SOLA VUELTA (Single Wrap Method)

Los métodos de frenado de seguridad de una sola vuelta descritos en los siguientes párrafos son aceptables, pero no son equivalentes a los métodos de doble vuelta.

1. Pase un solo tramo de cable a través del ojal o la horquilla del cable, o a través del orificio del terminal prensado en cada extremo del tensor.
2. Enrolle cada extremo del cable en espiral en direcciones opuestas alrededor de la primera mitad del cuerpo del tensor, de modo que se crucen dos veces.
3. Pase ambos extremos del cable por el orificio central del cuerpo, de modo que el tercer cruce quede en el orificio.
4. Nuevamente, enrolle en espiral los dos extremos del cable en direcciones opuestas alrededor de la otra mitad del tensor, cruzándolos dos veces.
5. Pase un extremo del cable por el ojal o la horquilla del cable, o a través del orificio del terminal prensado.
6. De la manera descrita anteriormente, enrolle ambos extremos del cable alrededor del vástago dando al menos cuatro vueltas cada uno, cortando el cable sobrante.
7. Una alternativa al método anterior es pasar un trozo de cable por el orificio central del tensor y doblar los extremos hacia los extremos opuestos del tensor.
8. Pase cada extremo por el ojal o la horquilla, o por el orificio del terminal prensado.
9. Enrolle cada extremo alrededor del vástago dándole al menos cuatro vueltas, cortando el cable sobrante. Después de asegurar, no deben quedar expuestas más de tres roscas del terminal roscado del tensor.





REGLAS GENERALES DE SEGURIDAD PARA EL CABLEADO

Al utilizar el método de frenado con cable de seguridad, se deben seguir las siguientes reglas generales:

1. Se debe hacer un cable flexible de 3,5 a 3,25 cm (de tres a seis vueltas) al final del cableado. Este cable flexible debe doblarse hacia atrás o hacia abajo para evitar que se enganche.
- 2.



3. El cable de seguridad debe ser nuevo en cada aplicación.
4. Cuando se vayan a asegurar tuercas tipo castillo con cable de seguridad, ajuste la tuerca al límite inferior del rango de torsión seleccionado, a menos que se especifique lo contrario, y si es necesario, continúe ajustando hasta que una ranura se alinee con el orificio.
5. Todos los cables del freno de seguridad deben estar apretados después de la instalación, pero no bajo tanta tensión que la manipulación normal o la vibración los rompan.
6. El cable del freno debe colocarse de manera que cualquier tracción ejercida por el cable tienda a apretar la tuerca.
7. Las vueltas del frenado deben ser apretadas y uniformes, y el cable entre las tuercas debe estar lo más tenso posible sin torcerlo demasiado.
8. El cable de seguridad siempre debe instalarse y retorcerse de modo que el bucle alrededor de la cabeza quede abajo y no tienda a subir por encima de la cabeza del perno, lo que provocaría un bucle flojo.

Ejemplos típicos de Safety Wiring:



ACTIVIDAD PRACTICA 2

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA

PROGRAMA DE AVIACION

Centro Industrial y de Aviación

Nombre de la actividad: Aplicación del frenado de seguridad (Safety Wiring) – Métodos 1 y 3

Objetivo de la actividad

Que el aprendiz aplique correctamente el frenado de seguridad mediante alambre aeronáutico, utilizando los métodos 1 y 3, asegurando elementos roscados de acuerdo con los principios de seguridad, los procedimientos estandarizados y las normas aeronáuticas vigentes.

Materiales y elementos

- Maqueta–simulador
- Pernos, tornillos o tuercas instalados en la maqueta
- Alambre de seguridad aeronáutico
- Alicates para safety wire
- Cortador de alambre
- Elementos de protección personal (guantes y gafas)

Procedimiento paso a paso

Aplicación del frenado de seguridad (Safety Wiring) – Métodos 1 y 3

Descripción	Aprendiz	Instructor
<p>Paso 1 – Inspección previa</p> <p>Verifique que:</p> <ul style="list-style-type: none">• El tornillo, perno o tuerca esté correctamente instalado y ajustado.• El orificio para el paso del alambre de seguridad esté limpio y alineado.• No existan roscas dañadas o elementos deformados. <p>⚠ Nota de seguridad CAUTION: El safety wire no reemplaza el torque; solo se aplica después de que el elemento esté correctamente ajustado.</p>		
<p>Paso 2 – Selección del método de frenado</p> <p>Identifique el método a aplicar según la disposición del elemento:</p> <ul style="list-style-type: none">• Método 1: Dos tornillos o tuercas alineadas.• Método 3: Un solo tornillo o elemento individual. <p>✓ Nota técnica: El método seleccionado debe garantizar que el alambre de seguridad tienda a evitar el aflojamiento del elemento.</p>		
<p>Paso 3 – Aplicación del Safety Wiring – Método 1</p> <p>Para el método 1:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pase el alambre de seguridad a través del orificio del primer tornillo.• Dirija el alambre hacia el segundo tornillo, manteniendo tensión uniforme.• Realice el trenzado en el sentido correcto, asegurando ambos elementos.• Fije el alambre de manera que, ante cualquier movimiento, tienda a apretar los tornillos. <p>⚠ Nota de seguridad CAUTION: Un trenzado incorrecto puede provocar que el alambre facilite el aflojamiento del tornillo.</p>		
<p>Paso 4 – Aplicación del Safety Wiring – Método 3</p>		

<p>Para el método 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduzca el alambre de seguridad por el orificio del tornillo. • Realice el trenzado alrededor del mismo elemento. • Asegure el extremo final firmemente, sin dejar puntas expuestas. <p><input checked="" type="checkbox"/> Nota técnica: Este método se utiliza cuando solo existe un punto de aseguramiento disponible.</p>		
<p>Paso 5 – Terminación del alambre</p> <p>Corte el excedente del alambre y:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doble la punta hacia el elemento asegurado. • Verifique que no existan extremos filosos o sobresalientes. <p>⚠ Nota de seguridad CAUTION: Las puntas expuestas pueden causar lesiones al personal o dañar otros componentes.</p>		
<p>Paso 6 – Inspección final</p> <p>Verifique que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El alambre esté firme y correctamente trenzado. • El sentido del frenado sea correcto. • No existan interferencias con otros componentes. • Inspección por FOD 		

Nota formativa

El frenado de seguridad mediante alambre es una práctica crítica en el mantenimiento aeronáutico. Una aplicación incorrecta puede generar fallas mecánicas, por lo que siempre debe ejecutarse siguiendo los procedimientos establecidos en los manuales de mantenimiento y las normas aeronáuticas vigentes.

CRITERIOS DE EVALUACION		
Descripción	Cumple	No cumple
Selecciona correctamente el método de safety wiring (1 o 3).		
Aplica el alambre en el sentido correcto de frenado.		
Mantiene tensión uniforme durante el trenzado.		
Elimina puntas expuestas del alambre.		
Cumple las normas de seguridad durante la actividad.		



Conclusiones.

La presente cartilla se consolida como una guía didáctica de apoyo al proceso formativo del programa de aviación del SENA, orientada al desarrollo de competencias técnicas en el montaje, ajuste y aseguramiento de los sistemas de control de vuelo, mediante el uso de una maqueta–simulador como estrategia pedagógica.

El contenido técnico abordado permite al aprendiz comprender la importancia de la correcta tensión de los cables de control y la adecuada aplicación de los métodos de frenado de seguridad, actividades fundamentales para garantizar la aeronavegabilidad y la seguridad operacional de las aeronaves, en concordancia con los manuales de mantenimiento del fabricante, las normas aeronáuticas vigentes y lo establecido por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil).

Asimismo, la cartilla fortalece el aprendizaje práctico bajo los lineamientos del RAC 147, promoviendo la apropiación del conocimiento y el desarrollo de destrezas técnicas tanto en los niveles Técnico como Tecnólogo, contribuyendo a la formación de talento humano competente, consciente de su responsabilidad en la ejecución del mantenimiento aeronáutico bajo criterios de calidad, precisión y seguridad.

Recomendaciones

Se recomienda que el uso de esta cartilla se realice como material de apoyo pedagógico, complementario a la instrucción teórica y práctica impartida por el instructor, sin sustituir en ningún caso los manuales de mantenimiento del fabricante ni la normativa aeronáutica vigente.

Es fundamental que el aprendiz aplique los procedimientos descritos bajo la supervisión del instructor y respetando las normas de seguridad establecidas por el SENA y la Aerocivil, fomentando hábitos de trabajo seguro, ordenado y alineado con las buenas prácticas de la industria aeronáutica.

Se sugiere actualizar periódicamente el contenido de la cartilla para garantizar su coherencia con posibles cambios en la normativa aeronáutica, los programas de formación y los manuales técnicos, así como promover el uso responsable de la maqueta–simulador como herramienta para fortalecer el aprendizaje significativo y la correcta transferencia de conocimientos al entorno real de mantenimiento de aeronaves.



Bibliografía

Aviation Supplies & Academics, Inc. (2002). *Technical general series*. ASA.

European Union Aviation Safety Agency (EASA) (2016). (s. f.). *Module 06: Materials and hardware (B1 & B2)*. Maintenance Technician Certification Series.

Federal Aviation Administration. (1998). *Acceptable methods, techniques, and practices—Aircraft inspection and repair* (Advisory Circular No. 43.13-1B, Change 1). U.S. Department of Transportation.

Federal Aviation Administration. (2018). *Aviation maintenance technician handbook—General* (FAA-H-8083-30B). U.S. Department of Transportation.