

GUÍA DE INSPECCIÓN

de pulverizadores aerotransportados



GUÍA DE INSPECCIÓN

de pulverizadores aerotransportados

Esta guía de inspección ha sido elaborada por

**Gregorio L. Blanco Roldán, Juan Luis Gamarra
Diezma, Jesús A. Gil Ribes, Alfonso José Guillén Dana,
Antonio Miranda Fuentes, Rafael Millán Muñoz**



Universidad de Córdoba

*y coordinada por el Laboratorio Nacional de Referencia para las inspecciones de
equipos de aplicación de productos fitosanitarios:*

**Felipe Gracia Aguilá, Francesc Solanelles Batlle,
Alexandre Estadella Servalls y Alba Fillat Morata**

Centre de Mecanització Agrària

Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació

Generalitat de Catalunya



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización

Edición: Mayo 2020



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Catálogo de publicaciones oficiales de la AGE:

<https://cpage.mpr.gob.es/>

NIPO: 00321141X

ÍNDICE

Introducción	7
Preinspección	11
Inspección	13
1. Fugas y goteo	15
1.1. Fugas estáticas	17
1.2. Fugas dinámicas	19
1.3. Pulverización y goteo sobre los elementos del pulverizador	21
2. Bomba	23
2.1. Accionamiento de la bomba	25
2.2. Capacidad	27
2.3. Pulsaciones	29
2.4. Cámara de aire	31
3. Agitación de la mezcla para pulverización	33
3.1. Agitación hidráulica	35
3.2. Agitación mecánica	37
4. Depósito del líquido de pulverización	39
4.1. Cierre estanco	41
4.2. Válvula lateral de llenado	43
4.3. Incorporador de productos fitosanitarios	45
4.4. Compensación de presión (venteo del depósito)	47
4.5. Indicador(es) del contenido del depósito	49
4.6. Vaciado del depósito	51
4.7. Trampilla de vaciado de emergencia	53
4.8. Elemento rompeolas	55
4.9. Dispositivo de limpieza de los recipientes de productos fitosanitarios	57
4.10. Equipo de limpieza del propio pulverizador	59
4.11. Punto de agua limpia	61
5. Sistemas de medición, control y regulación	63
5.1. Generalidades	65
5.2. Manómetro, posición, escala y estado	67
5.3. Resolución de la escala del manómetro analógico	69

5.4. Precisión del manómetro	71
5.5. Diámetro de la esfera del manómetro analógico	73
5.6. Otros dispositivos de medición	75
5.7. Válvula de tres vías.....	79
6. Conducciones (rígidas y flexibles)	81
6.1. Conducciones (rígidas y flexibles)	83
6.2. Rotulación de la presión máxima admisible	85
7. Filtros.....	87
7.1. Presencia de filtros.....	89
7.2. Dispositivo de aislamiento del filtro.....	91
7.3. Cambio o sustitución de filtros.....	93
8. Barra de pulverización.....	95
8.1 Estabilidad/alineación/posición	97
8.2. Orientación y separación de boquillas	99
8.3. Compensación de retornos	101
8.4. Caída de presión.....	103
9. Boquillas	105
9.1. Semejanza y características de boquillas	107
9.2. Goteo.....	111
10. Distribución transversal (presión y caudal).....	113
10.1. Medición del caudal: caudal nominal conocido de la boquilla	115
10.2. Medición del caudal: caudal nominal desconocido de la boquilla	117
10.3. Distribución de la presión	119
ANEXO. Guía de inspección de equipos de aplicación de productos fitosanitarios montados en aeronaves pilotadas por control remoto (RPA)	121
Introducción	122
Preinspección	125
Inspección	126

Introducción

Equipos objeto de inspección

Los pulverizadores aerotransportados son equipos de aplicación de productos fitosanitarios diseñados para su montaje en aeronaves (avión o helicóptero) y tienen la posibilidad de realizar tratamientos a distintos volúmenes de aplicación. Para aplicaciones de ultra bajo volumen (UBV), se equipan con boquillas rotatorias o atomizadores que se basan en el método de pulverización centrífuga, y para aplicaciones con volúmenes mayores se equipan con boquillas, generalmente, de turbulencia, cuyo funcionamiento es similar al de los equipos convencionales de pulverización hidráulica de chorro proyectado. Ambos tipos de boquillas se pueden instalar en un mismo equipo aerotransportado, que consta, generalmente, de los siguientes elementos (Figura 1): bomba, depósito de caldo, manómetro, válvula reguladora de presión y caudal, tuberías, filtros, pértiga de aplicación y boquillas.

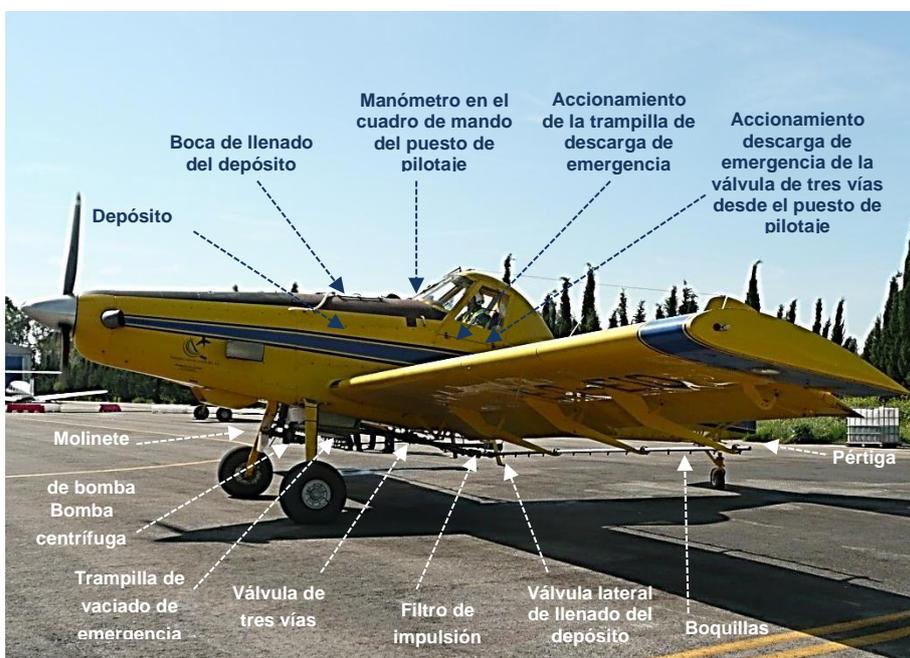


Figura 1. Elementos de un pulverizador aerotransportado sobre avión

Para que el pulverizador funcione de forma adecuada es necesario que sus elementos estén en perfecto estado de mantenimiento.

Si bien el fundamento de la aplicación con helicóptero es similar al descrito en el caso de los aviones, las principales diferencias, en cuanto a los elementos que componen el equipo de aplicación de productos fitosanitarios son (Figura 2): bomba sin molinete, accionada por el propio motor del helicóptero; localización distinta del depósito de caldo, a ambos lados del habitáculo del piloto; y boquillas centrífugas hidráulicas o eléctricas.



Figura 2. Elementos de un pulverizador aerotransportado sobre helicóptero.

En esta Guía se introduce un aspecto innovador, al contemplar por primera vez, dentro de la inspección, a los conocidos drones, denominados técnicamente aeronaves pilotadas por control remoto (RPAS), estableciendo los principales requisitos técnicos y legales que les son de aplicación dentro de un Anexo.

Inspección

La inspección se realizará teniendo en cuenta la correspondencia con la normativa por analogía con la UNE-EN ISO 16122-2

Preinspección

Generalidades

El operador (piloto) de la aeronave debe estar presente en la inspección y atender al inspector para el buen desarrollo de la inspección, además se asegurará que el equipo de aplicación de productos fitosanitarios (EAPF), así como la aeronave, estén en perfecto estado y funcionen correctamente.

Tanto el EAPF como la aeronave cumplirán con la normativa de seguridad vigente. La aeronave y el equipo de aplicación deben estar inscritos en los respectivos registros y el piloto debe tener vigente en el momento de la inspección el carné con el Nivel de capacitación de Piloto aplicador, según establece el artículo 18 del Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

Durante las inspecciones de las aeronaves debe estar presente una persona con la cualificación de Técnico de mantenimiento de aeronaves (TMA), con licencia parte 66, concedida en la categoría de la aeronave a inspeccionar, o, alternativamente, un Técnico con la cualificación suficiente para realizar labores de mantenimiento y ser incluido como tal en el Manual de la Organización de Mantenimiento (MOE), todo ello según establece la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), quedando reflejado en el Boletín de Inspección tanto la firma del citado personal como su número de identificación, todo ello, con objeto de garantizar la seguridad en vuelo.

Inspección

1. Fugas y goteo



Junta de conexión entre tuberías con fugas apreciables



Trampilla de emergencia de vaciado sin fugas

1.1. Fugas estáticas

El pulverizador se debe llenar con agua hasta su capacidad nominal.

Se debe efectuar una comprobación visual del pulverizador parado sobre una superficie horizontal nivelada y con la bomba sin funcionar para buscar posibles fugas del depósito, bomba y las conducciones asociadas.

En el caso de depósitos de gran capacidad (>1000 l), el llenado de agua se puede reducir hasta la mitad del volumen nominal del depósito como mínimo, a condición de que se efectúe una inspección adicional del depósito para identificar cualquier grieta, orificio u otros defectos que puedan provocar fugas.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.1.1

Método de verificación: comprobación visual

Actuación del inspector

El inspector realizará una comprobación visual de todos los elementos del pulverizador, especialmente los que están en contacto directo con el líquido. Se prestará especial atención a las tuberías, juntas, filtros y orificios de vaciado. Se deberá garantizar que no existen fugas de líquido, ni riesgo de fugas como consecuencia del mal estado de alguno de los elementos. Se inspeccionará que no existen fugas desde la trampilla de descarga. En el caso de helicópteros de dos depósitos también se deben comprobar los manguitos de conexión entre ambos. Si previamente el piloto no ha hecho funcionar el pulverizador, solamente habrá líquido en el depósito, por lo que el resto del circuito estará vacío y no se podrán apreciar fugas.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Ningún elemento del equipo presenta fugas.	✓
Alguno de los componentes del equipo presenta fugas.	✗

1.2. Fugas dinámicas

Ensayo de fugas con el equipo en funcionamiento, pero sin realizar pulverización. No se debe producir ningún tipo de fuga en todas las partes del pulverizador cuando éste está funcionando a una presión igual a la máxima conseguida para el sistema con las válvulas de las secciones cerradas.

Ensayo de fugas cuando se está realizando la pulverización. No se deben producir ningún tipo de fugas en todas las partes del pulverizador cuando esté funcionando a una presión igual a la máxima presión de trabajo recomendada por el fabricante del pulverizador, o del fabricante de las boquillas instaladas en el pulverizador si ésta fuera inferior.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.1.2.1 y 4.1.2.2

Método de verificación: comprobación visual y prueba de funcionamiento

Actuación del inspector

La inspección de las fugas dinámicas se realiza en dos partes. En la primera parte el inspector observará la presencia/ausencia de fugas con el pulverizador en marcha y la bomba al régimen de funcionamiento recomendado, pero con todos los sectores de la barra cerrados. Tras esta comprobación, se procederá a la apertura de todos los sectores de la barra y manteniendo la presión de trabajo (la máxima recomendada por el fabricante del equipo o de las boquillas), y se comprobará nuevamente la ausencia de fugas.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Ningún elemento del equipo presenta fugas.	✓
Alguno de los componentes del equipo presenta fugas.	✗

1.3. Pulverización y goteo sobre los elementos del pulverizador

No debe pulverizarse líquido directamente sobre cualquier elemento del propio pulverizador ni sobre los componentes de la aeronave, excepto cuando sea necesario para el buen funcionamiento del equipo o cuando por su modo de trabajar, esto sea imposible de comprobar (boquillas centrífugas que solamente pulverizan cuando la aeronave se encuentra en movimiento)

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.1.3

Método de verificación: comprobación visual y ensayo de funcionamiento

Actuación del inspector

Con el pulverizador en marcha y con todas las boquillas pulverizando (sin que la aeronave se encuentre en movimiento), se comprobará que el chorro de pulverización no se dirige a ninguna de las partes del equipo (tuberías, chasis, regulador...) ni de la aeronave, salvo que sea necesario y de acuerdo con los objetivos específicos del equipo.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
No existe pulverización directa sobre el propio pulverizador, a no ser que sea necesario para el buen funcionamiento del equipo, ni sobre los componentes de la aeronave	✓
Existe pulverización directa sobre el propio pulverizador, o sobre algún elemento de la aeronave, sin que sea necesario para el buen funcionamiento del equipo	✗

2. Bomba



Sistema de desactivación del giro del molinete por modificación del ángulo de calado de las
aspas



Comprobación del ángulo de calado de las palas en función de una posición señalada en la
base. Todas las palas deben tener la misma posición

2.1. Accionamiento de la bomba

Las bombas de los aviones son accionadas por un molinete de palas. En el caso de helicópteros el accionamiento de la bomba es hidráulico, eléctrico o a través de una motobomba de gasolina. Si el accionamiento es por molinete se comprobará que todas las palas son iguales, que no tienen roturas ni desgastes y que no estén rígidas (esto supondría un riesgo de rotura por falta de elasticidad). Su orientación (ángulo de calado) debe ser igual en todas las palas. El dispositivo de control de la orientación debe funcionar correctamente. Se comprobará visualmente que el giro del molinete es uniforme, sin que se observen desequilibrios en la velocidad angular ni cabeceos. Se comprobará que la bomba dispone de un mecanismo de frenado para interrumpir su giro cuando sea necesario. En las bombas de helicópteros se comprobará que existe un mecanismo de parada de emergencia para evitar posibles pérdidas de la carga en vuelo.

Correspondencia con la normativa: no existe

Método de verificación: Comprobación visual y prueba de funcionamiento

Actuación del inspector

Se debe verificar el buen estado de las palas, su dispositivo de control de orientación y que su giro es uniforme. Se debe accionar el mecanismo de frenado intentando mover el molinete manualmente para comprobar su efectividad. Se comprobará que existe y funciona correctamente un mecanismo de parada de emergencia para el accionamiento de las bombas de helicópteros.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Las palas son iguales. Las palas no presentan roturas o desgastes. Las palas no están rígidas. Todas las palas tienen el mismo ángulo de calado. El dispositivo de control de la orientación funciona correctamente. El giro del molinete es uniforme. Dispone de mecanismo de frenado y funciona correctamente. En caso de helicópteros existe mecanismo de parada de emergencia y funciona correctamente.	✓
Las palas no son iguales. Las palas presentan roturas o desgastes. Las palas están rígidas. Todas las palas no tienen el mismo ángulo de calado. El dispositivo de control de la orientación no funciona correctamente. El giro del molinete no es uniforme. No dispone de mecanismo de frenado, o este no funciona correctamente. En caso de helicópteros no existe mecanismo de parada de emergencia, o no funciona correctamente.	✗



Caudalímetro para la medida del caudal de la bomba

2.2. Capacidad

La capacidad de la bomba debe ajustarse a la necesidad del pulverizador.

La capacidad de la bomba debe ser como mínimo del 90% del caudal nominal original dado por el fabricante del pulverizador.

O de manera alternativa, la/s bomba/s debe/n suministrar el caudal suficiente para permitir la pulverización al mismo tiempo que mantenga una agitación visible.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.2.1

Método de verificación:

- Pulverizadores sin adaptador para ensayo, capacidad de bomba no especificada o presión máxima de trabajo desconocida. Medición según ISO 16122-2:2015, ap. 5.2.1.2.2 (Método A)
- Otros pulverizadores. Medición según ISO 16122-2:2015, ap. 5.2.1.2.3 (Método B)

Actuación del inspector

Para cualquiera de los métodos que se apliquen, la válvula de tres vías deberá estar cerrada.

Método A. Método de ensayo para pulverizadores sin adaptador. Método cualitativo (ISO 16122-2:2015, ap. 5.2.1.2.2)

En las bombas donde no existe conexión para colocar un caudalímetro, o en las que no se conoce la presión de trabajo máxima, se utilizará este método de ensayo. En el caso de sistemas de pulverización hidráulica, se debe colocar un manómetro en las boquillas de los extremos de la unidad de aplicación (barra) para comprobar que en el ensayo se trabaja a la presión máxima. En ambos casos se llenará el depósito a la mitad de su capacidad nominal con agua limpia. Se debe accionar la bomba a la máxima presión que indica el fabricante del pulverizador con todas las boquillas abiertas pulverizando. Cuando se alcance esta presión máxima se observará que existe una agitación visible en el depósito de caldo.

Método B. Método de ensayo para otros pulverizadores (ISO 16122-2:2015, ap. 5.2.1.2.3). El depósito para pulverización se debe llenar con agua limpia hasta la mitad de su capacidad nominal. Se debe colocar un filtro adecuado y limpio en el lado de succión de la bomba de acuerdo a las instrucciones del fabricante del pulverizador.

La medición se debe realizar:

- a la presión máxima de trabajo recomendada por el fabricante del pulverizador o de las boquillas (cualquiera que sea menor);
- con las boquillas de mayor tamaño instaladas;
- con el régimen de la bomba recomendado por el fabricante;
- con el mayor número posible de dispositivos de aplicación conectados;
- no se deben producir fugas ni filtraciones de aire en ningún elemento de conexión;
- el caudalímetro deberá colocarse lo más cerca posible de la salida de la bomba o en la posición que indique el fabricante del pulverizador;
- cuando existan múltiples salidas de la bomba se deberá conectar por separado a cada salida o a todas las salidas juntas;

- el agua que sale por el caudalímetro se debería introducir de nuevo en el depósito del pulverizador;
- el caudal se debe medir sin que se produzcan contrapresiones forzadas desde el caudalímetro y a una presión comprendida entre 8 ($\pm 0,2$) bar y 10 ($\pm 0,2$) bar, o si es inferior, a la máxima presión de trabajo admisible de la bomba;
- la medida del caudal se realizará con un caudalímetro cuyo error sea menor o igual al 2% del valor medido cuando la capacidad de la bomba sea mayor o igual a 100 l/min, o bien un error menor o igual a 2 l/min cuando la capacidad de la bomba sea menor que 100 l/min.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Para el método A. La bomba suministra el caudal suficiente para permitir la pulverización y al mismo tiempo mantener una agitación visible. Para el método B. La capacidad de la bomba es igual o mayor del 90% de su capacidad nominal original.	
Para el método A. La bomba no suministra el caudal suficiente para permitir la pulverización y al mismo tiempo mantener una agitación visible. Para el método B. La capacidad de la bomba es menor del 90% de la capacidad nominal original.	

2.3. Pulsaciones

Las pulsaciones no deben exceder del 10% de la presión de trabajo.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.2.2.

Método de verificación: Comprobación visual, medición y ensayo de funcionamiento medición (apartado 5.2.2)

Actuación del inspector

La comprobación se realizará al régimen nominal de la bomba. Se comprobarán las pulsaciones en la posición del manómetro del pulverizador con el mismo manómetro (si cumple los requisitos establecidos en el apartado 4.5.2). El equipo se regulará para trabajar a la presión de trabajo prevista. Las fluctuaciones de presión observadas en el manómetro respecto de la presión de trabajo deben ser inferiores al 10%. Las posibles causas de las pulsaciones pueden ser debidas a: defectos en los álabes de las hélices, defectos en la bomba, defecto en el sistema de regulación o defecto en el calderín o amortiguador de presión (ver apartado 4.2.3).

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Las oscilaciones de la aguja del manómetro del equipo no son evidentes y no dificultan la lectura adecuada de la presión de trabajo. Las oscilaciones son inferiores al 10% establecido.	✓
Las oscilaciones de la aguja del manómetro del equipo son evidentes y dificultan la lectura adecuada de la presión de trabajo. Las oscilaciones son iguales o superiores al 10% establecido.	✗

2.4. Cámara de aire

Si existe una cámara de aire, la membrana no debe estar dañada, y no debe haber líquido dentro del compartimento existente entre la membrana y la válvula de inflado. La presión del aire debe ser la recomendada por el fabricante del pulverizador o estar entre el 30% y el 70% de la presión de trabajo de las boquillas en uso.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.2.3.

Método de verificación: Prueba de funcionamiento y medición

Actuación del inspector

La comprobación se realizará con la bomba funcionando a la máxima presión recomendada por el fabricante. Se verificará que no existan fugas y que la presión en el interior de la cámara de aire se mantiene entre el 30% y el 70% de la presión de trabajo con las boquillas funcionando. Se comprobará que no se producen pulsaciones en el manómetro. El inspector utilizará para ello un dispositivo de medición de la presión específico para ello, acoplándolo en la válvula de inflado y viendo que la presión de la cámara se encuentra dentro de los márgenes indicados y que no sale líquido a través de la válvula al realizar esta medición.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
La presión en el calderín es la adecuada, y al comprobarlo no sale líquido a través de la válvula de inflado.	✓
La presión en el calderín no es la adecuada, bien por exceso o por defecto respecto a los valores recomendados o al comprobar la presión, sale líquido a través de la válvula de inflado.	✗

3. Agitación de la mezcla para pulverización



Agitación hidráulica claramente visible

3.1. Agitación hidráulica

Se debe mantener una agitación claramente visible en las condiciones que a continuación se establecen:

- cuando se realice la pulverización a la presión máxima de trabajo recomendada por el fabricante del pulverizador o de las boquillas (cualquiera que sea menor);
- con las boquillas de mayor tamaño instaladas en el pulverizador;
- con el régimen de la bomba recomendado por el fabricante del pulverizador;
- con el depósito lleno hasta la mitad de su capacidad nominal.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.3.1.

Método de verificación: Comprobación visual

Actuación del inspector

Con el pulverizador funcionando en las condiciones especificadas, el inspector comprobará visualmente que se mantiene un flujo constante y uniforme en todas las boquillas, mientras que se observa un movimiento del líquido en el interior del depósito suficiente para garantizar la agitación del mismo.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
A juicio del inspector, y tras la comprobación del movimiento de líquido en el interior del tanque, éste existe y se considera suficiente para garantizar una concentración uniforme del producto.	✓
A juicio del inspector, y tras la comprobación del movimiento de líquido en el interior del tanque, éste no existe o se considera insuficiente para garantizar una concentración uniforme del producto.	✗

3.2. Agitación mecánica

En caso de existir, se debe mantener agitación que sea claramente visible cuando el sistema de agitación esté funcionando como recomienda el fabricante del pulverizador, con el depósito lleno hasta la mitad de su capacidad nominal.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.3.2.

Método de verificación: Comprobación visual.

Actuación del inspector

Análogamente al proceso explicado en el caso del sistema de agitación hidráulica, el inspector procederá a realizar una comprobación visual del movimiento y la recirculación del líquido en el interior del tanque.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
A juicio del inspector, y tras la comprobación del movimiento de líquido en el interior del tanque, éste existe y se considera suficiente para garantizar una concentración uniforme del producto.	✓
A juicio del inspector, y tras la comprobación del movimiento de líquido en el interior del tanque, éste no existe o se considera insuficiente para garantizar una concentración uniforme del producto.	✗

4. Depósito del líquido de pulverización



Comprobación del cierre estanco de la boca de llenado superior del depósito

4.1. Cierre estanco

El depósito debe estar provisto de un cierre estanco de la boca de llenado superior para evitar derrames en movimientos bruscos y en los giros con respecto al eje longitudinal para el cambio en el sentido del vuelo (en aeronaves de ala fija en ciertas maniobras de giro sobre un solo eje) Si el cierre tiene un conducto de ventilación (conforme al 4.4.4), éste debe impedir fugas.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.4.1.

Método de verificación: comprobación visual.

Actuación del inspector

Se debe realizar una comprobación visual del cierre estanco del depósito y de su estado, comprobando que no se producen fugas con el depósito lleno hasta su capacidad nominal, con la bomba funcionando al régimen nominal.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
El cierre estanco no presenta deformaciones o defectos que impiden el cierre perfecto. No se observan fugas o riesgos de fugas.	✓
El cierre no es estanco, presenta deformaciones o defectos que impiden el cierre perfecto. Se observan fugas o riesgos de fugas.	✗



Válvula lateral durante la operación de llenado



Válvula lateral de llenado del depósito sin fugas, pero con escape de líquido en el desacople

4.2. Válvula lateral de llenado

En la válvula lateral de llenado debe haber un filtro en buenas condiciones. Esta válvula debe impedir que el agua regrese del depósito al punto de alimentación, por ejemplo, empleando una válvula de no retorno.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartados 4.4.2 y 4.4.4.

Método de verificación: comprobación visual y prueba de funcionamiento.

Actuación del inspector

Comprobar la presencia de un filtro, que generalmente se encuentra en la manguera de llenado y verificar el estado de la malla, prestando especial atención a la presencia de cortes, perforaciones o desperfectos en la misma.

El dispositivo debe garantizar que en ningún caso se producen vertidos del líquido del depósito del equipo de aplicación al punto de carga de agua limpia. Para ello, el inspector pedirá al piloto que realice una prueba de carga de agua para comprobar que al desconectar la manguera no retrocede agua del depósito y solamente cae la que se encuentra en el punto de acople entre la válvula y la manguera.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Existe filtro. El filtro está en perfectas condiciones. Garantiza un buen funcionamiento del mismo. El dispositivo de llenado se encuentra en perfectas condiciones y no presenta riesgos de contaminación de la fuente de llenado. Existe válvula anti retorno. La válvula anti retorno funciona adecuadamente.	✓
No existe filtro. El filtro está deteriorado o roto. No es posible garantizar un buen funcionamiento del mismo. El dispositivo de llenado presenta evidentes riesgos de contaminación de la fuente de llenado. La válvula anti retorno no existe. La válvula anti retorno no funciona adecuadamente.	✗

4.3. Incorporador de productos fitosanitarios

Si hay un incorporador de productos fitosanitarios, este debe impedir la entrada de cualquier objeto que tenga un diámetro mayor de 20 mm en el interior del depósito del pulverizador y además no debe presentar fugas durante su funcionamiento.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.4.3.

Método de verificación: Comprobación visual y ensayo de funcionamiento.

Actuación del inspector

Se debe realizar una comprobación visual del incorporador de productos fitosanitarios, si éste está presente en el equipo, comprobando que no presenta roturas ni riesgo de derrame de líquido. El inspector solicitará que el piloto accione el dispositivo de incorporación y comprobará que no presenta fugas, succiona todo el producto incorporado en el depósito durante el proceso de mezcla y que la(s) boquilla(s) de limpieza y demás elementos funcionan correctamente. Se comprobará la luz de la rejilla del incorporador, asegurándose que sea inferior a la máxima recomendada (20 mm).

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
La rejilla existe y tiene el tamaño de malla adecuado. El depósito funciona y no presenta fugas.	✓
La rejilla no existe, o no tiene el tamaño de malla adecuado. El depósito no funciona o presenta fugas.	✗



Dispositivo tubular de compensación de la presión interior del depósito

4.4. Compensación de presión (venteo del depósito)

Debe existir un dispositivo de compensación de la presión para evitar que se produzca sobrepresiones o bajas presiones en el depósito. Debe estar en buen estado y sin residuos.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.4.4.

Método de verificación: comprobación visual.

Actuación del inspector

El inspector debe asegurarse que existe el dispositivo correspondiente y que esté en buen estado. Este venteo del depósito debe permitir la libre circulación de aire e impedir vertidos de caldo al exterior.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
El venteo del depósito impide las fugas. Existe un dispositivo de compensación de presión. El venteo del depósito está en buen estado. El venteo del depósito no tiene residuos.	✓
El venteo del depósito no impide las fugas. No existe un dispositivo de compensación de presión. El venteo del depósito no está en buen estado. El venteo del depósito tiene residuos.	✗



Indicador de nivel desde el puesto de pilotaje en buen estado de señalización



Indicador de nivel, de ventana translúcida, visible desde tierra para realizar el llenado al volumen adecuado

4.5. Indicador(es) del contenido del depósito

Se debe poder leer claramente el volumen de líquido en el depósito desde el puesto del piloto y desde la posición del llenado en tierra.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.4.5

Método de verificación: Comprobación visual.

Actuación del inspector

El inspector comprobará que los diferentes indicadores de nivel de líquido están localizados de manera tal que al menos uno sea visible desde el puesto de conducción. Además, deberá existir un indicador de nivel visible desde donde se esté realizando la operación de llenado del depósito. Al mismo tiempo se comprobará la facilidad de lectura de la escala del indicador y su capacidad para determinar la cantidad exacta de agua en el depósito.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
El equipo dispone de indicadores de nivel de líquido. Los indicadores de nivel de líquido permiten, debido a su estado, determinar la cantidad de caldo que hay en el interior. Es posible realizar la lectura desde el puesto del piloto. Es posible realizar la lectura desde el punto de carga de incorporación de productos fitosanitarios.	✓
El equipo no dispone de indicadores de nivel de líquido. Los indicadores de nivel de líquido no permiten, debido a su estado, determinar la cantidad de caldo que hay en el interior. No es posible realizar la lectura desde el puesto del piloto. No es posible realizar la lectura desde el punto de carga de incorporación de productos fitosanitarios.	✗

4.6. Vaciado del depósito

Debe ser posible vaciar el depósito de manera eficiente y rápida utilizando, por ejemplo, un grifo, bomba externa y sus correspondientes mangueras, etc. y recoger el líquido sin contaminar el medio ambiente y sin que suponga un riesgo potencial de exposición al operario.

Correspondencia con la normativa: analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.4.6.

Método de verificación: Comprobación visual y prueba de funcionamiento.

Actuación del inspector

El inspector comprobará que el dispositivo de vaciado está situado en el punto más bajo del depósito para conseguir vaciar todo el líquido contenido en el mismo. Localizado el dispositivo de vaciado, se realizará una comprobación visual y si es posible se verificará su funcionamiento. Se comprobará que es posible colocar un recipiente en el punto de vaciado para la recogida del líquido, evitando riesgos de contaminación medioambiental.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
El equipo dispone de un dispositivo de vaciado del depósito. El dispositivo de vaciado está situado de forma correcta, sin riesgo de contaminación para el operario durante su actuación. Es posible la recogida del líquido cuando se abre el dispositivo.	✓
El equipo no dispone de un dispositivo de vaciado del depósito. El dispositivo de vaciado está situado de forma inadecuada, con riesgo de contaminación para el operario durante su actuación. No es posible o resulta muy difícil la recogida del líquido cuando se abre el dispositivo.	✗



Palanca que acciona la trampilla de seguridad para evacuar todo el líquido en caso de emergencia. Debe conseguirse en menos de 5 segundos tanto en el suelo como en vuelo

4.7. Trampilla de vaciado de emergencia

El depósito debe disponer de trampilla para su vaciado en situación de emergencia.

Correspondencia con la normativa:

Método de verificación: Comprobación visual y prueba de funcionamiento.

Actuación del inspector

Se comprobará la existencia de la trampilla de vaciado de emergencia, así como su correcto funcionamiento. Se recomienda realizar esta prueba al final de la inspección, el inspector pedirá al piloto que accione la misma para comprobar su estado.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
El depósito dispone de trampilla de vaciado de emergencia. La trampilla funciona correctamente y no presenta fugas.	✓
El depósito no dispone de trampilla de vaciado de emergencia. La trampilla no funciona correctamente o presenta fugas.	✗



Elemento rompeolas

4.8. Elemento rompeolas

El depósito debe disponer de elementos rompeolas en su interior para evitar un desplazamiento del centro de gravedad que podría afectar a la estabilidad de la aeronave. Estos rompeolas deberán estar en buenas condiciones.

Método de verificación: Comprobación visual.

Actuación del inspector

Se comprobará que el depósito dispone de elementos rompeolas en las paredes internas del depósito y que estos estén en buen estado. Para ello, el inspector, abrirá la compuerta de la boca de llenado e inspeccionará visualmente el interior del depósito con ayuda de linterna si fuese necesario.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Existen elementos rompeolas. Los elementos rompeolas están en buen estado.	✓
No existen elementos rompeolas. Los elementos rompeolas no están en buen estado.	✗

4.9. Dispositivo de limpieza de los recipientes de productos fitosanitarios

Si hay un dispositivo de limpieza de los envases de productos fitosanitarios, debe funcionar correctamente.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.4.8

Método de verificación: Comprobación visual y prueba de funcionamiento.

Actuación del inspector

Si el equipo dispone de un dispositivo para la limpieza de los envases de productos fitosanitarios el inspector procederá a comprobar su estado. Se realizará una prueba del funcionamiento del mismo, simulando la limpieza de un envase que porte el inspector y se comprobará que no se producen fugas, pérdidas, y que el dispositivo cumple la función para la que fue diseñado.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
El dispositivo funciona correctamente y no genera fugas o pérdidas de líquido fuera del equipo.	✓
El dispositivo no funciona correctamente o genera fugas o pérdida de líquido fuera del equipo.	✗

4.10. Equipo de limpieza del propio pulverizador

Si hay dispositivos de limpieza del depósito, dispositivos para la limpieza del exterior e interior del pulverizador, o dispositivos para la limpieza de los incorporadores de producto, deben funcionar correctamente.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.4.9.

Método de verificación: Comprobación visual y prueba de funcionamiento.

Actuación del inspector

El inspector comprobará si existe alguno de los elementos de limpieza mencionados anteriormente. De ser así procederá a una comprobación visual del estado de los mismos, comprobando que las conducciones y demás elementos están en buen estado. A continuación, solicitará al piloto que realice una prueba de funcionamiento de los mismos, comprobando su funcionalidad y adecuación a la tarea para la que han sido diseñados. Se comprobará especialmente el funcionamiento del sistema de limpieza interior del equipo, las boquillas de limpieza (si existen) y el estado del depósito de agua limpia. Este debe ser independiente del depósito de agua limpia para el lavado de manos. Se comprobará asimismo el funcionamiento del sistema de limpieza del incorporador de producto fitosanitario, si está presente en el equipo. Es útil disponer de un envase vacío y limpio de productos fitosanitarios para comprobar el funcionamiento de este dispositivo. Esta prueba se realizará en un lugar donde se pueda recoger el líquido resultante de la prueba (mediante arqueta, balsa, muro de contención o cualquier otro medio) y alejado de toda corriente o fuente de agua.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
El dispositivo de limpieza del exterior del depósito funciona correctamente. El dispositivo de limpieza para el incorporador de producto fitosanitario funciona correctamente. El dispositivo de limpieza del interior del pulverizador funciona correctamente.	✓
El dispositivo de limpieza del exterior del depósito no funciona correctamente. El dispositivo de limpieza para el incorporador de producto fitosanitario no funciona correctamente. El dispositivo de limpieza del interior del pulverizador no funciona correctamente.	✗

4.11. Punto de agua limpia

En la instalación debe haber un punto de agua limpia para la higiene personal, en caso de accidente. Alternativamente, se admite un depósito de agua limpia con una capacidad mínima de 15 l.

Correspondencia con la normativa: UNE-EN-ISO 4254-6.

Método de verificación: Comprobación visual.

Actuación del inspector

El inspector comprobará que existe en la instalación un punto de agua limpia o en su defecto un depósito con capacidad mínima de 15 litros para casos de accidentes por contacto con los productos químicos. Se comprobará que el sistema de lavado, el grifo, las llaves de paso o en su caso la ducha, se encuentran en perfecto estado de funcionamiento.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Existe punto de agua limpia o depósito con agua limpia y cumplen con su función.	✓
No existe punto de agua limpia ni depósito con agua limpia. Existe un punto de agua limpia y/o depósito de agua limpia pero no funciona correctamente.	✗

5. Sistemas de medición, control y regulación

5.1. Generalidades

Deben funcionar todos los dispositivos para la medición, indicación y/o regulación de la presión y/o del caudal.

Deben funcionar las válvulas para el accionamiento y corte de la pulverización.

Debe permitirse la apertura y cierre simultáneo de todas las boquillas.

Debe permitirse la activación y cierre individual de las secciones de la barra, en caso de que estas existiesen.

Los controles accionados durante la pulverización deben ser accesibles desde el puesto del piloto y deben poderse leer las pantallas de visualización de los instrumentos desde dicha posición.

NOTA: se acepta el giro de la cabeza y del tronco para cumplir con estos requisitos.

Correspondencia con la normativa: analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.5.1.

Método de verificación: Comprobación visual y prueba de funcionamiento.

Actuación del inspector

Puesto en marcha el pulverizador (no la aeronave), el inspector solicitará al piloto que proceda a accionar uno a uno todos los mandos del circuito hidráulico que intervengan en la pulverización y se comprobará su correcto funcionamiento y que no existan fugas en ninguno de ellos. Se debe conectar y desconectar la válvula del distribuidor general del equipo, activar/desactivar las distintas secciones y actuar sobre el regulador de presión del equipo para modificar la presión de pulverización. El inspector comprobará que, desde el puesto del piloto, es posible ver y accionar los dispositivos de control.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Funciona el dispositivo para la medición, indicación y/o regulación de la presión. Funciona el dispositivo para la medición, indicación y/o regulación del caudal. Funcionan las válvulas para el accionamiento y corte de la pulverización. Se puede realizar la apertura y cierre simultáneo de las boquillas. Los controles accionados durante la pulverización son accesibles desde el puesto del piloto y su uso no es arriesgado para éste. Se pueden leer las pantallas de visualización de los instrumentos desde el puesto del piloto. Se puede realizar la activación y cierre individual de las secciones de la barra	
No funciona el dispositivo para la medición, indicación y/o regulación de la presión. No funciona el dispositivo para la medición, indicación y/o regulación del caudal. No funcionan las válvulas para el accionamiento y corte de la pulverización. No se puede realizar la apertura y cierre simultáneo de las boquillas. Los controles accionados durante la pulverización no son accesibles desde el puesto del piloto, o su uso es arriesgado para éste. No se pueden leer las pantallas de visualización de los instrumentos desde el puesto del piloto. No se puede realizar la activación y cierre individual de las secciones de la barra.	

5.2. Manómetro, posición, escala y estado

Se debe colocar como mínimo un manómetro analógico o digital en una posición donde su lectura sea fácil desde el puesto del piloto. No obstante, se tendrá en cuenta que el manómetro deberá estar situado de tal manera que no existan riesgos de fuga que puedan alcanzar al piloto.

Los manómetros deben ser los adecuados para el rango de presiones con los que se trabaje. Además debe tener una escala de valores negativos para indicar cuando la pértiga soporta el vacío por aspiración debido al retorno de la válvula de tres vías. Esto ocurre como medida de seguridad de las válvulas de tres vías, lo que refuerza los sistemas antigoteo de las boquillas de la pértiga, aspirando el caudal cuando no se está aplicando.

Esto es válido para aviones y helicópteros.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.5.2.1.

Método de verificación: Comprobación visual

Actuación del inspector

El inspector comprobará que existe al menos un manómetro en el equipo de pulverización (analógico o digital), que está situado en una posición donde su lectura sea fácil desde el puesto de piloto, sin que ello conlleve riesgo de que pueda alcanzar a éste, en caso de fugas. Además se observará que externamente no presenta daños apreciables que puedan impedir su correcto funcionamiento.

También se comprobará que el manómetro es adecuado al rango de presiones del pulverizador, incluso los valores negativos.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Existe el manómetro. La situación del manómetro permite la lectura fácil desde el puesto del piloto. La situación del manómetro no puede ocasionar daños al piloto en caso de fuga. El manómetro se adecua al rango de presiones de trabajo del pulverizador, incluyendo los valores negativos. El manómetro no presenta desperfectos (aguja oxidada, cristal opaco, golpes, no se observa glicerina en la esfera, etc.).	
No existe el manómetro. La situación del manómetro no permite la lectura fácil desde el puesto del piloto. La situación del manómetro puede ocasionar daños al piloto en caso de fuga. El manómetro no se adecua al rango de presiones de trabajo del pulverizador, incluyendo los valores negativos. El manómetro presenta desperfectos (aguja oxidada, cristal opaco, golpes, no se observa glicerina en la esfera, etc.).	



Manómetro correcto, con valores negativos (indican cuándo la pértiga soporta el vacío por aspiración) y escala adecuada para pulverizaciones con presiones de trabajo menores a 5 bar (divisiones cada 2 PSI, equivalente a 0,14 bar)



Manómetro con resolución de escala cada 0,5 bares, no apropiado para trabajar a presiones inferiores a 5 bares, y sin valores negativos (indicación de la aspiración)

5.3. Resolución de la escala del manómetro analógico

La escala de los manómetros analógicos debe garantizar las graduaciones siguientes:

Como mínimo de 0.2 bar para presiones de trabajo inferiores a 5 bar.

Como mínimo de 1.0 bar para presiones de trabajo entre 5 bar y 20 bar.

Como mínimo de 2.0 bar para presiones de trabajo superiores a 20 bar.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.5.2.2.

Método de verificación: Comprobación visual.

Actuación del inspector

El inspector se situará en el puesto del piloto y determinará si es posible distinguir las divisiones de la esfera del manómetro. Además se valorará si la escala es adecuada a las presiones normales de trabajo para ese tipo de pulverizadores y si las marcas de escala son legibles. Si el rango de lectura fuera excesivo, pero esto no afectase a la resolución ni a la legibilidad de las marcas de escala, se consideraría satisfecho el requisito.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
La resolución de la escala se ajusta a los requisitos mínimos especificados en la norma.	✓
La resolución de la escala no se ajusta a los requisitos mínimos especificados en la norma.	✗

5.4. Precisión del manómetro

La precisión del manómetro debe ser:

- $\pm 0,2$ bar para presiones de trabajo inferiores a 2 bar.
- $\pm 10\%$ del valor real para presiones de 2 bar y superiores.

Este requisito se debe cumplir dentro del rango de presiones de trabajo adecuado para las boquillas instaladas en el pulverizador que se esté inspeccionando

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.5.2.3.

Método de verificación: medición (por analogía con UNE-EN ISO 16122-2 apartado 5.3).

Actuación del inspector

El inspector comprobará la precisión del manómetro contrastando su funcionamiento con un manómetro de referencia. Si el manómetro utilizado para la verificación es analógico deberá tener un diámetro mínimo de 100 mm. En cualquier caso deberá cumplir con las características técnicas que se especifican en la Tabla 1 de la norma UNE-EN ISO 16122- 2. Como, por razones de seguridad aérea, establecidas por la autoridad competente, los elementos de la aeronave no pueden manipularse, la comprobación del manómetro no puede hacerse desmontándolo del panel donde está ubicado, por lo que debe conectarse el manómetro de referencia a un punto de conexión habilitado para tal fin. Para la prueba se pondrá en marcha la bomba auxiliar. En el caso de pulverizadores hidráulicos provistos con manómetros analógicos, se procederá a la lectura comparada como mínimo en cuatro puntos homogéneamente distribuidos en el rango pertinente de presiones de trabajo. Las medidas se deberán realizar, en sentido ascendente y en sentido descendente. Es recomendable ajustar los valores de las presiones seleccionadas dentro del rango de trabajo en el manómetro del equipo, y realizar la lectura correspondiente en el manómetro de referencia. El manómetro también se podrá contrastar en el propio equipo, sin necesidad de desmontarlo y extraerlo de la máquina. En este caso la presión deberá mantenerse estable durante la medición, sin que se vea influenciada por la rotación o las pulsaciones de la bomba. En el caso de manómetros digitales, el inspector deberá proveerse de los correspondientes adaptadores que permitan colocar el manómetro de referencia lo más próximo posible al indicador de presión del equipo que se está inspeccionando.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
La precisión del manómetro es igual o superior a la admitida. La medida aportada por el manómetro, durante su comprobación, es estable.	✓
La precisión del manómetro es inferior a la admitida. No es posible realizar la medición debido a la inestabilidad del manómetro.	✗

5.5. Diámetro de la esfera del manómetro analógico

El diámetro mínimo de la esfera de los manómetros analógicos debe ser 63 mm.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.5.2.4.

Método de verificación: medición.

Actuación del inspector

El inspector procederá a medir el diámetro de la carcasa del manómetro siempre que ésta sea circular. En caso que no sea circular o que exista un margen entre la esfera del manómetro y la parte exterior de la carcasa superior a 5 mm se procederá a medir el diámetro de la esfera del manómetro.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
El diámetro del manómetro es igual o superior a 63 mm	✓
El diámetro del manómetro es inferior a 63 mm	✗



Caudalímetro



Monitor del GPS

5.6. Otros dispositivos de medición

Aquellos dispositivos de medición aparte de los manómetros, especialmente los caudalímetros, los sensores de presión, los sensores de velocidad de avance y de posición, deben medir con un error máximo del $\pm 5\%$ sobre la lectura en el instrumento de referencia dentro del rango del dispositivo de medición.

La aeronave debe disponer de un dispositivo GPS operativo, ya que sin él es imposible realizar un tratamiento sin solapes o dejando franjas sin tratar.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.5.3.

Método de verificación: comprobación visual y medición (por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 5.4 y 5.5). Por los inconvenientes que plantea realizar una prueba de vuelo, para comprobar la velocidad de avance de manera asimilable al punto 5.5, se sustituye este ensayo por la acreditación documental de la certificación del velocímetro. En el caso del sensor de presión y el caudalímetro, se realizará medición comparativa respecto a un manómetro calibrado y un caudalímetro calibrado respectivamente, que formará parte del material de inspección de la ITEAF. Alternativamente al caudalímetro calibrado, se puede realizar la comparación respecto al líquido recogido mediante medición con jarra o probeta calibrada.

En el caso de la comprobación del GPS, se actuará del mismo modo que para el velocímetro, se solicitará al piloto, que acredite la revisión del dispositivo por parte de la empresa montadora o acreditada.

Actuación del inspector

El inspector procederá a realizar la comprobación del funcionamiento, si los hubiera, del caudalímetro para el control de la dosis por hectárea. El equipamiento empleado para la comprobación del funcionamiento del caudalímetro del pulverizador (si lo hubiere) debe presentar un error no superior al $\pm 2\%$ del valor medido con un mínimo de 2 l/min.

Tal como se describe en el apartado 5.4 de la norma UNE-EN ISO 16122-2 existen dos procedimientos para la realización de la inspección.

Procedimiento de trabajo n° 1: verificación mediante la medición del caudal de las boquillas.

El pulverizador se debe situar a una presión dentro de su rango de trabajo. Se realizarán tres mediciones, que consisten en abrir una o más secciones de pulverización para proporcionar un caudal que suponga, en la primera medición, entre el 30 y el 50% del caudal total del pulverizador, en la segunda, entre el 50 y el 75% y en la tercera el 100%.

En todo caso se anotará la lectura del caudalímetro del pulverizador, el número de boquillas en funcionamiento y la presión de trabajo.

Para la determinación del caudal real aplicado en cada caso, se medirá con una probeta aforada, o alternativamente con un caudalímetro calibrado el caudal de las boquillas que se encuentren pulverizando en cada una de las tres mediciones anteriormente mencionadas, para obtener el caudal total de cada medición y poderlo comparar con el medido por el caudalímetro del equipo y poder determinar el error, que se expresará en porcentaje respecto al caudal real. Se admite el ajuste del caudal de las boquillas en el caso que la presión de trabajo (P2) del ensayo no corresponda exactamente con la presión a la que se obtuvieron los caudales de referencia (P1). Para ello se utilizará la relación cuadrática entre presión y caudal:

$$q_1 = q_2 \sqrt{P_1/P_2}$$

Donde q_1 y q_2 son los caudales correspondientes a cada una de las presiones.

Procedimiento de trabajo n° 2: verificación mediante la colocación de un caudalímetro calibrado en el circuito del pulverizador, lo más cerca posible del caudalímetro a comprobar. El pulverizador se debe situar a una presión dentro de su rango de trabajo. Se realizarán tres mediciones, que consisten en abrir una o más secciones de pulverización para proporcionar un caudal que suponga, en la primera medición, entre el 30 y el 50% del caudal total del pulverizador, en la segunda entre el 50 y el 75% y en la tercera el 100%. La lectura del caudalímetro calibrado se comparará con la lectura del caudalímetro de la máquina para obtener su error. Este error se debe expresar en porcentaje respecto de la lectura del caudalímetro calibrado.

Para la comprobación del sensor de presión (si lo hubiese), el inspector localizará la posición del mismo, con ayuda del piloto que maneje la aeronave. Una vez localizado, procederá a instalar un manómetro calibrado, en el circuito hidráulico, lo más cerca posible del sensor, y realizará 3 mediciones comparativas, ascendentes y otras 3 descendentes, modificando la presión dentro del rango de presiones de trabajo normales de ese equipo, comparando la lectura del manómetro calibrado con la del sensor de presión, expresando la diferencia entre ambos como error porcentual. Alternativamente, si no es posible la instalación en este punto, se colocará en la posición de la primera boquilla de la pértiga, manteniendo cerrado el agitador, en caso de ser hidráulico, y procediendo del mismo modo anterior.

Para comprobar el estado del velocímetro y del GPS, el inspector se limitará a pedir la documentación acreditativa de su estado, consistente en la última revisión periódica que estos elementos hayan superado recientemente

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
<p>El dispositivo inspeccionado tiene un error de medida inferior al 5% en valor absoluto, respecto a la lectura en el instrumento de referencia.</p> <p>En caso del sistema del control de la velocidad de avance, éste tiene registrado en la documentación un error de medida inferior al 5%.</p> <p>El dispositivo GPS, presenta en su última revisión un error registrado en la posición, inferior al 5%.</p>	
<p>El dispositivo inspeccionado tiene un error de medida superior al 5% en valor absoluto, respecto a la lectura en el instrumento de referencia.</p> <p>En caso del sistema del control de la velocidad de avance, éste tiene registrado en la documentación un error de medida superior al 5%.</p> <p>El dispositivo GPS, presenta en su última revisión un error registrado en la posición, superior al 5%.</p>	



Válvula de tres vías sin fugas y con tuberías aprisionadas mecánicamente sin riesgo de fugas



Válvula de tres vías con tornillo de retorno para regular la presión de aspiración

5.7. Válvula de tres vías

La válvula de tres vías o cualquier otro dispositivo para la regulación de la presión deben mantener una presión constante con una tolerancia del $\pm 10\%$ y volver en menos de 10 s a la presión de trabajo original, con un margen de $\pm 10\%$ después de haber cortado y accionado de nuevo la pulverización.

Así mismo, se realizará una prueba de estanqueidad de la válvula de tres vías, garantizándose la ausencia de fugas y su correcto funcionamiento.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.5.4.

Método de verificación: comprobación visual, prueba de funcionamiento y medición (UNE-EN ISO 16122-2 apartado 5.10).

Actuación del inspector

En los equipos montados en las aeronaves, la principal válvula de regulación es una válvula de tres vías, que consigue variar la presión a voluntad y generar un paso de caudal al retorno para la agitación.

La válvula de tres vías es el elemento más importante del equipo de aplicación en aeronaves. De su buen funcionamiento va a depender la calidad de aplicación, la estanqueidad del circuito y la ausencia de goteo en las boquillas.

Prueba del sistema de accionamiento. En aviones, el accionamiento de la válvula de tres vías suele ser manual, sin embargo en helicópteros el accionamiento suele ser eléctrico o hidráulico. Por lo que la primera comprobación que se deberá realizar es que el sistema de accionamiento funcione correctamente. El accionamiento difícil puede ser indicativo de un problema mayor que provoque la rotura de la válvula durante el vuelo. Para ello, el inspector pedirá al piloto que accione el sistema para comprobar que no tiene problemas.

Prueba de la regulación de la presión. El inspector observará que la presión se mantiene constante dentro de la tolerancia permitida. Después registrará las variaciones del valor indicado de la presión de trabajo cuando se corta la pulverización y cuando se vuelve a accionar. Para ello se utilizará el manómetro del equipo, si ha superado positivamente el control de precisión descrito en el apartado 4.5.2.3 de la norma. En caso contrario, se instalará un manómetro calibrado, en el punto más cercano posible al manómetro del equipo. El inspector solicitará que el equipo se ponga en funcionamiento y que se accione el mando general de apertura de la pulverización, ajustando la presión de trabajo a un valor razonable de acuerdo con las características del equipo y las boquillas instaladas en la barra. Una vez alcanzado el régimen normal de funcionamiento, el inspector solicitará el corte de la pulverización de todos los sectores, si es que la barra dispone de varios sectores y a continuación solicitará que se vuelva a abrir el sistema. Transcurridos 10 segundos, se deberá recuperar la presión de trabajo para la que fue ajustado el pulverizador teniendo en cuenta el margen permitido.

Prueba de estanqueidad. El inspector pedirá al piloto que proceda a cerrar totalmente el retorno, posteriormente abrirá la conducción de la barra y se desacoplará el filtro de la misma. Una vez que haya salido por gravedad el caldo alojado, se comprueba que no gotea por la tapa del filtro. Si existe goteo, una vez desalojado el líquido contenido en la barra, es indicativo de la falta de estanqueidad, y por lo tanto mal funcionamiento de la válvula. En caso de existir

goteo es necesario quitar el manguito de salida de la válvula para comprobar de donde procede ese goteo. El goteo puede proceder de la propia válvula o del tornillo de retorno. Si es de dicho tornillo bastaría con cerrarlo y ajustarlo bien para impedir que el líquido saliese.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
<p>El sistema de accionamiento funciona correctamente y no es difícil accionarlo.</p> <p>Se mantiene una presión constante con una tolerancia del $\pm 10\%$.</p> <p>10 s después de cerrar y abrir la pulverización, la presión vuelve a la presión de trabajo original con una tolerancia del $\pm 10\%$.</p> <p>La estanqueidad de la válvula es adecuada.</p>	
<p>El sistema de accionamiento no funciona correctamente o es difícil accionarlo.</p> <p>Existe una fluctuación en la presión superior al $\pm 10\%$.</p> <p>10 s después de cerrar y abrir la pulverización, la presión no vuelve a la presión de trabajo original con una tolerancia del $\pm 10\%$.</p> <p>La estanqueidad de la válvula no es adecuada, se produce goteo y no es por el tornillo de regulación.</p>	

6. Conducciones (rígidas y flexibles)



Tubería de aspiración de la bomba aprisionada mecánicamente sin riesgo de fugas o desconexión fortuita



Tubería aplastada en el perfil de la pértiga que dificulta el paso de líquido hacia la boquilla centrifuga



Tubería en mal estado que puede ocasionar fugas bajo presión del caldo

6.1. Conducciones (rígidas y flexibles)

Las conducciones no deben presentar dobleces excesivos ni corrosión o abrasión por contacto con las superficies circundantes. Las conducciones no deben presentar defectos tales como un desgaste excesivo de la superficie ni cortes o grietas.

Las sujeciones y conexiones de las tuberías deben realizarse con sistemas adecuados que eviten una desconexión fortuita en vuelo, como por ejemplo abrazaderas metálicas y pestillos de seguridad.

Para proteger al piloto de la proyección del fluido a alta presión, las tuberías deberán situarse fuera del puesto de pilotaje.

Correspondencia con la normativa: analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.6.

Método de verificación: Comprobación visual.

Actuación del inspector

El inspector comprobará el estado de todas las conducciones del equipo, tanto rígidas como flexibles, cerciorándose que no existan zonas agrietadas, rajadas o dañadas que puedan provocar fugas con riesgo de contaminación medioambiental. El inspector comprobará también que las conducciones no estén colocadas de manera que haya curvaturas demasiado pronunciadas que puedan dificultar el paso del líquido o que su situación provoque rozamientos entre ellas o con otros elementos que produzcan abrasiones y, a la larga, posibles roturas que den lugar a fugas de producto fitosanitario.

El inspector también comprobará que las sujeciones y conexiones de las tuberías sean adecuadas.

Así mismo, el inspector comprobará que las tuberías están situadas fuera del puesto de pilotaje.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Las conducciones no presentan excesivos dobleces ni curvaturas. No presentan corrosión. No presentan abrasión. No presentan un desgaste excesivo de la superficie. No presentan cortes o rajadas. Las sujeciones de las tuberías son adecuadas. Las conexiones de las tuberías son adecuadas. No existen tuberías situadas dentro del puesto de pilotaje.	
Las conducciones presentan excesivos dobleces o curvaturas. Presentan corrosión. Presentan abrasión. Presentan un desgaste excesivo de la superficie. Presentan cortes o rajadas. Las sujeciones de las tuberías no son adecuadas. Las conexiones de las tuberías no son adecuadas. Existen tuberías situadas dentro del puesto de pilotaje.	

6.2. Rotulación de la presión máxima admisible

Las conducciones y los elementos accesorios de conexión de las mismas deben soportar la máxima presión de trabajo del equipo. Estos elementos deben llevar rotulada la presión máxima admisible de manera legible e indeleble.

Correspondencia con la normativa: UNE-EN-ISO 4254-6.

Método de verificación: Comprobación visual.

Actuación del inspector

El inspector comprobará las presiones máximas admisibles de todas las tuberías de la instalación. La forma de comprobación será por medio de la rotulación que aparece en las propias tuberías o a través de la hoja de características que proporciona el fabricante, en su caso. También se comprobarán los elementos de conexión.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
La rotulación se aprecia correctamente o existe hoja de características. La presión máxima admisible de la tubería es superior a la presión de trabajo del equipo.	✓
La rotulación no se aprecia correctamente o está borrada y no existe hoja de características. La presión máxima admisible de la tubería es igual o inferior a la presión de trabajo del equipo.	✗

7. Filtros



Filtro de impulsión fácil de extraer, limpiar e intercambiar por otro

7.1. Presencia de filtros

Debe haber como mínimo un filtro por el lado de impulsión de la bomba y, en el caso de bombas de desplazamiento positivo, otro filtro en el lado de aspiración.

NOTA - Los filtros de las boquillas no se consideran como filtros a presión.

El(los) filtro(s) debe(n) estar en buenas condiciones, ser fácilmente extraíbles para su limpieza y el tamaño de la malla debe corresponderse con las boquillas de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.7.1.

Método de verificación: Comprobación visual.

Actuación del inspector

El inspector deberá localizar el filtro de impulsión, así como el filtro de aspiración en el caso de bombas de desplazamiento positivo (pistones o membranas). Una vez localizados se comprobará que no presenten fugas, abriendo la tapa del compartimento del filtro y esperando a que se evacúe por gravedad todo el líquido contenido en él, para ver si existe goteo posteriormente.

Una vez extraídas las mallas de los filtros, se revisarán para comprobar su estado. Las mallas de filtrado no deben presentar perforaciones ni deformaciones en su estructura. Se comparará el tipo de malla con el recomendado por el fabricante del pulverizador y/o el de las boquillas para decidir si es el que corresponde a las boquillas instaladas. En caso de necesitar juntas tóricas para su correcto ajuste, se verificará que éstas existen, están en buen estado y son funcionales.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Está presente el filtro por el lado de presión de la bomba (impulsión). Está presente el filtro en la aspiración en el caso de bombas de desplazamiento positivo. Los filtros están en buenas condiciones. El tamaño de malla corresponde con las boquillas instaladas. Las juntas tóricas, de ser necesarias, están en buen estado y son funcionales. Las mallas de filtrado no presentan perforaciones ni deformaciones.	
No está presente el filtro por el lado de presión de la bomba (impulsión). No está presente el filtro en la aspiración en el caso de bombas de desplazamiento positivo. Los filtros no están en buenas condiciones. El tamaño de malla no corresponde con las boquillas instaladas. Las juntas tóricas, de ser necesarias, no están en buen estado y/o no son funcionales. Las mallas de filtrado presentan perforaciones y/o deformaciones.	

7.2. Dispositivo de aislamiento del filtro

Se deben poder limpiar los filtros, con el depósito lleno hasta su volumen nominal, sin que se produzcan fugas de líquido de pulverización excepto aquellas generadas por el líquido contenido en la carcasa del filtro y en las conducciones.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.7.2.

Método de verificación: Comprobación visual y prueba de funcionamiento.

Actuación del inspector

El inspector comprobará el estado y el funcionamiento del dispositivo que permite aislar los filtros del circuito hidráulico. Para ello comprobará que es posible abrir los vasos de los filtros con el depósito lleno de líquido sin que se derrame más líquido que el contenido en la carcasa. El inspector esperará unos segundos hasta que todo el líquido contenido se haya evacuado. Si pasados unos segundos el líquido siguiese saliendo, una vez comprobado que el dispositivo de corte está cerrado, este requisito no sería satisfecho.

No es necesario que exista un dispositivo específico para tal fin, pudiendo conseguir este efecto mediante otro elemento del pulverizador, como la válvula de tres vías, sin embargo, sí que es imprescindible que deje de salir líquido una vez hecha la comprobación descrita anteriormente.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Se pueden limpiar los filtros sin que se produzcan fugas, excepto aquellas debidas al líquido contenido en la carcasa y en las conducciones de aspiración.	✓
No se pueden limpiar los filtros sin que se produzcan fugas, exceptuando aquellas debidas al líquido contenido en la carcasa y en las conducciones de aspiración.	✗



Filtros en buen estado y con tamaño de malla adecuado para aplicar con boquillas centrífugas a UBV (derecha) y con boquillas hidráulicas para volúmenes mayores (izquierda)

7.3. Cambio o sustitución de filtros

Los filtros deben poder cambiarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante del pulverizador.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.7.3.

Método de verificación: Comprobación visual y prueba de funcionamiento.

Actuación del inspector

El inspector abrirá los filtros del equipo y extraerá las mallas para comprobar que éstas pueden ser cambiadas o sustituidas en caso de desgaste o rotura.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Se pueden extraer fácilmente las mallas de los filtros para su cambio.	✓
No se pueden extraer fácilmente las mallas de los filtros para su cambio.	✗

8. Barra de pulverización



Boquillas hidráulicas idénticas en toda la pértiga



Boquillas centrífugas (accionadas por flujo de aire en la pértiga) y complementadas bajo la base de la aeronave (zona de interferencia de la bomba de molinete) por boquillas hidráulicas

8.1 Estabilidad/alineación/posición

La barra debe ser estable en todas las direcciones, es decir, sin presentar movimientos excesivos debidos al desgaste y/o una deformación permanente.

No debe haber sujeciones de la barra inadecuadas, con holguras ni posibilidad de descolgarse accidentalmente, para ello se requiere siempre sujeción con abrazaderas metálicas.

Las secciones, derecha e izquierda de la barra, deben tener la misma longitud y el mismo número de boquillas.

En el caso de helicópteros las boquillas deben colocarse a la misma distancia de forma que en la barra exista simetría. En estas condiciones, se conseguirá una distribución correcta cuando la velocidad de vuelo sea suficiente y constante.

En el caso de aviones o avionetas, la barra debe estar separada la mayor distancia posible del ala, y nunca debe tener una longitud total, superior a $\frac{3}{4}$ de la envergadura de la aeronave.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.8.1.

Método de verificación: Comprobación visual y medición.

Actuación del inspector

El inspector procederá a intentar mover la barra en todas las direcciones para comprobar su estabilidad y holguras. Se situará en un extremo de la barra y observará que no existen curvaturas que evidencien un defecto en ella. Comprobará que las abrazaderas de sujeción son adecuadas. También, medirá la longitud desde el centro de la barra a cada uno de los extremos para comprobar los requisitos de simetría. Finalmente, comprobará que la barra no mide más de $\frac{3}{4}$ de la envergadura de la aeronave (aviones).

Resultado de la verificación

Estado	Valoración
La barra es estable en todas las direcciones. La barra no presenta holguras en sus sujeciones. Las sujeciones son adecuadas (metálicas). Cumple los requisitos de simetría. La barra se encuentra separada del ala. La longitud de la barra no es superior a $\frac{3}{4}$ de la envergadura de la aeronave (aviones y avionetas).	✓
La barra no es estable en todas las direcciones. La barra presenta holguras en sus sujeciones. Las sujeciones no son adecuadas. No cumple los requisitos de simetría. La barra se encuentra pegada al ala. La longitud de la barra es superior a $\frac{3}{4}$ de la envergadura de la aeronave (aviones y avionetas).	✗



Pértiga con boquillas equidistantes para una pulverización uniforme separadas del ala del avión.



Simetría y equidistancia de boquillas en la barra (mismo número de boquillas en cada sección)

8.2. Orientación y separación de boquillas

La separación y orientación de las boquillas debe ser uniforme a lo largo de la barra.

La separación de las boquillas (distancia entre los centros de las boquillas contiguas) no debe variar más del $\pm 5\%$ respecto a la distancia entre las otras y de la recomendada por el fabricante. Debe ser posible regular la posición y orientación de las boquillas de manera simétrica y reproducible.

No debe ser posible modificar de manera involuntaria la posición de las boquillas cuando se esté trabajando.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-1, apartado 4.8.3.

Método de verificación: comprobación visual y medición.

Actuación del inspector

El inspector comprobará (medirá) la distancia entre boquillas y verificará que esta separación es la misma, con la tolerancia mencionada y no difiere en más de lo establecido respecto a la distancia recomendada por el fabricante en el manual de instrucciones. La distancia se debe medir tomando como puntos de referencia los centros de dos boquillas contiguas. El inspector comprobará que la posición y orientación de las boquillas debe ser regulable de manera simétrica y reproducible. Además, comprobará que no se pueda modificar la posición de las boquillas de manera involuntaria. Para la realización de este ensayo se podrá desmontar la barra del equipo de aplicación.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Es uniforme la separación y orientación de las boquillas a lo largo de la barra. La variación de la separación entre boquillas es menor o igual a $\pm 5\%$ de la distancia recomendada por el fabricante de las boquillas. No es posible modificar involuntariamente la posición de las boquillas. Es posible regular la posición y orientación de las boquillas de manera simétrica y reproducible.	
No es uniforme la separación y orientación de las boquillas a lo largo de la barra. La variación de la separación entre boquillas es mayor $\pm 5\%$ de la distancia recomendada por el fabricante de las boquillas. Es posible modificar involuntariamente la posición de las boquillas. No es posible regular la posición y orientación de las boquillas de manera simétrica y reproducible.	

8.3. Compensación de retornos

La presión, medida a la entrada de cada sección de la barra con un manómetro calibrado o indicada por el manómetro del pulverizador 10 s después de que se haya cerrado una sección, no debe variar más del 10%, respecto a la presión registrada con todos los sectores abiertos. Este ensayo se repetirá tantas veces como secciones presente la barra.

Este requisito sólo se aplica a los pulverizadores provistos de válvulas de compensación que pueden ajustarse para que al cerrar una sección retorne hacia el depósito el mismo volumen de líquido que, de otra forma, saldría por las boquillas de una sección cuando la válvula está abierta.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.8.8.

Método de verificación: prueba de funcionamiento (UNE-EN ISO 16122-2 apartado 5.9).

Actuación del inspector

Para realizar esta verificación el inspector colocará un manómetro a la entrada de cada una de las secciones de la barra. También podrá realizarse esta prueba con el manómetro del equipo si este ha superado adecuadamente los requisitos exigidos en cuanto a precisión. El inspector comprobará y registrará las variaciones del valor de la presión indicado por el manómetro mientras se van cerrando las secciones una a una, manteniendo cerradas todas las secciones que se han ido cerrando hasta que se realicen todas las mediciones. Tras el cierre de cada una de las secciones, se esperará 10 s hasta anotar el valor indicado en el manómetro para dar tiempo al dispositivo de compensación a que realice su función.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
La variación de presión al cerrar alguna de las secciones es menor o igual del 10%.	✓
La variación de presión al cerrar alguna de las secciones es mayor del 10%.	✗



Comprobación de la caída de presión en el extremo de la pértiga con manómetro calibrado

8.4. Caída de presión

La caída (diferencia) de presión entre el punto del pulverizador donde se mide la presión (puesto de pilotaje) y el punto más alejado de cada sección de la barra no debe ser superior al 10%.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.8.9.

Método de verificación: medición y prueba de funcionamiento (UNE-EN ISO 16122-2 apartado 5.8).

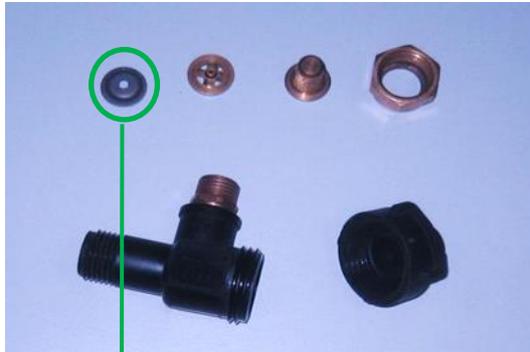
Actuación del inspector

El ensayo se debe realizar con la boquilla de mayor caudal y a una presión comprendida en el rango de presiones de trabajo indicado por el fabricante de las boquillas. El inspector colocará un manómetro de contrastación, calibrado en el lugar que ocupa la última boquilla de cada uno de los sectores de la barra. Es necesario utilizar un acoplamiento que permita la pulverización de la boquilla en esta posición. Una vez puesto en marcha el equipo y ajustada la presión de trabajo seleccionada en el manómetro de la máquina, se comprobará la lectura en el manómetro de referencia colocado en el lugar de la última boquilla, y se comparará con la indicada en manómetro de la máquina, si este arrojava una lectura adecuada. Si este no era el caso, se compararía con la lectura dada por un manómetro calibrado, instalado lo más cerca posible de este. La diferencia entre ambos valores no debe ser superior al 10%. Esta comprobación se debe realizar en todas las secciones individuales del equipo y se debe realizar para dos valores de presión dentro del rango normal de trabajo de la boquilla empleada. Si la inspección del equipo va a incluir la comprobación de la distribución horizontal utilizando un banco de distribución horizontal, entonces únicamente será necesario comprobar la presión en un punto en el extremo de la barra, y comparar ésta con la indicada en el manómetro del equipo.

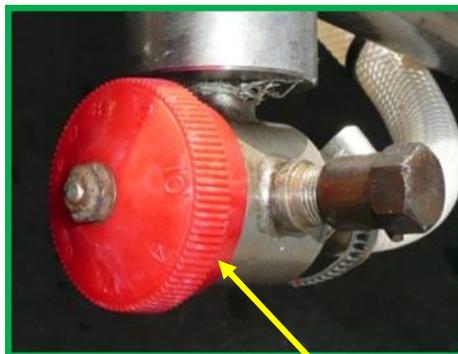
Resultados de la verificación

Estado	Valoración
La caída de presión entre el manómetro ubicado en el punto de medida del equipo (puesto de pilotaje) y el manómetro del extremo de la sección es inferior o igual al 10%.	✓
La caída de presión entre el manómetro ubicado en el punto de medida del equipo (puesto de pilotaje) y el manómetro del extremo de la sección es superior al 10%.	✗

9. Boquillas



Boquilla de turbulencia de cono lleno formada por punta de pulverización, difusor, filtro y tuerca que acopla el conjunto a un dispositivo con membrana antigoteo. En la punta de pulverización aparece grabada la nomenclatura D 8 para conocer el caudal de aplicación



Válvula de restricción de caudales de una boquilla centrífuga con graduación de caudales grabada sobre la carcasa plástica (izquierda). Se observa la posibilidad del cambio de posición del disco restrictor (derecha) que debe ajustar perfectamente y sin holgura para permitir un paso de caudal exacto

9.1. Semejanza y características de boquillas

Todas las boquillas instaladas en la barra deben ser del mismo tipo, tamaño, material y ser del mismo fabricante, excepto cuando se pretenda realizar una aplicación especial.

Si las boquillas situadas debajo de las alas son centrífugas por molinete (atomizadores rotativos) las situadas bajo la base de la aeronave pueden ser diferentes (hidráulicas), debido a la necesidad de flujo de aire en las primeras que en esta zona puede verse afectada por la presencia del molinete anterior que acciona la bomba. En helicópteros al desaparecer este efecto, todas las boquillas tienen que ser iguales.

Las boquillas deben poder identificarse por su tipo con una nomenclatura o por un color normalizado.

El resto de componentes a lo largo de la barra (por ejemplo, restrictor y dispositivos antigoteo) deben tener una distribución y configuración uniforme.

En el caso de boquillas centrífugas (atomizadores rotativos), se comprobará que la numeración del selector es correcta, coincidiendo con la del disco. Los números del selector de caudal deben ser legibles y visibles. El cambio de posición del disco para valores pares o impares debe funcionar correctamente, de este modo se puede comprobar el caudal de aplicación. Además, las palas del atomizador (elemento de la boquilla centrífuga) deben estar en buen estado, sin deformaciones ni roturas y la canastilla (cilindro metálico con orificios) debe girar libremente.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.9.1.

Método de verificación: Comprobación visual.

Actuación del inspector

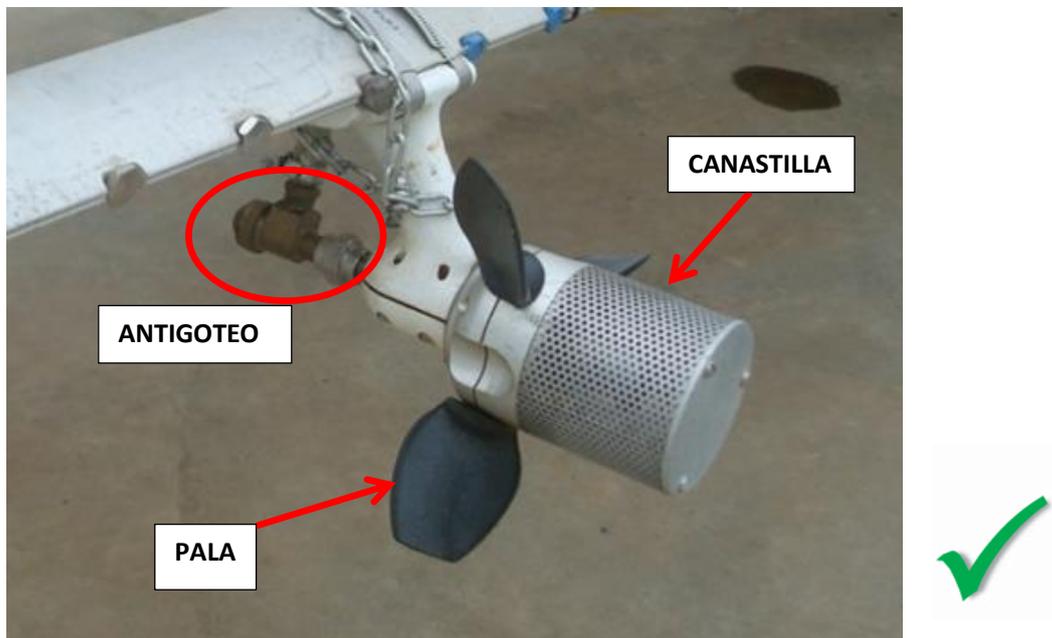
Las boquillas instaladas en los porta-boquillas de la barra de pulverización deben ser todas iguales. El inspector comprobará que todas son del mismo tipo, tamaño y material, y que todas sean del mismo fabricante. En caso de disponer de dispositivos antigoteo o filtros en el porta-boquillas, deberán ser compatibles con las boquillas presentes.

Para las boquillas centrífugas el inspector comprobará la coincidencia de numeración entre el selector y el disco, así como que funcione correctamente el cambio de posición del disco para valores pares o impares. También comprobará que las palas del atomizador estén en buen estado y que la canastilla gire libremente.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Ninguna de las boquillas es diferente al resto (salvo las excepciones indicadas en el enunciado permitiéndose boquillas hidráulicas bajo la panza de la aeronave, siendo las de debajo de las alas centrífugas, cuando se trata de un avión o avioneta). La distribución de las boquillas, dispositivos antigoteo o restrictor (configuración) a lo largo de la barra es uniforme. El estado de la boquilla y componentes permite identificarlo correctamente. Coincide la numeración entre el selector y el disco en boquillas centrífugas.	

<p>El cambio de posición del disco funciona correctamente en boquillas centrífugas.</p> <p>Las palas del atomizador (boquilla centrífuga) están en buen estado.</p> <p>La canastilla gira libremente.</p>	
<p>Alguna de las boquillas es diferente al resto (salvo las excepciones indicadas en el enunciado).</p> <p>La distribución de las boquillas, dispositivos antigoteo o restrictor (configuración) a lo largo de la barra no es uniforme.</p> <p>El estado de la boquilla o componentes no permite identificarlo correctamente.</p> <p>No coincide la numeración entre el selector y el disco en boquillas centrífugas.</p> <p>El cambio de posición del disco no funciona correctamente en boquillas centrífugas.</p> <p>Las palas del atomizador (boquilla centrífuga) no están en buen estado.</p> <p>La canastilla no gira libremente.</p>	



Dispositivo antigoteo de una boquilla centrífuga o atomizador rotativo

9.2. Goteo

Tras 5 segundos después de cortar la pulverización las boquillas deben dejar de gotear de manera continuada para posteriormente remitir completamente el goteo.

En el caso de las boquillas centrífugas, además de la succión generada por la válvula de tres vías existe un sistema antigoteo adicional, cuyo funcionamiento se comprobará, anulando el efecto succión de la válvula de tres vías una vez retirada la presión.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.9.2.

Método de verificación: Comprobación visual y prueba de funcionamiento.

Actuación del inspector

El inspector solicitará al piloto que proceda a poner en marcha el equipo de pulverización, seleccionando previamente una presión de trabajo y uno de los tamaños de boquillas. Tras ajustar la presión, se procederá a cerrar el circuito. Se deberá comprobar que, transcurridos 5 s desde la interrupción de la pulverización, no se produce goteo continuo en ninguna de las boquillas de la barra y posteriormente, el goteo cesa totalmente.

Para boquillas centrífugas debe comprobar el funcionamiento del sistema antigoteo específico, anulando el sistema de succión y vacío de la válvula de tres vías.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
Ninguna de las boquillas sigue goteando tras 5 s. El sistema antigoteo de boquillas centrífugas funciona correctamente.	✓
Alguna de las boquillas sigue goteando tras 5 s. El sistema antigoteo de boquillas centrífugas no funciona correctamente.	✗

10. Distribución transversal (presión y caudal)



Banco de ensayo de boquillas



Medida del caudal con probetas graduadas

10.1. Medición del caudal: caudal nominal conocido de la boquilla

La desviación del caudal de cada boquilla del mismo tipo y tamaño no debe exceder de:

- a) $\pm 10\%$ del caudal nominal indicado por el fabricante de las boquillas cuando el caudal es mayor o igual a 1 l/min para la presión de trabajo máxima indicada por el fabricante de las boquillas, o
- b) $\pm 15\%$ del caudal nominal indicado por el fabricante de las boquillas cuando el caudal es inferior a 1 l/min para la presión de trabajo máxima indicada por el fabricante de las boquillas.

La prueba se ha de realizar por separado para las boquillas de la panza y las de las alas en caso de que sean diferentes.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.9.3.3.2.

Método de verificación: medición (UNE-EN ISO 16122-2 apartado 5.7).

Actuación del inspector

El inspector decidirá si efectúa la medición del caudal con las boquillas en la barra o desmontadas en función de la instrumentación y equipamiento de que disponga. En este último caso deberá comprobar, antes de retirar las boquillas de la barra, que funcionan correctamente y que los chorros de pulverización se forman sin problemas evidentes. En el caso de barras equipadas con dispositivos de boquillas múltiples, la prueba se realizará con todas aquellas boquillas que utilice el piloto para los tratamientos. El ensayo se realizará a una presión comprendida en el rango de presiones indicado por el fabricante de las boquillas.

Se consultará la tabla de caudal/presión correspondiente a la boquilla seleccionada para conocer el caudal nominal. En cualquier caso, se deberá garantizar que el equipo utilizado para la medición y comprobación del caudal de las boquillas cumple los requisitos de precisión establecidos en el apartado 5.7.1 de la norma.

Se seguirá el siguiente procedimiento:

- a) Con las boquillas instaladas en la barra

Se determina el caudal de cada boquilla (volumen por unidad de tiempo) instalada en la barra de pulverización. Para ello se puede utilizar un cronómetro y un recipiente graduado (probeta) de acuerdo con los condicionantes anteriormente descritos. Para este procedimiento es válido igualmente cualquier otro equipo de medida del caudal, siempre que cumpla los requisitos de calidad especificados en el apartado 5.7.1 de la norma de inspecciones. La presión durante el ensayo de caudal se debe medir en la posición de la boquilla o lo más cerca posible a la misma. Información detallada del proceso de medida del caudal se puede obtener también en el apartado 8.1 de la norma ISO 5682-2:1997, o en sus posteriores actualizaciones.

- b) Con las boquillas retiradas de la barra

La medición del caudal de cada boquilla se debe realizar en un banco de ensayo. El banco de ensayo está formado o una bomba que suministra agua con una determinada presión a través de las boquillas, un regulador de presión, un manómetro (analógico o digital) para monitorizar la presión real y un caudalímetro para medir el caudal real. El manómetro debe cumplir las especificaciones del apartado 5.3.1. El inspector colocará las boquillas en el banco de ensayo y determinará el caudal de cada una de ellas a la presión de ensayo prefijada. Estas lecturas se anotarán o serán captadas por un sistema electrónico de adquisición para su procesamiento.

A continuación, tanto en el procedimiento a) como en b) se comparará cada valor de caudal de la boquilla con el caudal nominal indicado por el fabricante determinando la variación existente. Los caudales de las boquillas se representarán gráficamente.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
<p>El caudal de todas las boquillas de la barra presenta una variación de caudal respecto al caudal nominal inferior al $\pm 10\%$, para caudales iguales o superiores a 1 l/min.</p> <p>El caudal de todas las boquillas de la barra presenta una variación de caudal respecto al caudal nominal inferior al $\pm 15\%$, para caudales inferiores a 1 l/min.</p>	
<p>El caudal de alguna de las boquillas de la barra presenta una variación de caudal respecto al caudal nominal superior al $\pm 10\%$, para caudales iguales o superiores a 1 l/min.</p> <p>El caudal de alguna de las boquillas de la barra presenta una variación de caudal respecto al caudal nominal superior al $\pm 15\%$, para caudales inferiores a 1 l/min.</p>	

10.2. Medición del caudal: caudal nominal desconocido de la boquilla

El caudal de una boquilla en particular no debe variar más del $\pm 5\%$ del caudal medio de las boquillas del mismo tipo y tamaño instaladas en el pulverizador.

La prueba se ha de realizar por separado para las boquillas de la panza y las de las alas en caso de que sean diferentes.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.9.3.3.3.

Método de verificación: medición (UNE-EN ISO 16122-2 apartado 5.7).

Actuación el inspector

El procedimiento para la determinación del caudal individual de todas las boquillas de la barra es el mismo que el explicado en el apartado anterior (Recogiendo los caudales individuales de cada boquilla durante un minuto, con un recipiente calibrado). En este caso, una vez medido el caudal de todas las boquillas, se procederá a calcular el valor medio de todos los datos obtenidos. El caudal medido en cada una de las boquillas se comparará con el valor medio de caudal obtenido y se comprobará que no se sobrepasan las diferencias máximas establecidas por la norma ($\pm 5\%$).

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
El caudal medido individual de cada boquilla presenta una desviación inferior al $\pm 5\%$ respecto al valor medio calculado en las boquillas del mismo tipo.	✓
El caudal medido en alguna de las boquillas presenta una desviación superior al $\pm 5\%$ respecto al valor medio calculado en las boquillas del mismo tipo.	✗

10.3. Distribución de la presión

La presión a la entrada de cada sección de la barra no debe exceder en más del $\pm 10\%$ de la presión media medida en las entradas de todas las secciones de la barra.

La diferencia de presión entre la entrada y la salida de cada sección no debe caer más de un 10%, cuando se realiza la pulverización con el juego de boquillas de mayor caudal instalado en el pulverizador.

Correspondencia con la normativa: por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.9.3.3.4.

Método de verificación: medición (UNE-EN ISO 16122-2 el apartado 5.11).

Actuación el inspector

El ensayo se debe realizar con la boquilla de mayor caudal instalada en el pulverizador y a una presión comprendida dentro del rango de presiones de trabajo indicada por el fabricante de boquillas. El inspector colocará en cada una de las entradas de las diferentes secciones de la barra, en el lugar de la primera boquilla, un manómetro calibrado de ensayo (véase apartado 5.3.1 de la norma de inspecciones) sin que se interrumpa el paso del líquido en esa posición. Se pondrá en marcha el pulverizador y se ajustará la presión de trabajo, seleccionándola entre el rango de presiones habituales de trabajo de la máquina. Se anotarán las presiones medidas en cada uno de los manómetros calibrados colocados en cada una de las secciones de la barra y se calculará la presión media obtenida. El valor individual de la presión medido en cada una de las secciones de la barra se comparará con el valor de la presión media calculada, y la diferencia entre ambas no podrá superar el 10%. Adicionalmente, el inspector colocará un manómetro calibrado en la misma posición ocupada por la última boquilla en los extremos de cada una de las secciones del equipo. Con el valor de la lectura de la presión obtenida en este punto, se procederá a calcular la caída de presión entre el punto de entrada y el punto de salida de cada sección de la barra, tal como se indica en el apartado 5.11 de la norma. La caída de presión entre ambos puntos, para cada una de las secciones de la barra, no deberá ser superior al 10%.

Durante la medición se debe garantizar que todas las boquillas puedan pulverizar para mantener las condiciones normales de trabajo.

Resultados de la verificación

Estado	Valoración
La diferencia de presión medida en el punto de entrada de cada una de las secciones de la barra respecto a la media de las presiones medidas en las entradas de todas las secciones de la barra es menor o igual a 10%. La diferencia de presión entre el punto de entrada y salida de cada una de las secciones es igual o inferior al 10%.	
La presión medida en el punto de entrada de alguna de las secciones de la barra difiere en más del 10% respecto a la media de presiones medidas en las entradas de todas las secciones de la barra. La diferencia de presión entre el punto de entrada y salida de alguna de las secciones, es superior al 10%.	

*ANEXO. Guía de inspección de equipos
de aplicación de productos
fitosanitarios montados en aeronaves
pilotadas por control remoto (RPA)*

Gregorio L. Blanco Roldán, ESTIAM, Universidad de Córdoba

Introducción

La importancia que las aeronaves pilotadas por control remoto (RPA, siglas derivadas de su denominación en inglés, *Remotely Piloted Aircraft*), también conocidas, en una denominación más amplia, como UAV (*Unmanned Aerial Vehicles*, que incluye al control remoto y a las aeronaves autónomas) o, simplemente, drones, han alcanzado en los últimos años, en trabajos aéreos de diversa índole, ha hecho que, actualmente, también se estén utilizando para la aplicación de productos fitosanitarios (Figura 1), lo que ha levantado muchas expectativas entre los técnicos y agricultores. Por este motivo y dado que, al ser consideradas como **aeronaves**, los **equipos de aplicación de productos fitosanitarios** (EAPF) montados sobre ellas, están incluidos en el apartado 1.b del artículo 3 del Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, sobre **inspecciones periódicas** de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios, estos deben ser inspeccionados siguiendo los “Requisitos de salud y seguridad y de medio ambiente para la inspección de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios” establecidos en su Anexo I.



Figura 1. Aplicación de productos fitosanitarios con una RPA

Por otra parte, aunque no esté dentro del ámbito de la inspección, también hay que señalar dos aspectos normativos complementarios:

1. La **realización de tratamientos fitosanitarios con drones** está regulada por el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, en concreto, por el **Capítulo VI. Aplicaciones aéreas de productos fitosanitarios**, y debe ser efectuada por **usuarios profesionales** con Nivel de capacitación de Piloto aplicador, según su artículo 18.

2. Los **trabajos aéreos** están regulados por la normativa sobre **seguridad aérea**, establecida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), dependiente del Ministerio de Fomento, en concreto, el Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto. Por tanto, para realizar las actividades de aplicación de productos fitosanitarios con un RPAS, la persona física o jurídica debe de estar habilitada como **operador de RPA** en AESA. Cuando el operador sea una persona física podrá ser asimismo piloto remoto u observador, si acredita el cumplimiento de los requisitos exigibles a éstos.

Los EAPF montados a bordo de las RPA están constituidos por los siguientes elementos (Figura 2): bomba (generalmente, de diafragma o de engranajes), depósito de caldo, sistema de medida, regulación y control (Proporcional al Avance, CPAE), tuberías, filtros, dispositivos de aplicación (barras horizontales o verticales) y boquillas (hidráulicas, centrífugas o electrostáticas).

Además, las RPA incorporan los elementos necesarios para el vuelo y la aplicación del producto, como son: controlador de vuelo (piloto automático) y sistema de navegación (Unidad inercial, Sensor de vuelo, GPS y Brújula); sistema de control remoto, con pantalla de visualización de datos de la operación (Figura 3), que permite introducir los parámetros de trabajo (altura del vuelo -tratamiento-, ancho de trabajo y dosis -l/ha-) y dispone de mandos para iniciar/detener la pulverización, variar la velocidad de trabajo, abrir/cerrar el paso del caldo a las boquillas y activar los sistemas de emergencia; y sistema de control de elementos del EAPF, al que se conectan el sistema de control remoto, las bombas y otros dispositivos como radares, empleados para mantener constante la altura de pulverización (Figura 2.a, debajo del depósito) y evitar obstáculos (Figura 2.a, izquierda).



Figura 3. Sistema de control remoto



a



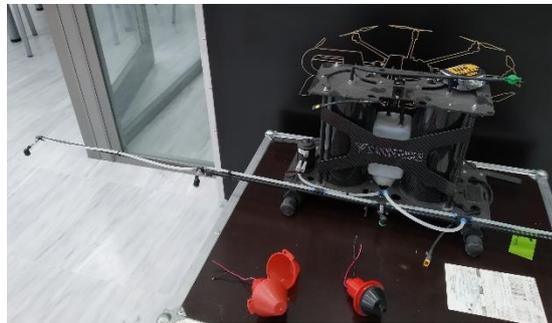
b.1



b.2



b.3



c.1



c.2



d.1



d.2

Figura 2. Elementos de un EAPF a bordo de una RPA: (a) bombas (una para cada sección), depósito de caldo, conducciones y radares; (b) Depósito de caldo y conducciones: orificio de llenado (b.1), orificio de compensación de presiones y detalle de conexión de las conducciones (b.2), indicador de nivel (b.3); (c) dispositivos de aplicación: barra horizontal (c.1) y barra vertical (c.2); (d) boquillas: de hendidura (d.1) y centrífugas (d.2).

Las RPA están diseñadas para que la aplicación de productos fitosanitarios se pueda realizar, generalmente, según dos modos de control: (1) Automático. La RPA vuela en una ruta planificada previamente, lo cual se recomienda para trabajos de pulverización en áreas grandes y regulares (rectangulares); (2) Manual. El operador puede controlar todos los movimientos, variando la velocidad de trabajo en función de las características de la aplicación (dosis). Este modo se recomienda para trabajos en áreas pequeñas. En estos equipos, en ambos casos, el proceso se inicia con una autocalibración que permite regular el caudal para obtener la dosis seleccionada. En la Tabla 1 se indican, a modo informativo, algunos valores habituales de los principales parámetros utilizados en las aplicaciones de productos fitosanitarios.

Tabla 1. Valores de parámetros de la aplicación de productos fitosanitarios con una RPA

Parámetro	Valor
Velocidad de vuelo (m/s)	1 - 7
Altura de vuelo (m)	1,5 - 3
Anchura de vuelo (m)	4 - 6
Número de boquillas	2 - 8
Caudal boquillas (l/min)	0.4 – 0,8
Presión (bar)	1 - 6

Preinspección

El operador (piloto) de RPA debe estar presente en la inspección y atender al inspector para el buen desarrollo de la misma. Además, se asegurará que el equipo de aplicación de productos fitosanitarios (EAPF), así como la RPA, estén en perfecto estado y funcionen correctamente.

El inspector realizará una comprobación documental de los siguientes aspectos:

- Respecto a la RPA:
 - Identificación (Artículo 8, Real Decreto 1036/2017): debe comprobarse que la RPA lleve fijada a su estructura una placa de identificación ignífuga, en la que deberá constar la identificación de la aeronave, mediante su designación específica, incluyendo el nombre del fabricante, tipo, modelo y, en su caso, número de serie, así como el nombre del operador y los datos necesarios para ponerse en contacto con él (Figura 4).
 - Matriculación y certificado de aeronavegabilidad (Artículo 9, Real Decreto 1036/2017): si la RPA tiene una masa máxima al despegue superior a 25 kg, debe comprobarse la existencia de matrícula y certificado de aeronavegabilidad.

- Respecto al piloto: debe comprobarse que, en el momento de la inspección, tenga vigente el carné con el Nivel de capacitación de Piloto aplicador (artículo 18, Real Decreto 1311/2012).



Figura 4. Placa de identificación de la RPA

Inspección

En la Tabla 2 se muestran los elementos a inspeccionar en el EAPF a bordo de la RPA, haciendo referencia a la página de la presente guía donde se describe la inspección e indicando, en la columna Observaciones, las especificidades relativas a su aplicación. *En todos los casos, se entiende que el inspector, dentro de cada elemento descrito, seleccionará los apartados que son de aplicación.*

En cursiva se han señalado los elementos a inspeccionar que no aparecen en la guía y que si se exigen en el caso de EAPF a bordo de las RPA.

Tabla 2. Elementos a inspeccionar en un EAPF a bordo de una RPA

Elemento a inspeccionar	Página	Observaciones
1. Fugas y goteo	15	
1.1. Fugas estáticas	17	
1.2. Fugas dinámicas	19	Comprobación a la presión máxima recomendada por el fabricante del equipo o de las boquillas.
1.3. Pulverización y goteo sobre los elementos del pulverizador	21	
2. Bomba	23	
2.1. Accionamiento de la bomba	25	La bomba es eléctrica. Su accionamiento se realiza desde el sistema de control. No se requiere una comprobación específica.
2.2. Capacidad	27	Método A. Cuando se alcance la presión máxima se observará que existe una agitación visible en el depósito de caldo.
3. Agitación de la mezcla	33	
3.1. Agitación hidráulica	35	Si no existe, se debe instalar un sistema de agitación hidráulica y comprobar su funcionamiento.
4. Depósito del líquido de pulverización	39	
4.1 Cierre estanco	41	
<i>Orificio de llenado</i>		En el orificio de llenado debe haber un filtro en buenas condiciones (por analogía con UNE-EN ISO 16122-2, apartado 4.4.2) (Figura 2.b.1).
4.4. Compensación de presión	47	Debe existir un orificio en la tapa del depósito (Figura 2.b.2).
4.5 Indicador(es) del contenido	49	Se debe poder leer claramente el volumen de líquido en el depósito desde la posición del llenado en tierra (Figura 2.b.3). Durante la aplicación del producto fitosanitario el nivel se indica en la pantalla del sistema de control.

4.6. Vaciado del depósito	51	
5. Sistemas de medición, control y regulación	63	
5.1. Generalidades	65	Requisitos complementarios: Enlace de mando y control (artículo 13, Real Decreto 1036/2017). El enlace de mando y control que forma parte de la RPA (Figura 3) deberá garantizar la ejecución de dichas funciones con la continuidad y la fiabilidad necesaria en relación con el área de operaciones (tratamiento).
<i>Sensor de presión</i>		Se deberá instalar un sensor de presión que permita conocer la presión de trabajo durante el tratamiento. Para presiones inferiores a 5 bar, su resolución debe ser de 0.2 bar. Debe medir con un error máximo del $\pm 5\%$ respecto al valor registrado por el sensor de referencia.
5.6. Otros dispositivos de medición	75	Caudalímetro. Comprobación mediante el procedimiento de trabajo nº 1.
6. Conducciones	81	
6.1. Conducciones (rígidas y flexibles)	83	Figura 2.b.2. Detalle de conexión de las conducciones.
6.2. Rotulación de la presión máxima	85	
7. Filtros	87	
7.1. Presencia de filtros	89	Si no existe, se debe instalar un filtro por el lado de impulsión de la bomba y, en el caso de bombas de desplazamiento positivo, otro filtro en el lado de aspiración.
7.2. Dispositivo de aislamiento	91	
7.3. Cambio o sustitución de filtros	93	
8. Barra de pulverización	95	
8.1 Estabilidad/alineación/posición	97	Se comprobará que las abrazaderas de sujeción son adecuadas (Figura 2.c.2). No son necesarias abrazaderas metálicas. Barras horizontales. Las secciones, derecha e izquierda de la barra, deben

		tener la misma longitud y el mismo número de boquillas. (Figura 2.c.1)
8.2. Orientación y separación de boquillas	99	Barras horizontales. La separación y orientación de las boquillas debe ser uniforme a lo largo de la barra. Barras verticales. En RPA de tipo multirrotor, cuando las boquillas se sitúan en barras verticales ubicadas debajo de los rotores, la separación entre ellas debe ser simétrica respecto al eje longitudinal (sentido de avance).
8.4. Caída de presión	103	No se considera necesario debido a las características del equipo y de la aplicación.
9. Boquillas	105	
9.1. Semejanza y características de boquillas	107	Todas las boquillas instaladas en la barra (horizontal o vertical) deben ser del mismo tipo, tamaño, material y ser del mismo fabricante, excepto cuando se pretenda realizar una aplicación especial.
9.2 Goteo	111	Figura 2.d.1. Detalle de boquilla y sistema antigoteo.
10. Distribución transversal	113	
10.1 Medición del caudal: caudal nominal conocido de la boquilla	115	
10.2. Medición del caudal: caudal nominal desconocido de la boquilla	117	
10.3. Distribución de la presión	119	No se considera necesario debido a las características del equipo y de la aplicación.