

# Mantenimiento y calibración de maquinaria para aplicación de productos fitosanitarios



## Pulverizadores fijos y semi-móviles en invernaderos

**Coordinadores:** Antonio Rodríguez Ocaña, María del Carmen Castro Mora

**Autores:** Gregorio L. Blanco Roldán, Jesús A. Gil Ribes,  
Juan Luis Gamarra Diezma, Antonio Miranda Fuentes



**Unión Europea**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural



JUNTA DE ANDALUCÍA

# MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE MAQUINARIA PARA APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

PULVERIZADORES FIJOS Y SEMI-MÓVILES EN INVERNADEROS

SEVILLA, 2013



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIEROS AGRÓNOMOS Y DE MONTES

Mantenimiento y calibración de maquinaria para aplicación de productos fitosanitarios. Pulverizadores fijos y semi-móviles en invernaderos/ [realización: Gregorio L. Blanco Roldán, Jesús A. Gil Ribes, Juan Luis Gamarra Diezma, Antonio Miranda Fuentes]. – Sevilla. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Servicio de Publicaciones y Divulgación, Universidad de Córdoba, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. 2013.

120 p. : fot., tablas. – (Agricultura. Guías prácticas)

Subtít. tomado de la cub.

Consta en v. de la port. “La presente monografía se ha realizado dentro del “Plan de Mantenimiento y Calibración de los Equipos de Aplicación de Tratamientos Fitosanitarios (2008-2013)” establecido en función de un convenio específico de colaboración entre la Consejería de Agricultura Pesca y Medio Ambiente y la Universidad de Córdoba.

D.L. CO 1200-2013

Maquinaria de cultivo. -- Equipo de fumigación. – Mantenimiento. – Fumigación. – Plaguicidas

Blanco Roldán, Gregorio L.  
Gil Ribes, Jesús A.  
Gamarra Diezma, Juan Luis  
Miranda Fuentes, Antonio

Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente  
Universidad de Córdoba. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes.  
Agricultura (Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente). Guías prácticas.

La presente monografía se ha realizado dentro del “Plan de Mantenimiento y Calibración de los Equipos de Aplicación de Tratamientos Fitosanitarios (2008-2013)” establecido en función de un convenio específico de colaboración entre la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente y la Universidad de Córdoba.

Coordinadores:

Antonio Rodríguez Ocaña  
María del Carmen Castro Mora

Autores:

Gregorio L. Blanco Roldán  
Jesús A. Gil Ribes  
Juan Luis Gamarra Diezma  
Antonio Miranda Fuentes

Agradecimientos: los autores agradecen su colaboración a Felipe Gracia Aguilá (Centro de Mecanización Agraria, Generalitat de Catalunya) y Emilio Gil Moya (Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología, Universidad Politécnica de Cataluña).

Edita: Junta de Andalucía.

Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

Publica: Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Producción editorial:

Serie: Agricultura. Guías prácticas.



*Pulverizadores fijos y semi-móviles en  
invernaderos*

---

**MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN  
DE MAQUINARIA PARA APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS**

**PULVERIZADORES FIJOS Y SEMI-MÓVILES EN INVERNADEROS**

**ÍNDICE**

1.	Introducción	3
2.	Maquinaria y equipos para aplicación de productos fitosanitarios en invernaderos	4
3.	¿Para qué se necesita la revisión y calibración de las máquinas de aplicación de fitosanitarios?	9
4.	¿Qué beneficios reales se obtienen de la revisión y calibración de los equipos?	9
5.	¿Cómo se realiza la calibración y revisión de un equipo?	10
6.	¿Qué procedimiento se utiliza?	10
7.	¿Qué otros aspectos hay que tener en cuenta para realizar un tratamiento fitosanitario?	11
	Protocolo de mantenimiento y calibración de pulverizadores fijos y semi-móviles en invernaderos	13

## 1 **Introducción**

En los invernaderos, los problemas sanitarios se pueden combatir con diferentes tipos de métodos como:

Control físico, por ejemplo, acolchado o desinfección de suelos por solarización, mallas anti-insectos, etc.

Medidas culturales: rotación de cultivos, para romper el ciclo evolutivo de patógenos; control climático del invernadero, para reducir el desarrollo de plagas y enfermedades; elección de semilla certificada; calidad del sustrato; densidad de plantas adecuada; tipo de poda y entutorado óptimos; y eliminación de residuos vegetales.

Lucha biológica, mediante enemigos naturales y patógenos de las plagas.



Figura 1. Pulverización hidráulica con pistola en invernadero.

Gestión integrada de plagas, definida en 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, como el examen cuidadoso de todos los métodos de protección vegetal disponibles (biológicos, culturales, físicos y genéticos) y posterior integración de medidas para evitar el desarrollo de poblaciones de organismos nocivos y mantener el uso de productos fitosanitarios en niveles económica y ecológicamente justificados y que reduzcan o minimicen los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

No obstante, en muchos casos es necesaria la aplicación de productos fitosanitarios para el control de la enfermedad, plaga o mala hierba. Para ello se utilizan equipos móviles, semi-móviles y fijos que se basan en los distintos métodos de aplicación: pulverización hidráulica (Figura 1), pulverización neumática, pulverización centrífuga y espolvoreo.

## 2 Maquinaria y equipos para aplicación de productos fitosanitarios en invernaderos

En la Tabla 1 y Figura 2 se muestra una clasificación de los equipos de aplicación para invernaderos. Este manual está enfocado a las instalaciones fijas de pulverización (A, B, E, G y J) y los equipos semi-móviles (D1, H1 e I1). En la mayoría de las explotaciones españolas se utilizan instalaciones fijas con salida a pistola/lanza (A).

Los elementos constitutivos del equipo son: eje de transmisión de potencia, depósito de caldo, bomba, sistemas de medida, regulación y control, tuberías y conducciones, filtros, elementos de aplicación y boquillas. Pueden agruparse según su función en (Figura 3): unidad de impulsión, sistemas complementarios (Figura 4) y unidad de aplicación (Figura 5). En los equipos neumáticos también se necesita la unidad generadora de aire. Estos

Tabla 1. Tipología de equipos e instalaciones de aplicación de productos fitosanitarios en invernaderos

Pulverizadores hidráulicos	Fijo	De pistola o carro (A)
	Móvil (acoplado al tractor o a un vehículo)	De barra (B)
	Semi-móvil (carretillas)	(C)
	Personal (mochila)	(D1) (D2)
Pulverizadores hidroneumáticos	Fijo	(E)
	Móvil (acoplado al tractor o a un vehículo)	Cañón (F1) Atomizador (F2)
Pulverizadores neumáticos	Fijo	(G)
	Semi-móvil	(H1)
	Personal (mochila)	(H2)
Pulverizadores termoneumáticos	Semi-móvil	(I1)
	Personal	(I2)
Pulverizadores centrífugos	Fijo	(J)
	Móvil (acoplado al tractor o a un vehículo)	(K)
	Personal	(L)
Espolvoreadores	Móvil (acoplado al tractor o a un vehículo)	(M)
	Personal (mochila)	(N)



Figura 2. Tipología de equipos e instalaciones de aplicación de productos fitosanitarios en invernaderos





Figura 2. Tipología de equipos e instalaciones de aplicación de productos fitosanitarios en invernaderos (continuación)



Figura 2. Tipología de equipos e instalaciones de aplicación de productos fitosanitarios en invernaderos (continuación)



Figura 3. Esquema de los elementos principales de un equipo de pulverización en un invernadero.



Figura 4. Centralita electrónica que gobierna un sistema fijo de nebulización en un invernadero.

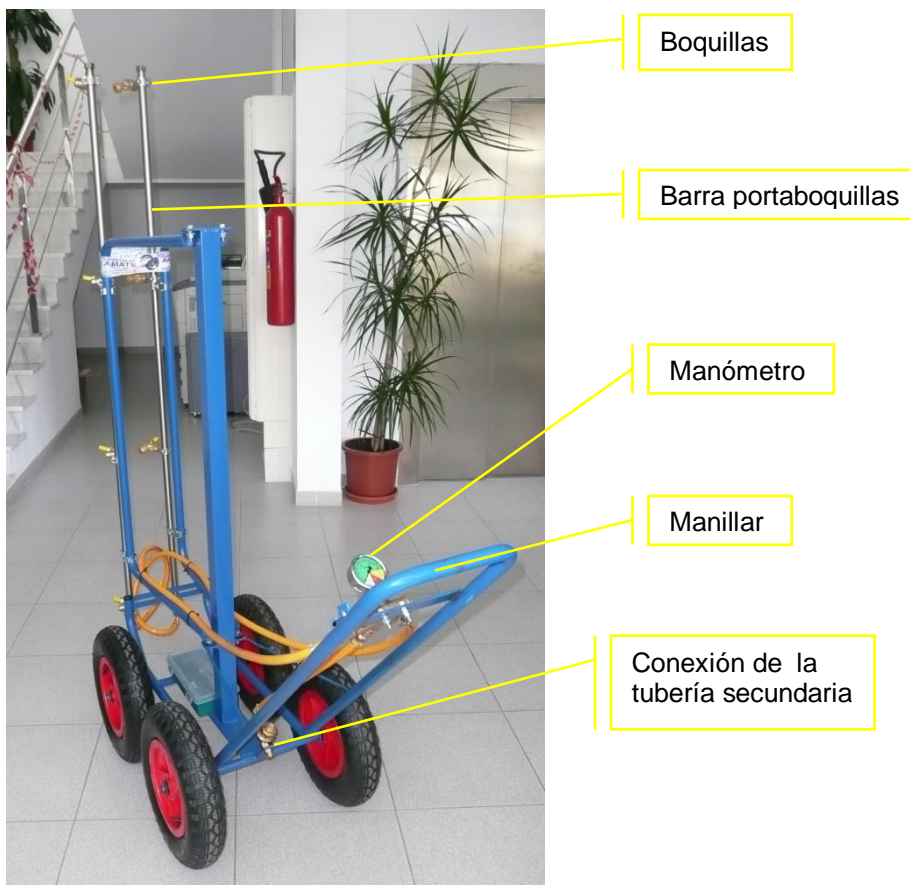


Figura 5. Unidad de aplicación (carro de tratamiento) de una instalación fija de pulverización hidráulica.

En las instalaciones fijas de pulverización neumática (nebulización) (Figura 6) se hace necesaria la creación de una red paralela de tuberías, una neumática y otra

hidráulica, que tienen puntos comunes de conexión: *boquillas*. Éstas disponen de dos entradas (una para caudal líquido y otra para caudal de aire), además de una salida. En el interior de las boquillas chocan ambas corrientes de fluido y se generan gotas muy finas, con diámetros menores de 100  $\mu\text{m}$  que salen por el orificio de salida.

Estas instalaciones fijas tienen como ventaja la facilidad de la aplicación y la reducción del riesgo de toxicidad, ya que, no hay operarios en el interior del invernadero durante su realización.



Figura 6. Instalación de pulverización neumática en un invernadero.

### **3** *¿Para qué se necesita la revisión y calibración de las máquinas de aplicación de fitosanitarios?*

Para que se detecte cualquier deficiencia o mal funcionamiento de la máquina, como consecuencia de su uso (desgaste), rotura o mala regulación. De tal forma la dosis estimada no será distinta de la realmente aplicada y se distribuirá uniformemente, consiguiendo así un tratamiento eficaz y, por tanto, una reducción de costes. Para que los distintos tipos de máquinas funcionen de forma adecuada es necesario que sus elementos estén en perfecto estado de mantenimiento y calibración.

### **4** *¿Qué beneficios reales se obtienen de la revisión y calibración de los equipos?*

Los **beneficios** obtenidos por el agricultor que realice la revisión y calibración de su equipo son:

- Ahorro de producto fitosanitario.
- Mayor eficacia en el tratamiento.
- Aumento de la seguridad del operario.
- Garantizar la seguridad del consumidor (alimentos sin residuos).
- Reducción de la contaminación ambiental

## 5 ¿Cómo se realiza la calibración y revisión de un equipo?

Para la **revisión** se efectúan **exámenes visuales** de los elementos de la máquina sin accionamiento o con accionamiento de la misma (**ensayo de funcionamiento**), además de comprobar los sistemas de seguridad.

Para la **calibración** se efectúan **medidas** de precisión del manómetro (que es el punto de control de la presión de la máquina), de la distribución del caudal en las boquillas y del equilibrio (caída) de presiones.

De esta forma se consigue tener una máquina que aplica un tratamiento homogéneo y que cumple unos **requisitos** de seguridad, salud y de medio ambiente.

## 6 ¿Qué procedimiento se utiliza?

Para la revisión y calibración de pulverizadores fijos y semi-móviles en invernaderos se ha realizado el protocolo que aquí se presenta como guía base de procedimiento, adaptando los conceptos de las normas europeas y españolas **UNE-EN 13790-1 (pulverizadores hidráulicos para cultivos bajos)** y **UNE-EN 13790-2 (pulverizadores para plantaciones arbustivas y arbóreas)** a las particularidades de estos equipos. Este protocolo indica los **elementos** de la máquina que deben examinarse, los **requisitos** que deben cumplir los elementos y la valoración de los **defectos** (incumplimiento de los requisitos) que se detecten (Tabla 3). Para los elementos que no sean similares a los recogidos por las normas, se exigirán requisitos recomendados por los fabricantes como imprescindibles para el correcto funcionamiento del equipo por su diseño.

Actualmente, está en fase de redacción la norma ISO/DIS 16122-4 sobre equipos de aplicación de productos fitosanitarios fijos y semi-móviles.

Tabla 3. Valoración de los defectos detectados en un pulverizador hidráulico.

DEFECTO	DESCRIPCIÓN	EFEECTO
GRAVE	Defecto que debe ser reparado antes de volver a trabajar de nuevo. Afecta severamente a la calidad de la pulverización, a la seguridad del operario o al medioambiente.	Inspección desfavorable
LEVE	Defecto que debe ser reparado lo antes posible. Afecta moderadamente a la calidad de la pulverización, a la seguridad del operario o al medio ambiente.	Recomendación de cambios para subsanar los defectos
SIN DEFECTO	No se detectan defectos	Requisito satisfecho

**7** ¿Qué otros aspectos hay que tener en cuenta para realizar un tratamiento fitosanitario?

**- RIESGOS PARA LA SEGURIDAD Y SALUD DEL OPERADOR**

En la aplicación de productos fitosanitarios se originan partículas, gases y vapores, por tanto, la entrada al organismo de estos contaminantes por vía respiratoria es causa importante de intoxicación, especialmente en la fase de preparación del caldo, ya que, se realiza con el producto concentrado. También debe impedirse la entrada de estos contaminantes por vía dérmica, extremando las precauciones frente a salpicaduras o derrames. En todo caso, la mejor manera de informarse de los riesgos de un producto fitosanitario es a través de la etiqueta del envase y de su Ficha de Seguridad.

Estas operaciones deben realizarse con Equipos de Protección Individual (EPI) que protejan el cuerpo (trajes), pies (botas de goma), manos (guantes de goma de nitrilo), ojos y cara (gafas o pantallas) y las vías respiratorias (mascarillas o máscaras) (Fig. 43). Los EPI deben usarse tanto para la aplicación del tratamiento como para la preparación del caldo.

No debe olvidarse que un Requisito Esencial de Seguridad y Salud, establecido por el Real Decreto 1644/2008 (conocido como Reglamento de Máquinas y modificado por el Real Decreto 494/2012 para incluir los riesgos exclusivos de las máquinas de aplicación de plaguicidas) y, por tanto, necesario para la fabricación, comercialización y puesta en servicio de la máquina, es que el fabricante debe suministrar un Manual de Instrucciones. Este documento debe contener las informaciones y recomendaciones detalladas que sean necesarias para el mantenimiento y la utilización segura del equipo.



Figura 7. Máscara de protección de vías respiratorias indicada para tratamientos fitosanitarios en invernaderos.

## - PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

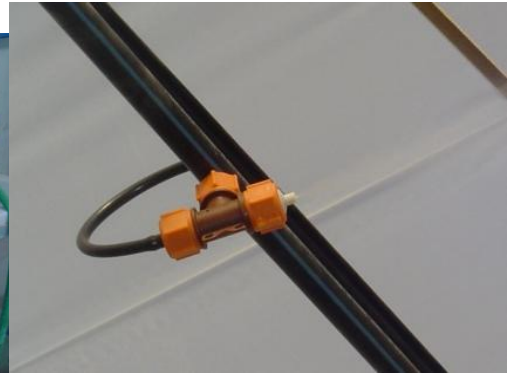
Se debe prestar especial atención a los restos sobrantes de la aplicación. Si se vierten sobre la parcela se puede producir la sobredosis de ciertas zonas y puede provocarse fitotoxicidad y contaminación puntual. Por ello, lo importante sería ajustar el volumen de caldo a la superficie a tratar, de forma que no haya sobrante.

Otro aspecto importante es el de la gestión de los envases vacíos. Éstos se consideran residuos peligrosos y deben llevarse a puntos limpios autorizados como los de SIGFITO (Figura 8). Normalmente, en cada provincia existe una red de puntos de recogida para los agricultores.



Figura 8. Punto limpio de recogida de envases vacíos.

## *Protocolo de mantenimiento y calibración de pulverizadores fijos y semi-móviles en invernaderos*





## Índice

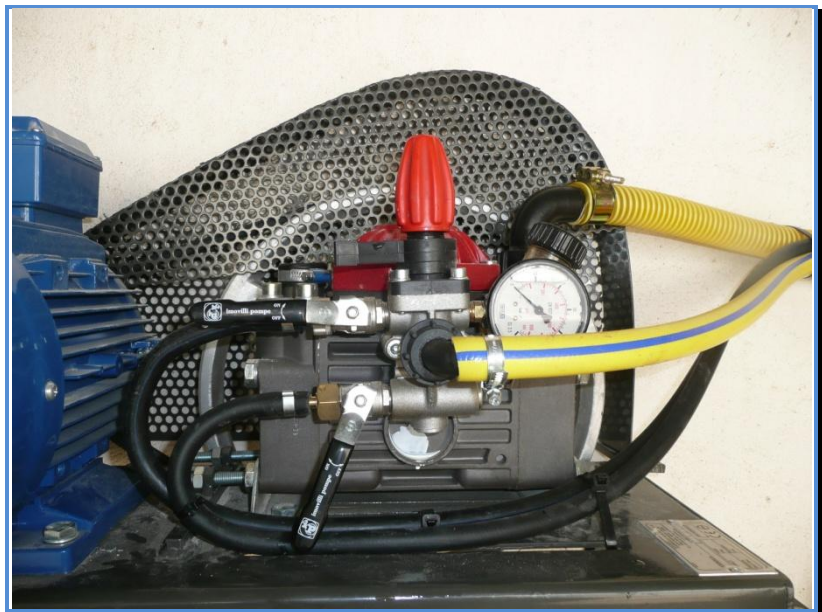
<b>Elementos de transmisión de potencia</b>	<b>17</b>
<i>Resguardo de protección en la transmisión de potencia.</i>	
<b>Bomba</b>	<b>20</b>
<i>Capacidad de la bomba</i>	
<i>Estabilidad de la presión</i>	
<i>Válvula de seguridad</i>	
<i>Fugas</i>	
<b>Agitación</b>	<b>31</b>
<b>Depósito</b>	<b>34</b>
<i>Fugas</i>	
<i>Filtro de llenado</i>	
<i>Tapa del depósito y Compensación de presiones</i>	
<i>Indicador de nivel</i>	
<i>Sistema de recogida de líquidos</i>	
<i>Punto de agua limpia en la instalación</i>	
<i>Vaciado</i>	
<b>Sistemas de medida, control y regulación</b>	<b>51</b>
<i>Controles y mandos del equipo</i>	
<i>Situación de los controles y mandos de la instalación</i>	
<i>Escala del manómetro</i>	
<i>Resolución de la escala</i>	
<i>Carcasa del manómetro</i>	
<i>Precisión del manómetro</i>	
<i>Precisión de otros dispositivos de medida</i>	
<b>Instalación de tuberías y conducciones</b>	<b>66</b>
<i>Fugas</i>	
<i>Colocación</i>	
<i>Rotulación de la presión máxima admisible</i>	
<b>Filtros</b>	<b>73</b>
<i>Posición y estado</i>	
<i>Aislamiento</i>	
<i>Mallas</i>	

<b>Barras de pulverización</b>	<b>80</b>
<i>Estabilidad y simetría de las barras</i>	
<i>Separación de boquillas en la barra</i>	
<i>Interferencias en la pulverización</i>	
<i>Altura en barras horizontales</i>	
<i>Secciones</i>	
<b>Boquillas</b>	<b>91</b>
<i>Adecuación al tratamiento</i>	
<i>Uniformidad en el conjunto de boquillas</i>	
<i>Cierre individual de las boquillas</i>	
<i>Cierre antigoteo</i>	
<i>Regulación de la posición de las boquillas</i>	
<i>Boquillas en instalaciones de pulverización neumática</i>	
<b>Distribución</b>	<b>103</b>
<i>Caudal de las boquillas</i>	
<i>Caudal de las boquillas (Instalaciones de pulverización neumática)</i>	
<i>Caída de presión</i>	
<i>Caída de presión (Instalaciones de pulverización neumática)</i>	
<i>Uniformidad del chorro pulverizado</i>	
<b>Unidad de aire</b>	<b>114</b>



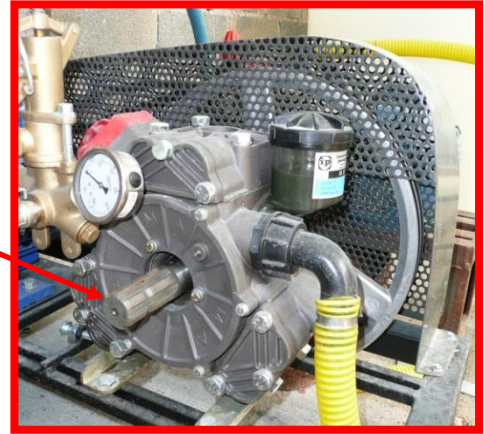
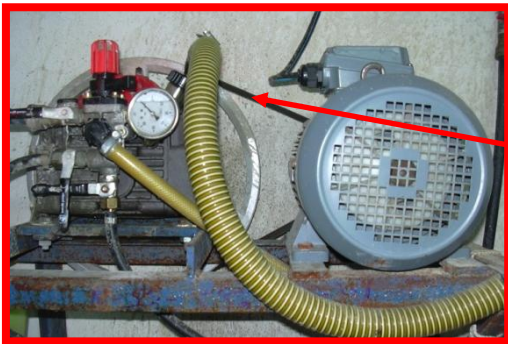
*Unidad de impulsión (depósito y bomba)*

---



*Elementos de transmisión de potencia*

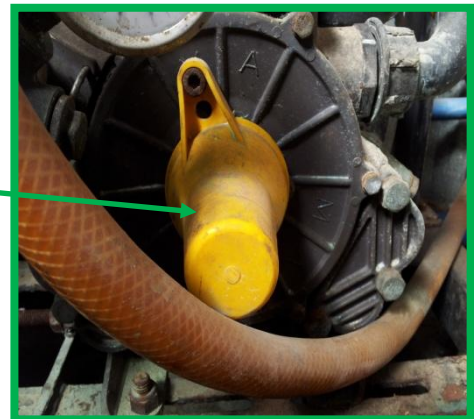
---



Polea sin resguardo de protección (izquierda) y bomba sin capuchón de protección del eje de giro libre de transmisión de la potencia (derecha).



Resguardo insuficiente que deja al descubierto parte del dispositivo de transmisión del movimiento



Resguardo de protección de la transmisión de potencia en perfecto estado y detalle del capuchón de protección perfectamente sujeto con tornillos para evitar el riesgo de atrapamiento por el eje de giro libre de la bomba.

## ***Resguardo de protección en la transmisión de potencia.***

*Presencia de resguardos de protección de los elementos de la transmisión de potencia y en buen estado. No deben afectar al funcionamiento de la transmisión.*

*Los diferentes elementos de la transmisión de potencia: eje, correas, engranajes, o cualquier otro elemento, no deben presentar muestras de excesivo desgaste y deben funcionar correctamente. Debe apreciarse perfectamente la función del resguardo y no debe presentar muestras de desgaste, deformaciones o roturas.*

*En caso de existir un eje de giro libre en la bomba, éste debe ser cubierto por un capuchón de protección que elimine el riesgo de atrapamiento.*

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

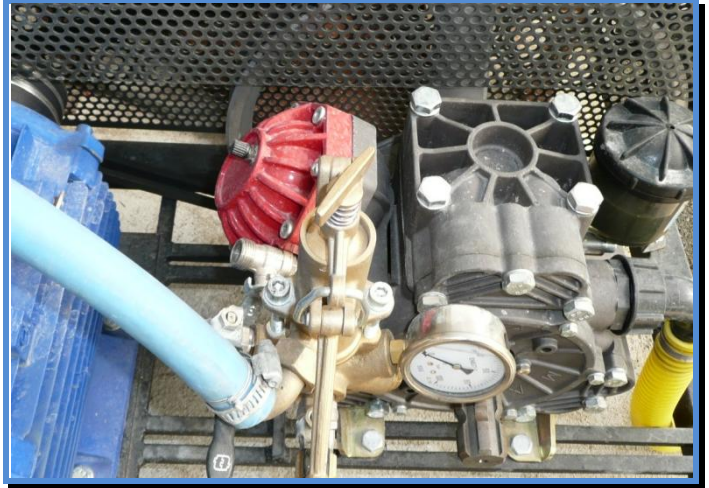
**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.1.1.

### **Actuación del inspector**

El inspector comprobará la existencia del resguardo de protección en la transmisión de potencia, desde el motor hasta la bomba, cualquiera que éste sea. Se inspeccionará que no existan deformaciones, desgaste, roturas, manipulaciones que comprometan su funcionamiento o colocación inadecuada de este resguardo de protección. El operario manipulará, con la máquina sin funcionar, la protección para comprobar la fijación estable del dispositivo.

### **Resultados de la verificación**

<b>ESTADO</b>	<b>CLASE</b>	<b>EFEECTO</b>
El resguardo de protección está presente y no tiene defectos que permitan un accidente o mal funcionamiento de la transmisión de movimiento.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Existen deformaciones, desgastes, roturas o principios de inestabilidad en la fijación del resguardo a la estructura, que no impiden la función de seguridad para la que están diseñados pero indican la necesidad de una reparación o cambio en breve. No cubren totalmente los elementos móviles del equipo.	Defecto leve	Recomendación de corregir defecto.
No existe el resguardo de protección o éste se encuentra en un estado que no permita el correcto funcionamiento para el que fue diseñado.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



*Bomba*

---

## Capacidad de la bomba



Placa de características de la bomba colocada en el calderín hidroneumático.



Caudalímetro específico para la medida del caudal de la bomba.



## Capacidad de la bomba (método cuantitativo)

La capacidad de la bomba se debe adaptar a las necesidades del equipo, permitiendo pulverizar correctamente, dentro de los límites de trabajo especificados en el manual de instrucciones del equipo, y mantener una agitación adecuada del líquido en el depósito.

La capacidad de la bomba debe ser, al menos, del 90% de su caudal nominal original, especificado por el fabricante.

**Método de verificación:** Medida, por similitud a la norma UNE-EN 13790-1, apartado 5.2.1.a (Medición de la capacidad de la bomba). Si el circuito no dispone de adaptador para colocar el equipo de medida, realizar la verificación siguiendo el método visual (ver próximo apartado).

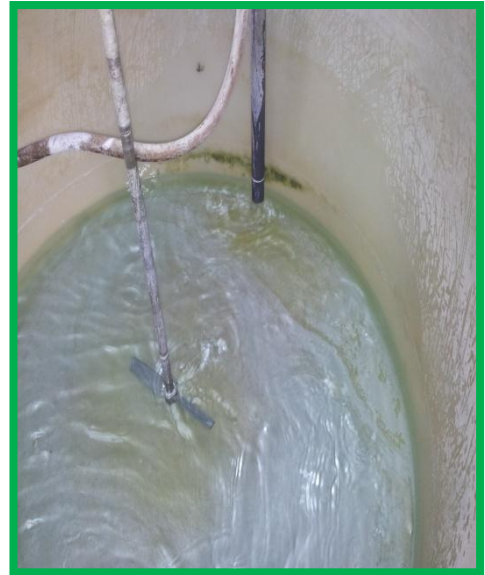
**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1, apartado 4.2.1.a.

### Actuación del inspector

Si el equipo tiene la conexión apropiada para el ensayo y se conoce el caudal nominal de la bomba a una presión señalada, viendo la placa de características o manual de instrucciones, el inspector realizará la medida del caudal 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, o bien un error menor o igual a 2 l/min cuando la capacidad de la bomba sea menor que 100 l. Se debe medir el caudal en el lado de la impulsión de la bomba a una presión comprendida entre 8 bar y 10 bar. Si la presión generada por la bomba es menor, la medida se realiza a la mayor presión de trabajo admisible. Si no se dispone de adaptador para el equipo de medida, la verificación se realizará siguiendo el método visual.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
El caudal medido según el método de verificación es mayor o igual al 90% del señalado por el fabricante para una presión dada.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
El caudal medido según el método de verificación es inferior al 90% del señalado por el fabricante para una presión dada.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



A régimen de trabajo nominal debe observarse una buena agitación al mismo tiempo que se mantiene la máxima presión de trabajo en el extremo de la unidad de aplicación.



Pulverización adecuada y suficiente a las condiciones de ensayo.

## Capacidad de la bomba (método visual)

La bomba debe impulsar un caudal suficiente para permitir pulverizar a la presión de trabajo máxima, recomendada por el fabricante del pulverizador, o bien de las boquillas de mayor caudal utilizadas por la máquina, manteniendo una agitación visible (en caso de llevar agitador hidráulico).

**Método de verificación:** ensayo de funcionamiento, por similitud a la norma UNE-EN 13790-1, apartado 5.2.1.b (Medición del caudal de la bomba).

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1, apartado 4.2.1.b.

### Actuación del inspector

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 la unidad de aplicación (lanza/pistola, carro de tratamientos, barra, etc.) para comprobar que en el ensayo se trabaja a la presión máxima. En el caso de sistemas de pulverización neumática, se debe colocar un manómetro en el extremo final de una sección del ramal portaboquillas o zona más desfavorable del circuito hidráulico. Se debe accionar la bomba a la máxima presión que indica el fabricante del pulverizador o bien a la máxima presión que demanden las boquillas de mayor caudal que puedan instalarse para una aplicación eficaz en cualquier tipo de tratamiento que se realice con el equipo. Cuando se alcance esta máxima presión se observará que existe una agitación visible en el depósito de caldo (en el caso de agitación hidráulica).

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Se observa una buena agitación en el depósito de caldo con todas las boquillas funcionando a la presión nominal de trabajo	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Aunque se observa agitación y las boquillas pulverizan, se estima que la agitación no es la suficiente para garantizar una buena mezcla, o se aprecia un funcionamiento inadecuado de las boquillas, debido fundamentalmente a la presión.	Defecto leve	Recomendación de revisión de la bomba y/o sistema de agitación.
No se observa agitación en el depósito y/o las boquillas no pulverizan de forma correcta	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Estabilidad de la presión (pulsaciones)*



Presencia del amortiguador de presión (calderín hidroneumático) y en buen estado.



Inestabilidad en la presión que señala el manómetro.

## *Estabilidad de la presión*

La bomba no debe producir pulsaciones visibles que excedan el 5% de la presión de trabajo. La aguja del manómetro debe permanecer estable en su posición de medida.

**Método de verificación:** Inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.2.2.

### Actuación del inspector

El inspector aprovechará el ensayo de funcionamiento de la bomba para observar el manómetro y así comprobar la estabilidad de la presión en la lectura. Si no se pudiese realizar con el manómetro del equipo, el inspector instalará uno, como se indica en el apartado anterior para realizar la inspección de la capacidad de la bomba (método visual). Previamente, el inspector comprobará la presión del amortiguador de presión o calderín hidroneumático de la bomba, en caso que exista.

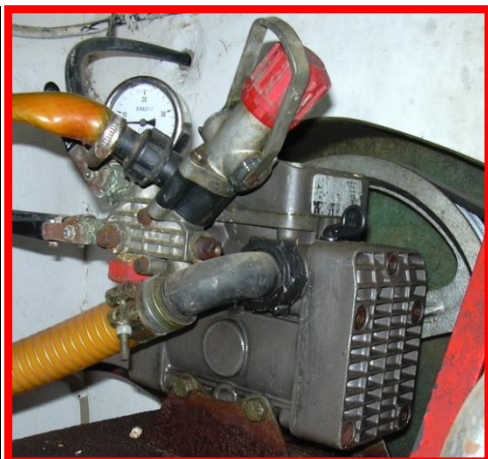
### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASE	EFEECTO
No se observa inestabilidad en la presión que señala el manómetro y que sea atribuible a la bomba.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Existen pulsaciones leves, pero es posible determinar la presión de trabajo con precisión aceptable.	Defecto leve.	Recomendación de comprobar la bomba y el amortiguador de presión.
Existen pulsaciones muy claras que impiden realizar una lectura adecuada de la presión.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Válvula de seguridad



Presencia de válvula de seguridad funcionando correctamente.



Bomba sin válvula de seguridad.

## Válvula de seguridad

Si se dispone de una válvula de seguridad (limitadora de presión) debe funcionar correctamente.

**Método de verificación:** Inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.2.3.

### Actuación del inspector

El inspector deberá comprobar la existencia de dicha válvula y que el límite de presión para el que está diseñada es el adecuado para el tipo de pulverizador donde se encuentra instalada. Esto se podrá comprobar con la documentación aportada por el fabricante. Si no se dispone de dicha información, se determinará la presión de tarado máxima en función del tipo de bomba, que no deberá superar los 20 bar para las bombas de baja presión y los 40 bar para las de alta presión. En este caso, se comprobará la fiabilidad de la válvula en un circuito alternativo, donde se pueda corroborar que al sobrepasar el valor límite, la válvula deriva el fluido para evitar la sobrecarga del circuito general, permitiéndose una desviación del 15%, respecto a la presión de tarado. Si no se tienen estos medios, se comprobará la existencia y límite de dicha válvula simplemente.

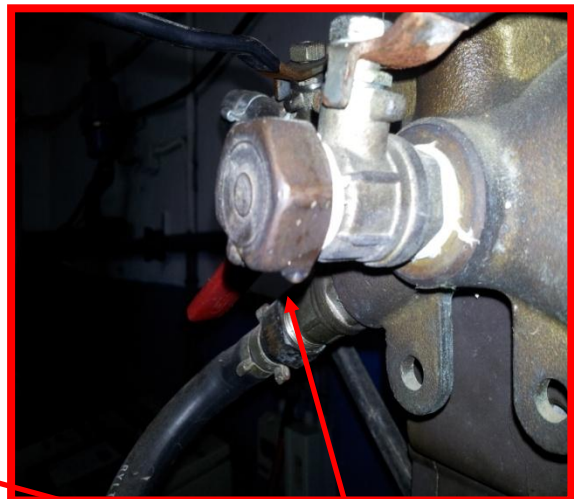
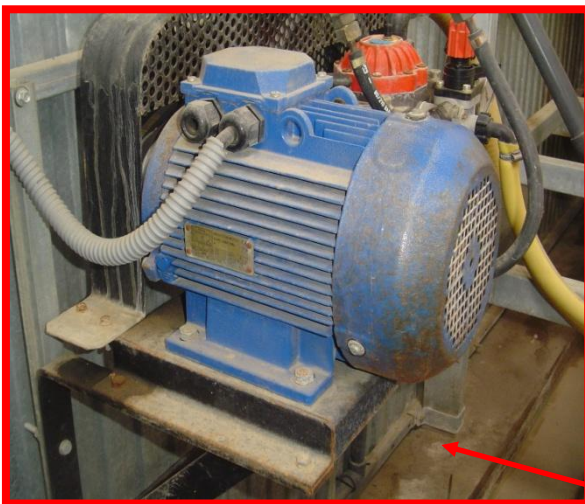
### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
La válvula existe, está limitada a una presión adecuada para el pulverizador y esta funciona correctamente.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
La válvula existe, pero tiene una presión de corte superior a la recomendada para ese tipo de bomba, o bien, realiza su función fuera de los márgenes de error permitidos (15%).	Defecto leve.	Se recomienda la instalación de una válvula acorde a la presión de la bomba, o la reparación de la misma.
No existe dicha válvula o no funciona correctamente al poderse probar en un circuito alternativo, o existe y sobrepasa el valor límite establecido.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Fugas



Equipo sin señales de humedad, sin fugas ni goteo por ninguna junta de la bomba.



Equipo con señales de humedad visibles y goteos.





## Fugas

Ausencia de fugas en la bomba (por ejemplo, por goteo).

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.2.4.

### Actuación del inspector

El inspector observará la base y juntas de la bomba sin accionarla para comprobar que no existen signos de humedad o goteo que indiquen fugas en la misma. También se prestará especial atención a las zonas con acumulación de suciedad, ya que, es un signo indicativo de fugas. Posteriormente, con la bomba en funcionamiento, a presión normal de trabajo, se realizará la misma inspección anteriormente descrita. Debe tenerse en cuenta que las bombas de pistones con juntas de cuero pierden agua hasta que el cuero no está suficientemente empapado, por lo tanto, en este tipo de bombas, es necesario esperar unos instantes, antes de empezar a realizar la inspección.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFFECTO
No se detectan fugas en la bomba ni en sus conexiones.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Existen fugas o goteos en la bomba que no pueden ser corregidas durante el transcurso de la inspección.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



*Agitación*

---

## Agitación



Sistema de agitación hidráulica con recirculación claramente visible.



Sistema de agitación mecánica por transmisión directa de un eje del motor a la hélice.



Sistema de agitación mixto pero insuficiente. El líquido no recircula visiblemente.

## Agitación

El depósito debe estar equipado con sistemas de agitación que aseguren en todo momento una concentración uniforme de la mezcla, apreciándose claramente la recirculación.

Para equipos fijos, la capacidad de agitación de la bomba debe ser de al menos el 5% del volumen nominal del depósito de líquido del pulverizador.

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.3.

### Actuación del inspector

En el caso de agitación hidráulica, el inspector comprobará que existe una recirculación claramente visible del circuito de retorno (con el depósito lleno hasta la mitad de su capacidad como mínimo) cuando se pulveriza a la presión de trabajo recomendada por el fabricante del equipo o el fabricante de las boquillas, con las boquillas de mayor caudal montadas y a un régimen nominal del eje receptor de potencia del equipo (generalmente, a 540 r/min) recomendado por el fabricante de la bomba.

En el caso de agitación mecánica, el inspector comprobará que en el depósito, lleno como mínimo hasta la mitad de su capacidad, se produce un notable movimiento del líquido, observándose la inestabilidad de la masa de agua cuando el motor del agitador funciona al régimen nominal de trabajo.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFFECTO
Se observa una agitación claramente visible del caldo en el depósito.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
No se observa movimiento del líquido en el depósito o este es insuficiente.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



*Depósito*

---

## Fugas



Depósitos sin fugas apreciables.



Depósitos con manchas de humedad relacionadas con fugas.

## Fugas

No puede haber ninguna fuga en el depósito, ni en las tuberías y conexiones asociadas al mismo.

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.4.1.

### Actuación del inspector

El inspector observará que no haya fugas en el depósito lleno hasta la capacidad nominal, ni tampoco cuando esté en agitación. Además se prestará atención a las grietas y reparaciones para comprobar que no existe riesgo inminente de derrame accidental. También se comprobará el estado de las juntas, conexiones y racores asociados al depósito, para corroborar que estos tampoco presentan fugas y goteo.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
No se detectan fugas en el depósito ni en las conexiones al mismo. O se detectan fugas que se pueden solventar de forma simple durante la inspección.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Se observan grietas, abolladuras, disfuncionalidades o reparaciones que pueden presentar riesgo de fuga en un futuro.	Defecto leve	Recomendación de reparar para evitar fugas accidentales.
Existen fugas en el depósito que no pueden ser subsanadas fácilmente durante la inspección.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Filtro de llenado



Filtro de llenado instalado en la tubería general de suministro de agua a la instalación.



Llenado de depósitos por manguera sin filtro en la entrada al depósito de caldo.



## Filtro de llenado

*Presencia de filtro en el orificio de llenado y que esté en buen estado.*

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.4.2.2.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que en la tubería de llenado, derivada de la red general de agua de la instalación, existe un filtro y que el estado de la malla está en buenas condiciones, sin suciedad o perforaciones. Aunque en el invernadero exista agua potable para este fin, debe haber filtro en la tubería de llenado. Si no existiese el filtro, el inspector debe comprobar la existencia y estado de un filtro, tipo cesta, en la boca de llenado, que ocupe todo el orificio de llenado del depósito. Además de comprobar la existencia de los filtros, el inspector deberá poder desmontarlos con facilidad, para comprobar su estado de conservación y mantenimiento.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Existe el filtro en la tubería de llenado y el estado de la malla está en buenas condiciones, sin perforaciones, ni suciedad. O de forma alternativa, existe un filtro tipo cesta en la boca de llenado, sin roturas, deformaciones ni suciedad.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
La malla está obturada y se puede asegurar que no realiza correctamente su función de filtrado.	Defecto leve	Recomendación de limpieza y mantenimiento adecuado.
No existe filtro de llenado ni filtro tipo cesta y/o la malla está en mal estado, con perforaciones o cortes.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Tapa y dispositivo de compensación de presiones*



Depósito con tapa acoplada y dispositivo de compensación de presiones adecuado.



Depósitos sin tapa, pero ubicados en un lugar cerrado, protegido y aislado del exterior.



Dispositivo compensador de presiones deficiente.



Depósito sin tapa y situado en el exterior y sin protección.

## Tapa del depósito y Compensación de presiones

*El depósito debe estar cubierto para prevenir que objetos caigan dentro de forma no intencionada.*

*Se debe asegurar la compensación de presiones (para impedir que se produzcan sobrepresiones o depresiones en el depósito).*

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1, apartado 4.4.4.

### Actuación del inspector

Si el depósito se encuentra al aire libre, el inspector comprobará que existe una tapa de cierre y que esta consta de un orificio adecuado y en perfectas condiciones, que tenga función de compensación de presiones. Se comprobará que no esté obturado para que funcione correctamente cuando la bomba aspira el caldo del depósito, evitándose así la deformación del depósito de caldo o posible rotura por depresión interior. Un orificio que permita la libre circulación de aire pero no impida vertidos de caldo al exterior no es adecuado.

En el caso en que el depósito se encuentre protegido dentro de unas instalaciones cerradas, pensadas para tal fin, no es necesaria la tapa y, por lo tanto, tampoco es necesario el dispositivo compensador de presiones. El inspector comprobará que el recinto donde se encuentra el depósito está totalmente cubierto, aislado y la puerta permite su cierre con llave, de forma que impida de modo efectivo la posible caída de objetos dentro del depósito.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFFECTO
Existe tapa con dispositivo compensador de presiones y no tiene obturaciones, permitiendo la circulación de aire sin salida de líquido. O no existen, pero el depósito está situado en un lugar debidamente cerrado y aislado del exterior.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
El depósito se encuentra en el exterior y la tapa no cierra correctamente. O el orificio está sucio o parcialmente obturado.	Defecto leve	Recomendación de limpieza, reparación y mantenimiento adecuado.
El depósito se encuentra en el exterior y no tiene tapa. O el compensador de presiones no existe o no funciona correctamente. O aún encontrándose el depósito en unas instalaciones cerradas, estas no aseguran su aislamiento de forma adecuada.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Indicador de nivel



Indicador de nivel en buen estado y con señales legibles que permiten visualizar la cantidad exacta.



Depósito con indicador de nivel parcialmente borrado y tapado por la suciedad.



Depósito sin indicador de nivel o con nivel deteriorado que no permite la lectura

## Indicador de nivel

Presencia de indicador de nivel de líquido de fácil lectura y visible desde donde se llena el depósito.

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.4.5.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que existe al menos un indicador de nivel en el depósito que permita conocer en todo momento el nivel de llenado exacto del mismo. Deberá tener fácil lectura desde el lugar de llenado para poder ajustar el volumen y, por tanto, la dosis a aplicar. También se comprobará la idoneidad de la escala que presenta, en función de la capacidad del mismo, y la veracidad de la lectura arrojada.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
El depósito dispone de un indicador de nivel visible desde el lugar de llenado y se puede determinar el volumen de líquido que almacena.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
La lectura de la cantidad de líquido es dificultosa debido al mal estado de conservación del mismo o debido a su posición.	Defecto leve	Se recomienda la limpieza, sustitución o cambio de posición del indicador de nivel.
No existe indicador de nivel o se ha deteriorado, impidiendo la visualización del volumen de líquido almacenado.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Sistema de recogida de líquidos



Sistema de recogida de líquidos en caso de limpieza de depósito, derrame accidental o rotura.



Instalación fija de pulverización sin sistema de recogida de líquidos en la base del depósito.



## *Sistema de recogida de líquidos*

---

*En la base del depósito debe existir un sistema de retención de líquidos, por muro de contención o arqueta de recogida, para evitar contaminación de la zona en caso de derrame accidental.*

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

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

### **Actuación del inspector**

El inspector comprobará que existe un sistema de recogida de líquidos, eficaz y con capacidad suficiente para recoger el líquido total que es capaz de almacenar el depósito.  
El sistema puede ser de varios tipos y se comprobará la estanqueidad y el lugar de almacenamiento del líquido, vertiendo una cantidad suficiente de agua en el sistema de recogida.

### **Resultados de la verificación**

<b>ESTADO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>EFECTO</b>
Existe el sistema de retención de líquidos y se comprueba su efectividad.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
No existe el sistema de retención de líquidos o existe pero no realiza correctamente la función.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Punto de agua limpia en la instalación*



Ducha y lavabo de emergencia ante posibles accidentes.



Indicación de punto de agua limpia.

## *Punto de agua limpia en la instalación*

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

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a UNE-EN-ISO 4254-6.

### **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**

<b>ESTADO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>EFFECTO</b>
Existe un punto de agua limpia en la instalación o bien un depósito con agua limpia y capacidad mínima de 15 litros.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
No existe punto de agua limpia ni depósito con agua limpia o no se encuentran operativo.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Vaciado



Llave de paso adecuada para vaciar el caldo sobrante del depósito sin posibilidad de derrame y contacto del operario con el líquido.



Sistema de vaciado (tapón con rosca) que no impide el contacto del operario con el líquido al vaciar el depósito.

## Vaciado

*Presencia de dispositivo de vaciado que permite recoger el resto de caldo de forma sencilla, sin herramientas, de manera fiable y sin pérdidas.*

**Método de verificación:** ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.4.6.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que existe y funciona correctamente una válvula o cualquier otro sistema que cumpla el objetivo de vaciar el depósito en su totalidad para recoger la cantidad de caldo sobrante de manera limpia para el operador, esto es, sin riesgo de contacto. Este dispositivo debe estar situado en el punto más bajo del depósito, para poder vaciar todo el contenido.

### Resultados de la verificación

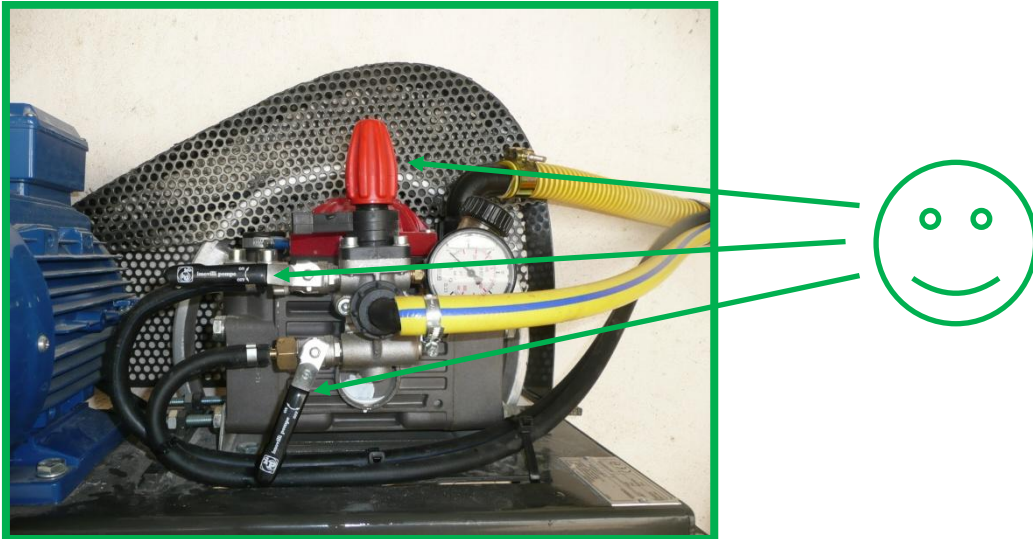
ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFFECTO
Existe un dispositivo de vaciado sin riesgo de contacto para el operador y funciona correctamente.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Existe un dispositivo de vaciado pero no evita el riesgo de contacto o no garantiza la recogida del caldo sobrante.	Defecto leve	Recomendación de instalar algún sistema o adaptar el existente para realizar correctamente la función.
No existe el dispositivo o no funciona correctamente.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



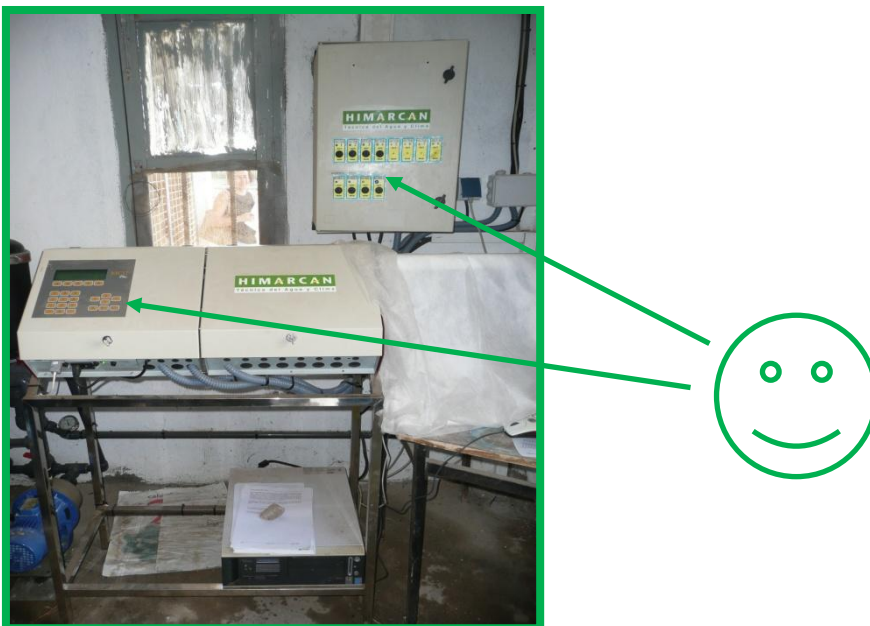
*Sistemas de medida, control y regulación*

---

## Controles y mandos del equipo



Mando de regulación de presión y válvulas de paso hacia secciones en perfecto estado.



Mandos electrónicos centralizados de una instalación de nebulización.

## Controles y mandos del equipo

Los sistemas de regulación controlan el trabajo de la instalación y están formados por los distribuidores, que permiten el desvío de caudal según las exigencias de la aplicación (pueden ser manuales o electromagnéticos, lo que permite su control electrónico), por los reguladores de presión y por los reguladores de caudal. Deben conseguir un tratamiento uniforme en la dosis de producto, número y tamaño de las gotas, lo que exige una sincronización entre la velocidad de avance de la unidad de aplicación (pistola/lanza, carros, barras, etc.) y el caudal y mantener la presión (tamaño de las gotas).

Deben funcionar de manera fiable y no se deben producir fugas.

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.5.1.

### Actuación del inspector

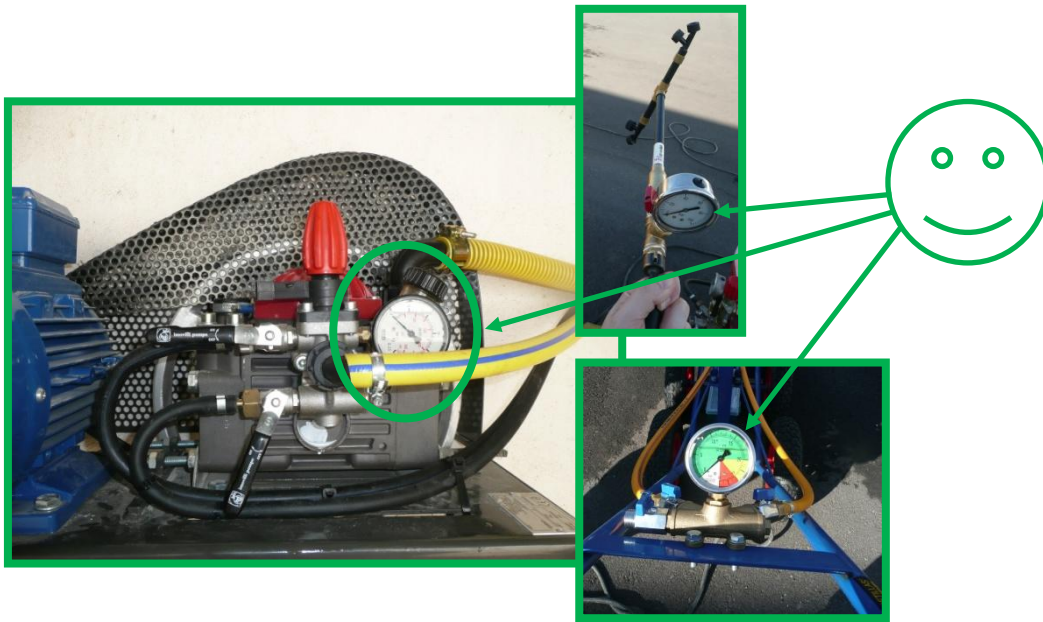
El inspector accionará uno a uno los mandos del circuito hidráulico y neumático (en el caso de instalaciones de pulverización neumática) que intervengan en el accionamiento y regulación del circuito, para comprobar que todos cumplen su función y que no existen fugas en la operación. Se debe accionar la válvula general del distribuidor, así como el regulador de presión para comprobar que se puede modificar la presión del equipo.

### Resultados de la verificación

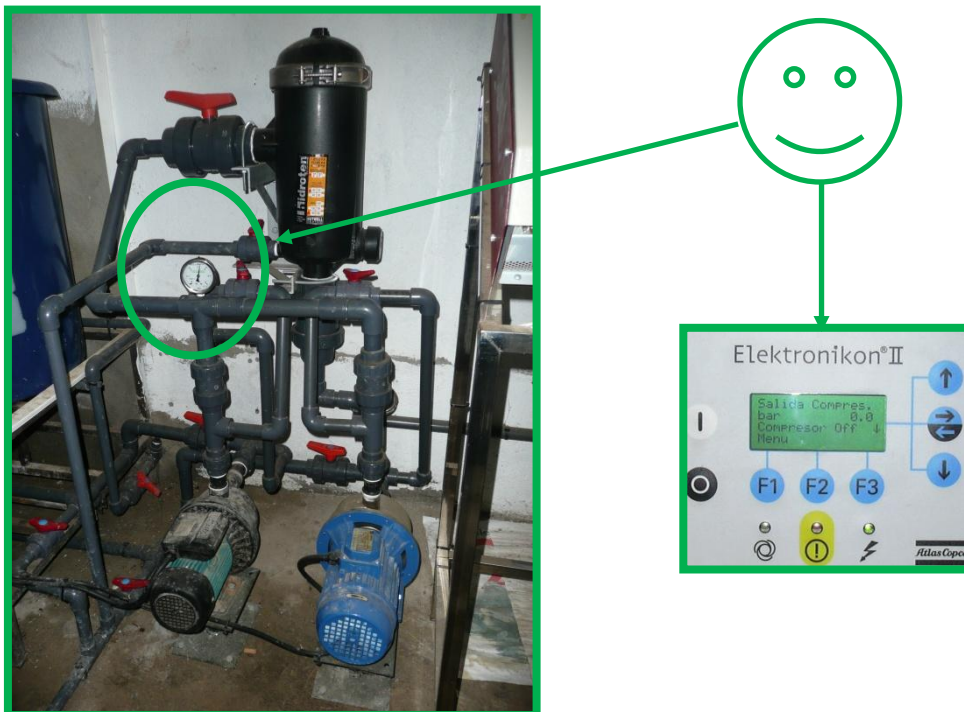
ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Los mandos responden correctamente a las órdenes ejecutadas y no existen fugas.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
No es posible controlar correctamente la distribución del líquido a través del circuito hidráulico y/o neumático o existen fugas en alguno de los controles y mandos antes, durante o después de ser accionados.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



## Situación de los controles y mandos de la instalación



Mandos accesibles y control por manómetros en la unidad de impulsión y en la de aplicación.



Mandos y controles accesibles del sistema de incorporación de agua al equipo de aplicación.

## *Situación de los controles y mandos de la instalación*

*Deben ser accesibles por el operador y permitir una lectura correcta de cualquier información que proporcionen.*

*El pulverizador debe tener un manómetro en la unidad de impulsión con escala adecuada para el rango de presiones de trabajo y la presión de trabajo debe ser legible desde la posición del operador. Debe haber también un manómetro en la unidad de aplicación.*

*En instalaciones de pulverización neumática debe haber manómetros que indiquen la presión de la unidad de aire y de las tuberías.*

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.5.2./4.5.3.

### **Actuación del inspector**

El inspector comprobará que los mandos de la instalación, tanto los existentes en la unidad de impulsión, como los situados en el interior del invernadero, están en posición cómoda para la manipulación, sin que existan obstáculos para acceder a ellos. Los mandos se deben poder accionar sin necesidad de ninguna herramienta auxiliar y sin necesidad de realizar grandes esfuerzos. Los manómetros deben estar situados y orientados de forma que sea fácil realizar una lectura correcta de la presión, tanto desde la posición de trabajo como desde la posición de regulación de la presión.

### **Resultados de la verificación**

<b>ESTADO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>EFECTO</b>
Es posible actuar sobre los controles de la instalación y leer sus instrumentos sin riesgo para el operario.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Es posible actuar sobre los controles de la instalación sin riesgo para el operario. Sin embargo, resulta difícil la lectura de los instrumentos de control desde el puesto del operador.	Defecto leve	Recomendación de adecuación y correcto funcionamiento.
No es posible actuar sobre los controles del pulverizador y tampoco leer sus instrumentos sin riesgo para el operario.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Escala del manómetro



Escala correcta para una instalación fija de pulverización neumática que trabaja en un rango de 0.5 a 6 bar.



Manómetro con escala ilegible por excesiva humedad en la esfera.



Rango de presiones excesivo para una instalación fija de pulverización hidráulica que trabaja entre 5 y 20 bar.

## Escala del manómetro

La escala de los manómetros utilizados en el equipo debe ser legible fácilmente y debe estar adecuada para el rango de presiones de trabajo empleado.

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.5.3.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que las divisiones de la esfera del manómetro se distinguen fácilmente. Además se comprobará que la escala de presiones que marca el manómetro se aprecia con facilidad a una distancia normal de manejo del equipo. Se consideran normales las presiones de trabajo comprendidas entre 5 bar y 20 bar para equipos de pulverización hidráulica (barras, carros y pistolas/lanzas) y entre 0.5 bar y 6 bar para instalaciones de pulverización neumática. En este caso, las presiones en el circuito neumático son de 2 bar. 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.

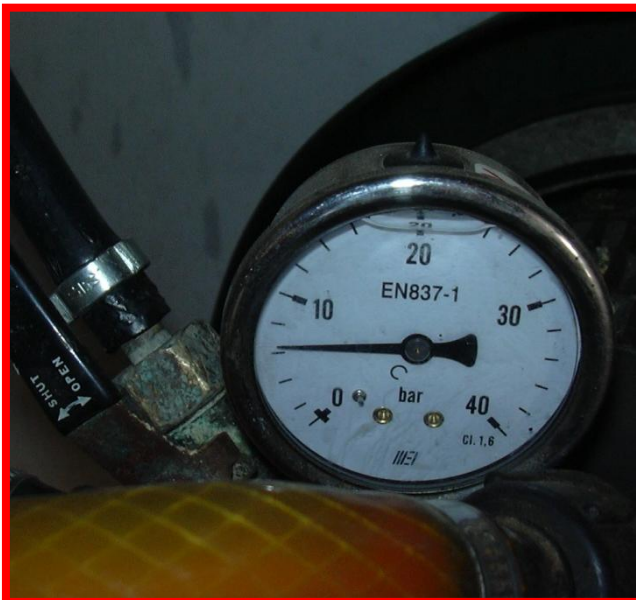
### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Es posible apreciar perfectamente la escala de presiones que señala el manómetro a la distancia de manejo de los mandos de control del equipo o instalación, y en la zona de aplicación.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
No es posible realizar una lectura correcta debido a que el rango de presiones es muy amplio y no se puede precisar en la determinación de la presión o porque las marcas están borradas o deterioradas.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Resolución de la escala



Resolución de la escala del manómetro adecuada para instalaciones de pulverización neumática que trabajan entre 0.6 y 6 bares.



Resolución de la escala del manómetro de una instalación fija de pulverización con pistola que trabaja entre 5 y 25 bar.

## Resolución de la escala

La escala debe tener marcas:

- cada 0,2 bar, para presiones de trabajo inferiores a 5 bar.
- cada 1,0 bar, para presiones de trabajo comprendidas entre 5 (incluida) y 20 bar.
- cada 2,0 bar, para presiones de trabajo superiores a 20 bar.

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.5.4.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que las divisiones de las marcas señaladas en el manómetro cumplen con el requisito establecidos, en función de las presiones de trabajo de la instalación.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
La resolución de la escala se adapta como mínimo a los requisitos señalados.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
La resolución de la escala no es suficiente y no se ajusta a los requisitos mínimos especificados en la norma.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Carcasa del manómetro



Manómetro instalado en un carro de tratamientos con diámetro superior a 63 milímetros.



Manómetro con diámetro de 36 milímetros.

## Carcasa del manómetro

Para manómetros analógicos, el diámetro mínimo de la carcasa debe ser 63 mm. Si la unidad de aplicación es una pistola/lanza, el diámetro mínimo del manómetro instalado en ella debe ser de 40 mm.

**Método de verificación:** medida.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.5.5.

### Actuación del inspector

El inspector medirá el diámetro exterior de la carcasa de los manómetros del equipo o instalación (unidad de impulsión y de aplicación) para comprobar que esta medida es correcta. En el caso de que el manómetro sea digital, no es necesario realizar la medida; sólo se comprobará que desde la posición de trabajo es posible realizar una lectura correcta de la presión.

### Resultado de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
El diámetro de la carcasa de los manómetros de la unidad de impulsión y de los elementos fijos de la instalación es igual o mayor a 63 milímetros. En pistolas/lanzas, el diámetro de la carcasa del manómetro es igual o mayor a 40 mm.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
El diámetro de la carcasa de los manómetros de la unidad de impulsión y de los elementos fijos de la instalación es inferior a 63 milímetros. En pistolas/lanzas, el diámetro de la carcasa del manómetro es inferior a 40 mm.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



## Precisión del manómetro



Bancos de ensayo de manómetros con manómetro patrón digital (error máximo del 5% del valor señalado).



Banco de ensayo de manómetros portátil con manómetro patrón analógico. Cumple los requisitos de la Norma EN 837-1 para intervalos de presiones  $6 < \Delta p \leq 16$  con resolución de la escala de 0.2 bar y precisión mínima de 0.25 bar.

## Precisión del manómetro

La precisión del manómetro debe ser de:

- $\pm 0,2$  bar, para presiones de trabajo comprendidas entre 1 bar y 8 bar (incluido).
- $\pm 0,5$  bar, para presiones de trabajo comprendidas entre 8 bar y 20 bar (incluido).
- $\pm 1$  bar, para presiones de trabajo superiores a 20 bar.

El fiel del manómetro debe permanecer estable para permitir la lectura, una a una, de las presiones de trabajo.

**Método de verificación:** medida, por similitud a norma UNE-EN 13790-1/2, apartado 5.2.2 (Verificación de los manómetros de los pulverizadores).

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.5.6.

### Actuación del inspector

El inspector contrastará el manómetro en un banco de ensayo, o si es posible, sobre el propio equipo, para comparar cinco lecturas ascendentes y otras cinco descendentes, distribuidas equitativamente dentro de las presiones de trabajo del equipo. Se comprobará que el fiel del manómetro permanece estable en cada lectura.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Todos los valores están dentro del límite de precisión establecido y la aguja del manómetro permanece estable	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Algún valor tiene desviación superior a la señalada o no es posible realizar el ensayo, debido a la inestabilidad del manómetro.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Precisión de otros dispositivos de medida



Caudalímetro mecánico instalado en una instalación fija de pulverización neumática.

## *Precisión de otros dispositivos de medida*

Si el equipo o instalación dispone de otros dispositivos de medida, como caudalímetros o sensores electrónicos de presión, deben medir con un error máximo del 5% de los valores reales.

**Método de verificación:** medida, por similitud a la norma UNE-EN 13790-1, apartado 5.2.3 (Caudalímetros para el control del volumen por hectárea).

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.5.7.

### **Actuación del inspector**

Si el inspector dispone del instrumental necesario para comprobar la precisión de caudalímetros u otros dispositivos de medida, se procederá a su verificación, teniendo en cuenta que el error máximo permitido no deberá superar en ningún caso del 5% del valor real. El inspector podrá solicitar la hoja de características técnicas del sensor, para comprobar su resolución, así como la precisión de su lectura.

### **Resultados de la verificación**

<b>ESTADO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>EFFECTO</b>
El dispositivo inspeccionado tiene errores de medida inferiores al 5 %.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
El dispositivo inspeccionado tiene errores de medida superiores al 5% o la precisión del mismo, en función de su hoja de características técnicas, es inferior a la exigida.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



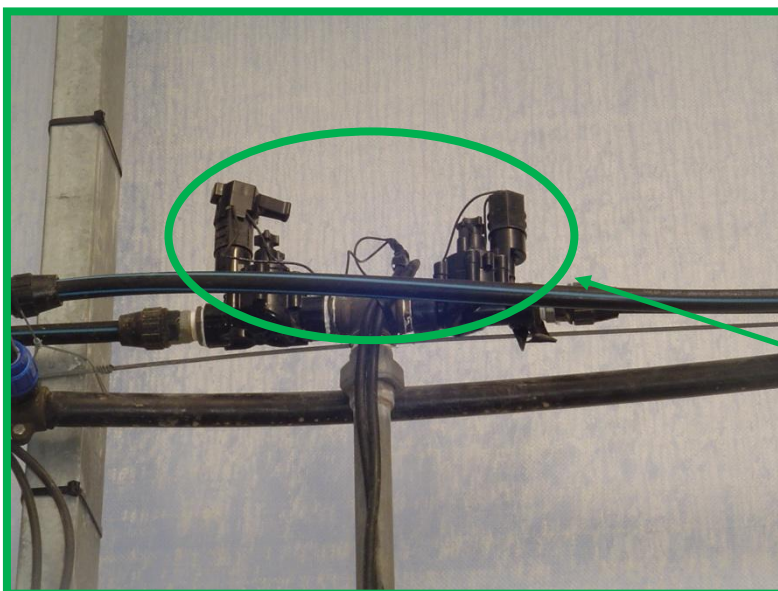
*Instalación de tuberías y conducciones*

---

## Fugas



Tubería secundaria con conexión y válvula de paso para pistola. No se observan fugas.



Electroválvulas de control y distribución sin fugas de un sistema fijo de pulverización neumática.

## Fugas

*No se deben producir fugas ni en las tuberías rígidas ni en las flexibles cuando éstas se ensayan a la máxima presión que se puede conseguir en el sistema.*

**Método de verificación:** inspección y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.6.1.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará, recorriendo todo el circuito, que a la presión máxima a la que trabaje el equipo no se producen fugas en ningún punto de la red de tuberías hidráulicas ni en los elementos de conexión (racores). Se comprobará también, que la presión a la cual está sometida la tubería durante el trabajo es inferior a la máxima recomendada por el fabricante. En el caso de tuberías del sistema neumático, se podrá comprobar su estanqueidad mediante la prueba del equilibrio de presiones, ya que si existe una caída brusca posiblemente se deba a una fuga.

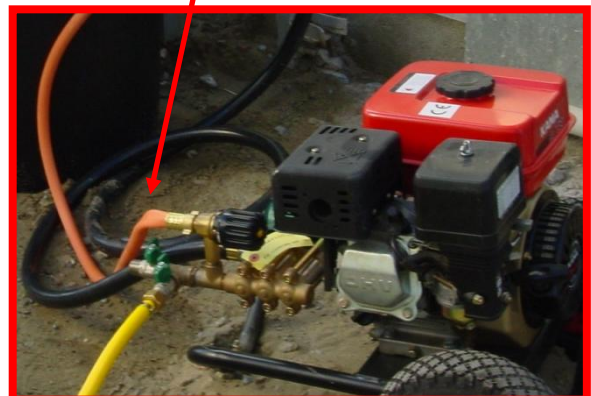
### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
No se detecta ninguna fuga en las tuberías ni en los elementos de conexión, a la presión de ensayo.	Sin defecto	Requisito satisfecho
Las tuberías o sus elementos de conexión presentan desgastes o grietas pero sin que se produzcan fugas.	Defecto leve	Recomendación de cambiar las conducciones.
Existe alguna fuga en el circuito.	Defecto grave	Inspección desfavorable

## Colocación



Tubería con una curvatura que podría impedir el paso correcto del caudal.



Tubería de impulsión de un sistema fijo de pulverización (izquierda) que puede deteriorarse por abrasión al contacto con el motor. Tubería de equipo móvil doblada lo que impide el paso correcto de líquido (derecha).



## Colocación

*El radio de curvatura de las tuberías debe estar dentro de los límites recomendados por el fabricante. Las tuberías flexibles no deben tener ninguna deformación que pueda impedir el paso del líquido y se deben colocar de tal forma que no haya codos salientes que produzcan abrasión.*

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.6.2.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que las tuberías flexibles de la instalación se encuentran sin curvaturas ni aplastamientos pronunciados que puedan dificultar la libre circulación del fluido. Además no deben existir abrasiones en las tuberías que sean indicio de futuras fugas, generalmente, producidas por el arrastre prolongado de las tuberías de las pistolas o por contacto con otros elementos móviles. Si se tuviese información al respecto, el inspector, podrá pedir al dueño de la instalación, la hoja de características técnicas de las tuberías, redactada por el fabricante.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
No existen curvaturas pronunciadas ni se detecta abrasión en ningún punto de la red de tuberías.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Se detectan curvaturas que podrían generar dificultad en el caudal aplicado o signos de inicio de abrasión	Defecto leve	Asesoramiento al responsable de la explotación para un correcto posicionamiento. Recomendación de sustituir la tubería o proteger las partes expuestas
Existen curvaturas pronunciadas y/o problemas de abrasión en algún punto del circuito.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Rotulación de la presión máxima admisible



Presión máxima admisible correcta en un equipo que trabaja a presiones muy inferiores a los 100 bar.



Tubería general sin marcas de presión máxima de trabajo

## Rotulación de la presión máxima admisible

La máxima presión de trabajo de las tuberías y la máxima presión de trabajo de los elementos de conexión de las mismas deben ser al menos iguales a la máxima presión a la que se pueda encontrar sometido el circuito. Las tuberías deben llevar rotulada de forma indeleble la presión máxima admisible.

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a UNE-EN-ISO 4254-6.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará las presiones máximas de trabajo, permitidas, 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	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
La rotulación existe y se aprecia correctamente, comprobándose que la presión máxima admisible es al menos igual a la presión de trabajo del equipo. La rotulación se ha borrado por el uso, pero se comprueba, en la hoja de características de la tubería, que cumple con los requisitos	Sin defecto	Requisito satisfecho.
La rotulación no se aprecia correctamente o está borrada y no existe hoja de características. La presión máxima de la tubería es inferior a la presión de trabajo del equipo.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



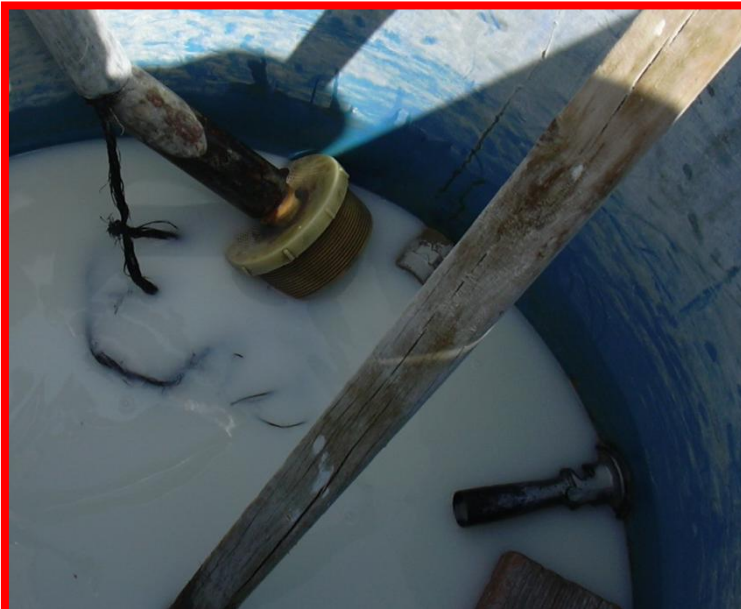
---

## *Filtros*

## Posición y estado



Filtro en la impulsión de un sistema fijo de pulverización neumática en correcto estado de limpieza y sin deterioro.



Filtro de aspiración en mal estado, sucio y con mal ajuste a la tubería de aspiración.

## Posición y estado

*Presencia de filtro entre el depósito y la bomba (filtro de aspiración), caso de bombas volumétricas, y entre la bomba y las boquillas (filtro de impulsión). Los filtros de las boquillas no se consideran como filtros a presión (impulsión).*

*Debe(n) estar en buen estado y con tamaño de la malla adecuado para las boquillas instaladas, siguiendo las instrucciones del fabricante.*

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.7.1.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará la existencia del filtro de impulsión (después de la bomba) y el filtro de aspiración en el caso de bombas volumétricas (de pistón, pistón-membrana o membrana). Se abrirá la cápsula de envoltura y se inspeccionará su estado general. Se comprobará que están limpios, sin roturas y que el tamaño de malla corresponde con el recomendado por el fabricante para las boquillas instaladas.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Existen los filtros señalados y su estado es correcto, así como la correspondencia con los filtros de la/s boquilla/s.	Sin defecto	Requisito satisfecho. Inspección favorable.
Existen los filtros señalados y su estado es correcto, pero los de la/s boquilla/s no se corresponden con los recomendados por el fabricante. O están sucios.	Defecto leve	Se recomienda instalar los filtros que recomienda el fabricante para la mayor protección del circuito hidráulico. O limpiarlos lo antes posible.
No existen los filtros señalados o alguno de ellos o bien su estado está deteriorado.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Aislamiento*



Válvulas que permiten cerrar el caudal para desenroscar la cubierta (vaso) y limpiar el filtro de impulsión de un sistema fijo de pulverización neumática.

## Aislamiento

*Presencia de dispositivo que permita la limpieza de los filtros sin que se vacíe el contenido del depósito principal.*

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1, apartado 4.7.2.

### Actuación del inspector

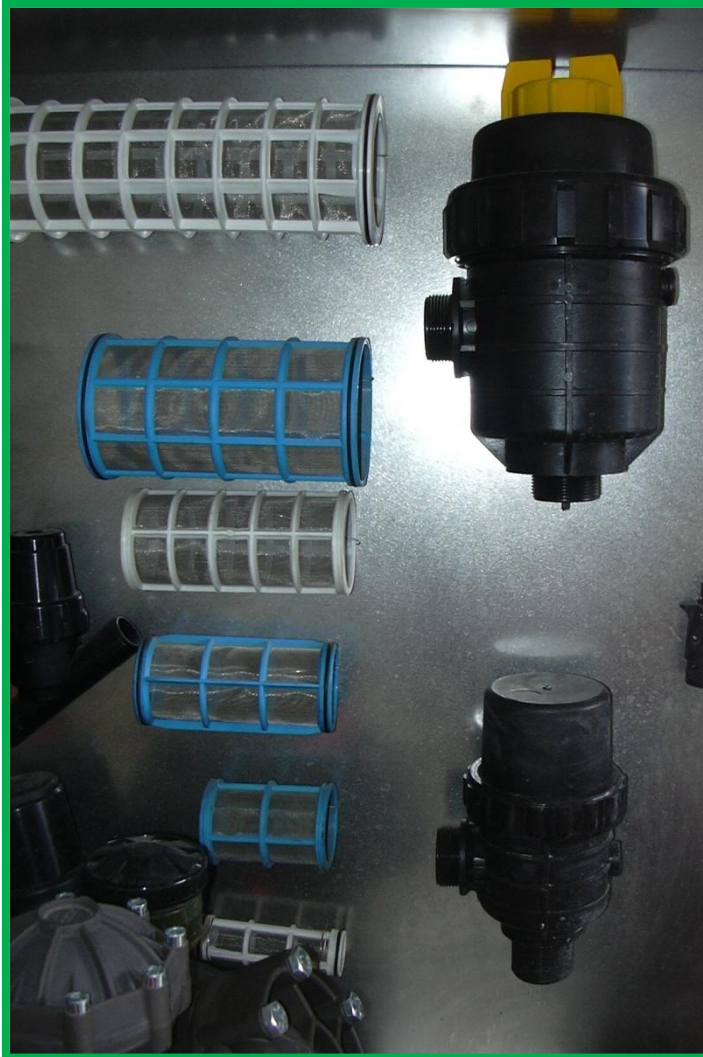
El inspector comprobará si existe un dispositivo que permite aislar los filtros de manera que se pueda recurrir a su accionamiento para una limpieza de los mismos sin que se vacíe el caldo del depósito. Se permitirá que se derrame el caldo que pueda quedar en la cubierta del filtro y en las tuberías de aspiración. Se admite como tal dispositivo una llave de paso que interrumpe el caudal, además de los mecanismos con muelle que se acciona al desenroscar la tapa del capuchón.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Al desenroscar la cubierta del filtro solamente escapa el líquido contenido en el capuchón.	Sin defecto	Requisito satisfecho. Inspección favorable.
Al desenroscar la cubierta del filtro escapa mucha cantidad de líquido porque el mecanismo no realiza bien su función.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



## *Mallas*



Distintos tipos de filtros intercambiables.

## *Mallas*

*Los cartuchos de malla del filtro deben ser intercambiables.*

**Método de verificación:** inspección visual.

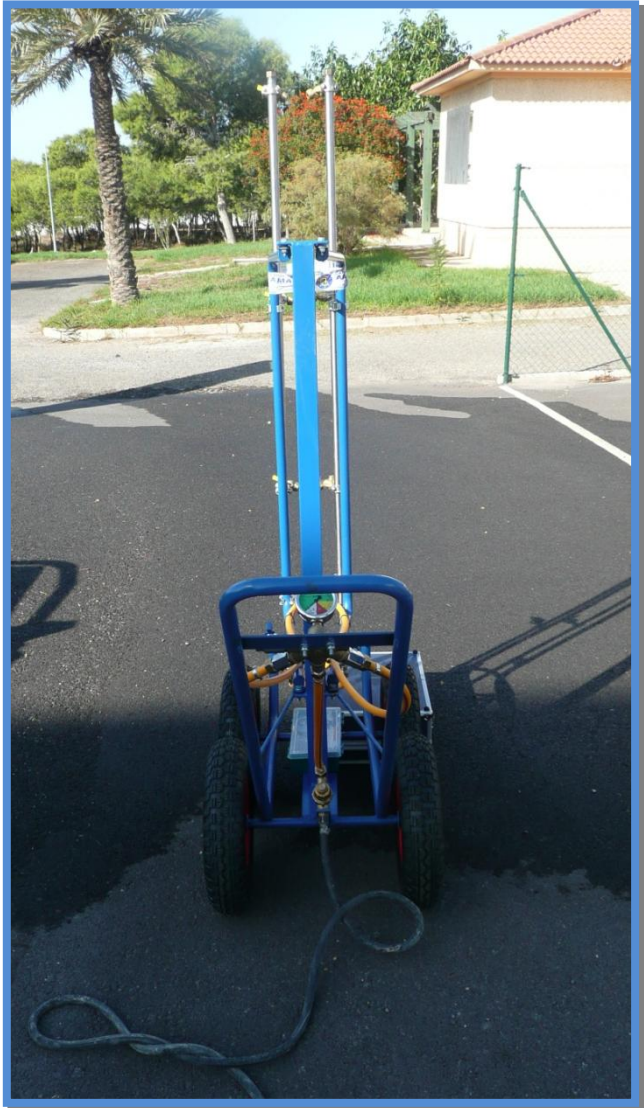
**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1, apartado 4.7.3.

### **Actuación del inspector**

El inspector comprobará, abriendo la cubierta de los filtros, que estos se pueden cambiar por otros en caso de necesidad de sustitución.

### **Resultados de la verificación**

<b>ESTADO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>EFFECTO</b>
Las mallas de los filtros son intercambiables.	Sin defecto	Requisito satisfecho. Inspección favorable.
No se pueden extraer las mallas de los filtros.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



*Barras de pulverización*

---

## *Estabilidad y simetría de las barras*



Carro de tratamientos con barras verticales a igual altura y sin holguras, estables en todas direcciones para una distribución uniforme en las pasadas.

## *Estabilidad y simetría de las barras*

*La barra debe permanecer estable en todas las direcciones. No debe haber juntas con holguras. Las secciones derecha e izquierda de la barra deben tener la misma longitud.*

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1, apartado 4.8.1.

### **Actuación del inspector**

El inspector comprobará que al manipular las barras permanecen fijas, sin holguras y solidarias al chasis de la unidad de aplicación (barra horizontal o barra vertical en carro de tratamientos). Se medirá la longitud de las secciones para comprobar que tienen la misma longitud.

### **Resultados de la verificación**

<b>ESTADO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>EFEECTO</b>
Las barras son estables, no presentan holguras y tienen la misma longitud.	Sin defecto	Requisito satisfecho. Inspección favorable.
Las barras no son estables, presentan holguras o no tienen la misma longitud.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Separación de boquillas en la barra*



Carro de tratamientos con boquillas situadas a la misma distancia.

## Separación de boquillas en la barra

La separación entre boquillas y su orientación debe ser uniforme a lo largo de toda la barra.

**Método de verificación:** inspección visual y medida.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1, apartado 4.8.4.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará (medida) que las boquillas se encuentran a la misma distancia y orientadas uniformemente para aplicar de forma homogénea.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Las boquillas están separadas a la misma distancia y su orientación es uniforme.	Sin defecto	Requisito satisfecho. Inspección favorable.
Las boquillas no están separadas a la misma distancia o su orientación no es uniforme.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Interferencias en la pulverización



Carro de tratamientos donde las tuberías de impulsión están mal colocadas y pueden interferir en la uniformidad del chorro de pulverización.



Instalación fija de pulverización neumática. Tuberías portaboquillas bien situadas donde la pulverización se produce sin choque con ningún elemento que se anteponga.



## *Interferencias en la pulverización*

*No debe pulverizarse líquido sobre la propia unidad de aplicación.*

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1, apartado 4.8.6.

### **Actuación del inspector**

Con el pulverizador en funcionamiento, el inspector comprobará que las tuberías y los elementos del equipo no interfieren en los chorros de las boquillas.

### **Resultados de la verificación**

<b>ESTADO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>EFEECTO</b>
No hay interferencias en la pulverización.	Sin defecto	Requisito satisfecho. Inspección favorable.
Las tuberías o algún elemento están mal situados y se anteponen al chorro de pulverización rompiendo la uniformidad del mismo.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Altura en barras horizontales*



Pulverización adecuada y suficiente a las condiciones de ensayo.

## Altura en barras horizontales

La altura debe ser igual en toda la longitud de la barra (horizontalidad). Además, los dispositivos de regulación de la altura deben trabajar de manera correcta.

**Método de verificación:** inspección visual y medida.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1, apartado 4.8.5. y 4.8.9.

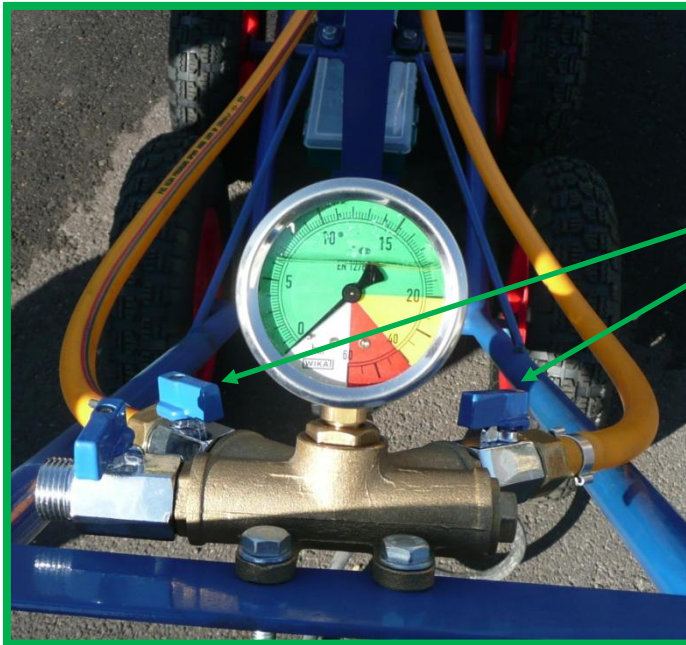
### Actuación del inspector

Medida con el equipo en posición estática. La distancia comprendida entre los bordes inferiores de las boquillas y la superficie de la zona de tratamiento no debe variar más de 10 cm o un 1% de la mitad de la anchura de trabajo. Se comprobará que los dispositivos de control de la altura funcionan correctamente, permitiendo la regulación a las diferentes alturas necesarias para adaptar la aplicación sobre el cultivo.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Las distancia entre los bordes inferiores de las boquillas y la superficie de la zona de tratamiento no varía más de 10 cm o un 1% de la mitad de la anchura de trabajo. Además, los dispositivos de regulación de la altura trabajan correctamente.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Las distancia entre los bordes inferiores de las boquillas y la superficie de la zona de tratamiento varía más de 10 cm o un 1% de la mitad de la anchura de trabajo. O los dispositivos de regulación de la altura no trabajan correctamente.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Secciones



Válvulas para abrir o cerrar las secciones izquierda o derecha.

## Secciones

*Debe ser posible abrir y cerrar secciones individuales en la unidad de aplicación.*

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartado 4.8.8./4.5.4.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que se pueden abrir y cerrar las distintas secciones de la unidad de aplicación (barra horizontal, carro de tratamientos, etc.) y que el equipo pulveriza correctamente.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Funciona correctamente el mecanismo de apertura y cierre.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
No funciona o no tiene mecanismo de apertura y cierre.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



*Boquillas*

---

## *Adecuación al tratamiento*

### *Uniformidad en el conjunto de boquillas*



Boquillas simétricas en las secciones de una barra vertical para conseguir una distribución uniforme en ambas caras de de la pared de vegetación del invernadero.

## Adecuación al tratamiento

*Elección adecuada de las boquillas más eficientes dependiendo del tratamiento.*

## Uniformidad en el conjunto de boquillas

*Presencia de boquillas idénticas (tipo, tamaño, material, origen y otros componentes, como filtro y dispositivos antigoteo) en toda la barra horizontal o de forma simétrica a ambos lados de las barras verticales (como en carros de tratamientos). Se exceptúan aplicaciones especiales, como por ejemplo, pulverización en un solo lado.*

*Las boquillas deben poder identificarse por su tipo con una nomenclatura y color normalizado.*

**Método de verificación:** inspección visual.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartados 4.9.1./4.8.2.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que en la unidad de aplicación las boquillas son iguales en su conjunto o simétricamente (por lo tanto, están en igual número en ambas secciones), buscando la misma distribución.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Las boquillas son iguales o simétricas en cuanto a tipo y número, según la unidad de aplicación y el tratamiento.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Las boquillas son distintas o no simétricas, por lo que la pulverización no es uniforme.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



## *Cierre individual de las boquillas*



Mecanismo de válvula de cierre por giro que consigue que la boquilla instalada tenga la posibilidad de interrumpir su flujo girando 90° la posición de aplicación.

## Cierre individual de las boquillas

En el caso de unidades de aplicación con barras verticales debe ser posible cerrar cada boquilla por separado. En el caso de boquillas múltiples este requisito se aplica a cada boquilla múltiple.

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-2, apartado 4.8.4.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que es posible abrir o cerrar individualmente cada boquilla, sin que se produzcan fugas o goteo, para así poder ajustar la pulverización a la altura necesaria de la vegetación.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Las boquillas tienen la posibilidad de cerrar el flujo de caldo, individualmente, por algún mecanismo de giro o interrupción adecuado, sin que se produzca goteo.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Las boquillas no pueden interrumpir individualmente el flujo de caldo sin que se produzca goteo..	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Cierre antigoteo*



Pistola de un sistema fijo de pulverización donde se observa que no hay goteo transcurridos 5 segundos.

## Cierre antigoteo

Una vez se haya detenido la aplicación no se debe producir goteo en la/s boquilla/s. No se debe producir goteo alguno 5 s después de la desaparición del chorro.

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartados 4.9.2./4.8.3

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que la/s boquilla/s deja/n de gotear cuando se para la pulverización transcurridos 5 segundos desde la interrupción.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
La/s boquilla/s deja/n de gotear transcurridos los 5 segundos.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Una boquilla sigue goteando transcurridos 5 segundos.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Regulación de la posición de las boquillas*



Carro de tratamiento (barras verticales) con mecanismo de regulación de la orientación de las boquillas.

## Regulación de la posición de las boquillas

*En el caso de barras verticales, debe ser posible regular la posición de las boquillas de manera simétrica y reproducible.*

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

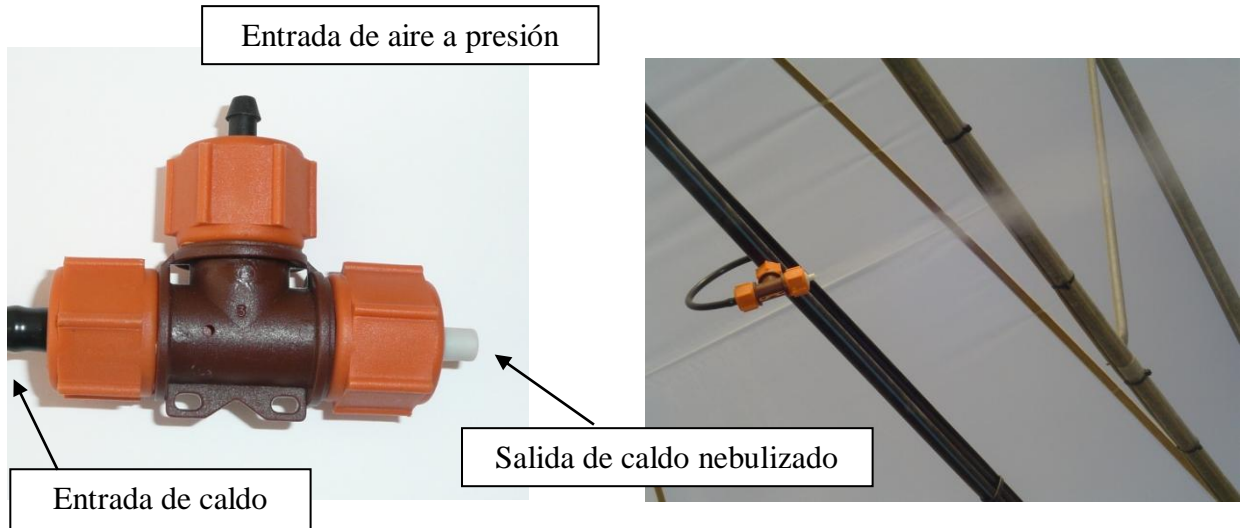
**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-2, apartado 4.8.5.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará que la posición de las boquillas puede regularse u orientarse hacia el mejor sentido de la vegetación, con el objetivo de hacer el mejor cubrimiento posible.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Las boquillas tienen el mecanismo apropiado que les permite ser orientadas en el sentido óptimo que cubre la mayor superficie de vegetación.	Sin defecto	Requisito satisfecho. Inspección favorable.
Las boquillas no tienen el mecanismo de regulación u orientación hacia la vegetación.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



## Boquillas en instalaciones de pulverización neumática

### *Uniformidad en el conjunto de boquillas*

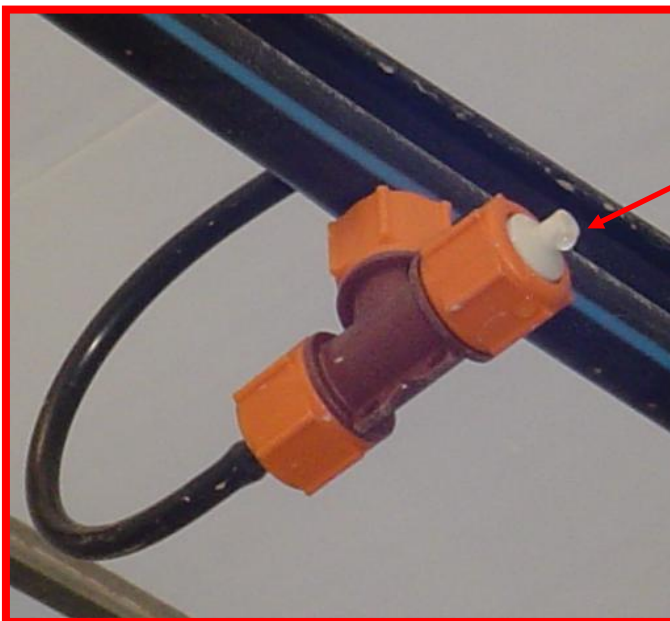


Boquillas idénticas en la tubería portaboquillas que aseguran una distribución homogénea, para una superficie de diseño de la instalación, y una determinada orientación de la niebla.

## Cierre antigoteo



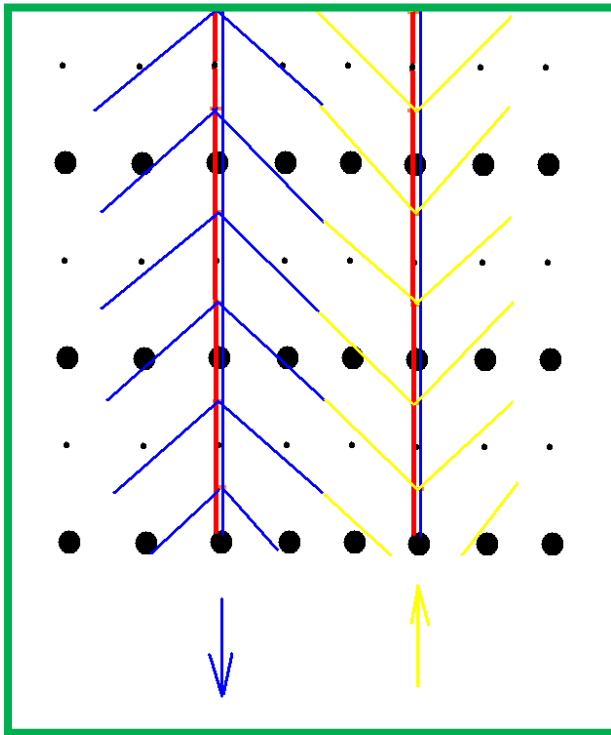
Boquilla donde se observa que no hay goteo transcurridos 5 segundos.



Boquilla donde se observa que transcurridos 5 segundos sigue goteando.



## Regulación de la posición de las boquillas



Orientación y separación de boquillas conforme a las recomendaciones del fabricante. Generalmente, en forma de serpentin que solapa toda la superficie, es decir, las boquillas dispuestas de forma alterna (hilo sí e hilo no). De esta forma se consigue un mejor solape (al pulverizar una boquilla en forma triangular).



Boquillas orientadas en forma de serpentin.



## *Distribución*

---

### *Distribución transversal*

---

*Puede determinarse directamente utilizando un banco de ensayo de distribución transversal o mediante la medida del caudal y del equilibrio de presiones.*

### *Distribución vertical*

---

*Se determina mediante la comprobación de la uniformidad del chorro pulverizado y la medida del caudal de las boquillas, la diferencia de caudal entre secciones y el equilibrio de presiones. Opcionalmente se pueden realiza la medida con un banco de distribución vertical.*

## Caudal de las boquillas



Caudal comprobado con un banco de ensayo de boquillas, donde se puede ajustar la presión a voluntad para obtener el caudal exacto con un error menor al 5%.



El caudal se puede obtener con probetas que tengan una precisión superior al 5% y un cronómetro adecuado.

## Caudal de las boquillas

La variación del caudal en boquillas de un mismo tipo no debe exceder de los valores indicados en la Tabla:

Desviación (%)	Valor de referencia
Inferior al $\pm 15$ %	Caudal nominal (indicado por el fabricante)
Inferior al $\pm 10$ %	Caudal medio de todas las boquillas del mismo tipo

Si el objetivo es obtener una pulverización simétrica (barras verticales), la diferencia entre el caudal de la izquierda y el de la derecha debe ser como máximo del 10 %.

En el caso de las pistolas/lanzas de pulverización, la variación del caudal respecto del nominal indicado por el fabricante, tanto en ángulo cerrado como en ángulo abierto, debe ser de  $\pm 10$  %.

**Método de verificación:** medida, por similitud a la norma UNE-EN 13790-1/2, apartados 5.2.5./5.2.4. (Medición del caudal).

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartados 4.9.2./4.10.2.1.

### Actuación del inspector

Con las boquillas desmontadas del equipo se realiza la medida del caudal de cada una de ellas, a una presión determinada, colocándolas en un banco de ensayo de boquillas. Alternativamente, también se puede realizar la medida sin desmontar las boquillas, utilizando probetas graduadas y calibradas o caudalímetros electrónicos calibrados.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Las desviaciones de los caudales medidos para cada boquilla o la diferencia de caudal entre las secciones izquierda y derecha son inferiores a los límites establecidos.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Las desviaciones de los caudales medidos para cada boquilla y/o la diferencia de caudal entre las secciones izquierda y derecha son superiores a los límites establecidos.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Caudal de las boquillas (Instalaciones de pulverización neumática)*



Caudal medido con un banco de ensayo de probetas,.

### Caudal de las boquillas (instalaciones de pulverización neumática)

Para el cálculo de la uniformidad del caudal de las boquillas se ha establecido un método que está basado en el método de Merrien-Keller (1978) y el propuesto por la norma EP458 (para evaluación de riegos) de ASAE. El objetivo que se plantea es determinar una uniformidad ( $U_q$ ) en función del Coeficiente de Variación calculado para los caudales de las boquillas ensayadas ( $CV_q$ ).

$$CV_q = \frac{\sigma_q}{\bar{q}} \qquad U_q = 100 \cdot (1 - CV_q)$$

Siendo:

$\sigma_q \rightarrow$  desviación típica de los caudales de las boquillas ensayadas.

$\bar{q} \rightarrow$  media aritmética de los caudales de las boquillas ensayadas.

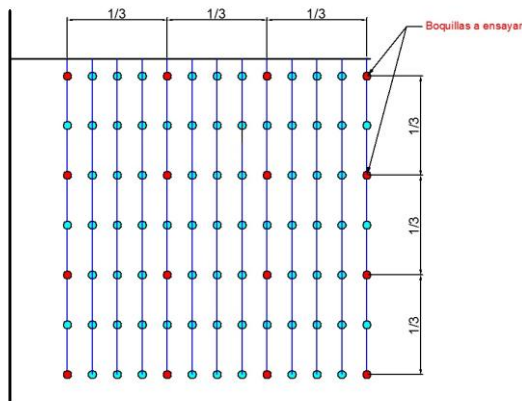
El valor mínimo que se acepta para  $U_q$  es de 75, por debajo de lo cual no se consideraría la uniformidad aceptable.

**Método de verificación:** medida.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la norma ASAE EP458.

#### Actuación del inspector

El inspector hará una selección de 16 boquillas, distribuidas en la unidad de aplicación/medida (una misma tubería secundaria de la que salen los ramales portaboquillas) según lo indicado en la figura, y determinará el caudal de cada una de ellas. Posteriormente, calculará la media y desviación típica, el Coeficiente de Variación y la Uniformidad.



Distribución de los puntos de muestreo para determinación de los caudales

#### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
Las boquillas cumplen el cálculo de uniformidad (mayor de 75 %).	Sin defecto	Requisito satisfecho. Inspección favorable.
Las boquillas no cumplen el cálculo de uniformidad (menor de 75 %).	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## Caída de presión



Pistola de un sistema fijo de pulverización hidráulica con el adaptador para comprobar la caída de presión en el extremo de la tubería.



En el caso de que la pistola/lanza lleve un manómetro esta prueba no es necesaria puesto que la pérdida sería inapreciable en la corta longitud de la tubería hasta la salida por la boquilla. Pero si sería necesario que el manómetro hubiera pasado correctamente la medida de precisión en banco de ensayo.

## Caída de presión

La caída de presión entre el punto donde se mide la presión en el pulverizador y el extremo de cada sección de la unidad de aplicación no debe superar el 10% de la lectura del manómetro.

**Método de verificación:** medida, por similitud a la norma UNE-EN 13790-1/2, apartados 5.2.6./5.2.5. (Medición de la caída de presión).

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartados 4.9.3./4.10.2.2.

### Actuación del inspector

El inspector colocará un manómetro calibrado en el lugar del manómetro del equipo o, si este no puede quitarse, una conexión para la medida de presión a distancia. También colocará un manómetro calibrado en el lugar de una boquilla en el extremo de cada sección de la unidad de aplicación, garantizando que se puede realizar la pulverización, para mantener las condiciones de trabajo. En el manómetro del equipo se deben establecer como mínimo dos presiones de referencia, en función del tipo de unidad de aplicación. Los valores indicados se compararán con los obtenidos en el manómetro colocado en el extremo de la sección.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
La caída de presión entre el manómetro ubicado en el punto de medida del equipo y el manómetro del extremo de la sección es inferior al 10%.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
La caída de presión entre el manómetro ubicado en el punto de medida del equipo y el manómetro del extremo de la sección es superior al 10%.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



## Caída de presión (Instalaciones de pulverización neumática)



Extremo  
del circuito  
hidráulico.

Extremo  
del circuito  
neumático.



Medida de la caída de presión en el circuito hidráulico y neumático.

## Caída de presión (Instalaciones de pulverización neumática)

*Caída de presión en tuberías hidráulicas. La caída de presión entre el punto de medida de la tubería de caldo y el extremo final de una calle (ramal de tubería) debe ser inferior al 10 %. Se determina de la misma forma que en el punto anterior.*

*Caída de presiones en tuberías neumáticas. La caída de presión entre el punto de medida de la tubería de caldo y el extremo final de una calle (ramal de tubería) debe ser inferior al 5 %. Como valor mínimo se acepta 2 bar en el extremo, ya que, normalmente, los sistemas se diseñan para trabajar a esa presión y romper la gota y si la presión es inferior el sistema no nebuliza.*

**Método de verificación:** medidas.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-1/2, apartados 4.9.3./4.10.2.2.

### Actuación del inspector

El inspector instalará dos manómetros a la entrada de las secciones (hidráulica y neumática) y otros dos en los extremos de la tubería (hidráulica y neumática). Todos los manómetros deben estar previamente calibrados.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
La caída de presión en la tubería neumática es inferior al 5%. Además, el valor mínimo en el extremo es de 2 bar.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
La caída de presión en la tubería neumática es superior al 5%. O el valor mínimo en el extremo es inferior a 2 bar.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

## *Uniformidad del chorro*



Chorro uniforme y sin alteraciones visibles.

## *Uniformidad del chorro pulverizado*

*El chorro formado por cada boquilla debe ser uniforme y sin alteraciones visibles.*

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-2, apartado 4.9.1.

### **Actuación del inspector**

El inspector comprobará si los chorros formados por cada boquilla son uniformes. En caso de instalaciones de pulverización hidroneumática, deberá hacerse con el ventilador desconectado. En caso de instalaciones de pulverización neumática, la unidad de aire deberá funcionar para garantizar la formación de las gotas.

### **Resultados de la verificación**

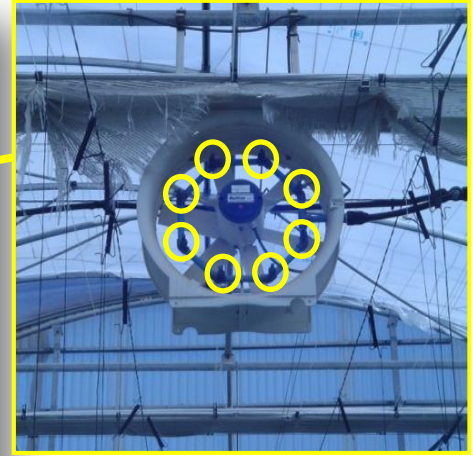
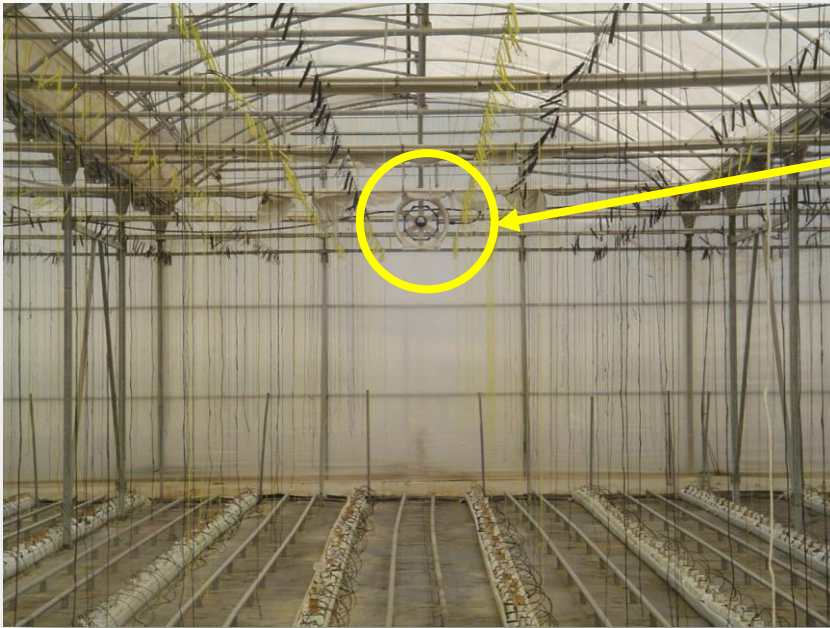
<b>ESTADO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>EFEECTO</b>
Los chorros pulverizados son correctos y uniformes.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
Algunos chorros no son uniformes.	Defecto leve	Revisar el estado de las boquillas.



*Unidad de aire*

---

## Unidad de aire



Ventilador en una instalación fija de pulverización hidroneumática. Detalle de la ubicación de las boquillas cónicas.



Instalación fija de pulverización centrífuga.

## Unidad de aire (ventilador)

En la unidad de aire se deben comprobar los siguientes aspectos:

- Ausencia de deformaciones mecánicas, desgaste, rotura, corrosión y vibraciones.
- Presencia de resguardo de protección en las zonas de aspiración e impulsión del aire.
- Giro uniforme al régimen especificado por el fabricante.
- Funcionamiento correcto del dispositivo de conexión (puesta en funcionamiento).
- Si dispone de cambio de velocidad, debe funcionar correctamente.
- Funcionamiento correcto de los deflectores.

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-2.

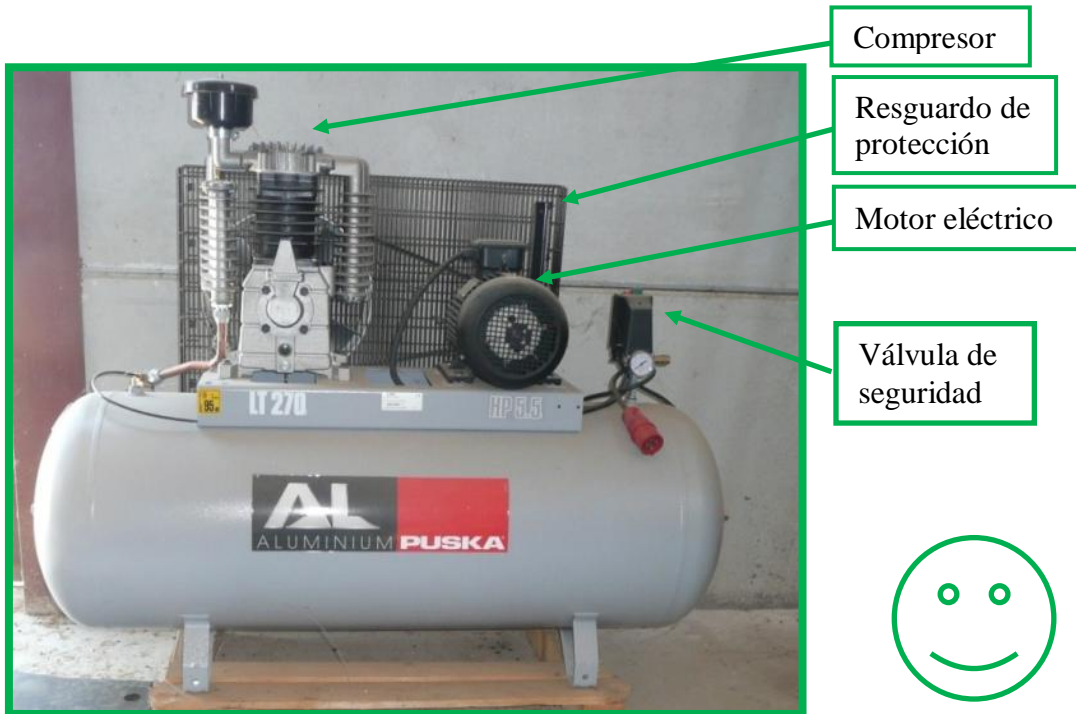
### Actuación del inspector

El inspector comprobará visualmente y con el accionamiento de la máquina que el ventilador cumple con los requisitos establecidos. Con el manual de instrucciones comprobará que el giro corresponde al especificado por el fabricante.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
La unidad de aire cumple con los requisitos especificados.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
La unidad de aire no cumple con los requisitos especificados. El defecto se considerará grave cuando se detecten deformaciones o roturas o el dispositivo de puesta en marcha no funcione correctamente.	Defecto grave	Inspección desfavorable.

*Unidad de aire  
(Instalaciones de pulverización neumática)*



Unidad de aire con resguardo de protección de los elementos de la transmisión de potencia (motor-poleas-correas-compresor) en buen estado y válvula de seguridad.



## Unidad de aire (Instalaciones de pulverización neumática)

La unidad de aire que alimenta el circuito neumático debe cumplir la normativa que le sea de aplicación, en concreto, el Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias. No obstante, se deben comprobar los siguientes aspectos:

- Todas las partes deben estar libres de deformaciones mecánicas, desgaste y rotura, corrosión y vibraciones.
- Presencia de resguardo de protección de los elementos de la transmisión de potencia.
- Presencia de válvula de seguridad.

**Método de verificación:** inspección visual y ensayo de funcionamiento.

**Correspondencia con la normativa:** por similitud a la UNE-EN 13790-2 y Real Decreto 2060/2008.

### Actuación del inspector

El inspector comprobará documentalmente que la unidad de aire ha sido instalada y es mantenida e inspeccionada según la normativa que le es de aplicación. Además, comprobará que los elementos de la transmisión están debidamente protegidos y que el funcionamiento de la unidad es correcto y la válvula de seguridad está en buen estado.

### Resultados de la verificación

ESTADO	CLASIFICACIÓN	EFEECTO
La unidad tiene la documentación que certifica que cumple con la normativa vigente. Se observa que existe el resguardo y la válvula de seguridad. No se aprecian deformaciones, roturas, corrosión o vibraciones.	Sin defecto	Requisito satisfecho.
La unidad no tiene la documentación que certifica que cumple con la normativa vigente. O no existe el resguardo de protección adecuado. O la válvula de seguridad está en mal estado. O se aprecian deformaciones, roturas, corrosión o vibraciones que pueden generar riesgo.	Defecto grave	Inspección desfavorable.



AGRICULTURA



GUÍAS PRÁCTICAS



GANADERÍA



PESCA Y ACUICULTURA



UNIVERSIDAD DE CORDOBA



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE



INSTITUTO ANDALUZ DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN AGRARIA, PESQUERA, ALIMENTARIA Y DE DESARROLLO