

NMX-O-166-SCFI-1999

SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

**ASPERSORES GIRATORIOS POR IMPACTO PARA SISTEMAS
DE RIEGO POR ASPERSIÓN – ESPECIFICACIONES Y
MÉTODOS DE PRUEBA****IMPACT ROTATING SPRINKLERS FOR PRESSURIZED
IRRIGATION SYSTEMS – SPECIFICATIONS AND TEST
METHODS****0 INTRODUCCIÓN**

El Gobierno Federal en los últimos años ha puesto en marcha diferentes programas para modernizar el campo mexicano, mediante el financiamiento parcial de sistemas de riego presurizado, con el propósito de revertir la tendencia de sobreexplotación de los acuíferos, incrementar la rentabilidad de las unidades productivas y hacer un uso racional del agua. Dentro de estos sistemas se encuentra el de riego por aspersión, que tiene una eficiencia de 30 % al 50 % superior en suelos arenosos o en riego por gravedad sin tecnificar.

El elemento más importante de un sistema de riego por aspersión es, por supuesto, el aspersor, ya que por medio de él es como se distribuye el agua de riego sobre el suelo; un mal desempeño de estos dispositivos puede tener como consecuencia una mala distribución del agua. Por esta razón es importante contar con una norma que permita referenciar las pruebas pertinentes y luego certificar los mismos con base en ella.

1 OBJETIVO

Esta norma mexicana establece los requisitos de calidad aplicables a los aspersores giratorios por impacto para sistemas de riego por aspersión, que garanticen el uso eficiente del agua en el riego agrícola.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana especifica los requisitos de operación de aspersores giratorios por impacto y sus boquillas, así como sus métodos de prueba.



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

Además, incluye información sobre los diferentes modelos de aspersores para las presiones y gastos de trabajo recomendados por los fabricantes. También se incluye información sobre las características de las boquillas de los aspersores, su funcionamiento hidráulico relacionado con el área humedecida del terreno y sus diferentes modelos de distribución del agua aplicada al suelo.

3 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente norma se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

- | | |
|---------------------|---|
| NMX-B-315-1969 | Método de prueba para la tensión de alambre de acero para resortes. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de mayo de 1969. |
| NMX-E-219-1995-SCFI | Industria del plástico – Anillos de material elastomérico – Envejecimiento en atmósfera de ozono – Agrietamiento superficial – Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de enero de 1996. |
| NMX-Z-012/2-1987 | Muestreo para la inspección por atributos - Parte 2: Métodos de muestreo, tablas y gráficas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 1987. |

4 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

4.1 Ángulo de salida del chorro

Ángulo de inclinación que forma el chorro del agua en la salida de la boquilla del aspersor con respecto a un plano horizontal de referencia, para una presión efectiva.

4.2 Aspersor



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

Aparato diseñado para distribuir el agua de riego sobre el suelo en forma de lluvia artificial.

4.3 Boquilla

Accesorio con un orificio sujeto a una carga de presión tal que produce la emisión de un chorro de agua hacia la atmósfera.

4.4 Diámetro de cobertura (Dc)

Diámetro del círculo del suelo humedecido por el aspersor durante su funcionamiento.

4.5 Diámetro equivalente de la boquilla (Db)

Diámetro teórico de salida de la boquilla obtenido sobre la base del gasto del aspersor (no se considera la forma de la salida de la boquilla).

4.6 Espaciamiento entre aspersores (Sa)

Distancia entre aspersores a lo largo de la línea lateral.

4.7 Gasto (Qa)

Volumen de agua descargado por el aspersor en la unidad de tiempo.

4.8 Intervalo de presiones efectiva de trabajo (Ha)

Intervalo de presiones del aspersor, limitado entre la presión mínima efectiva y la presión máxima efectiva recomendadas por el fabricante; la presión efectiva está dada en kg/cm^2 .

4.9 Lámina precipitada (hp)

Cantidad de agua aplicada por el aspersor sobre el suelo, medida en milímetros.

4.10 Línea lateral



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

Ramal de la tubería principal que abastece de agua a los aspersores que son instalados directamente sobre la misma o por medio de tubos elevadores.

4.11 Pluviometría horaria (Lp)

Lámina promedio precipitada en una hora sobre el área de cobertura del aspersor.

4.12 Presión nominal de la prueba (Pn)

Presión de la prueba del aspersor de acuerdo con el diámetro equivalente de la boquilla.

4.13 Radio de cobertura

Distancia máxima que alcanza el chorro de agua medido a partir del eje central del aspersor.

4.14 Temperatura ambiente

Temperatura del entorno entre los 20°C y 30°C.

4.15 Uniformidad de la distribución

Uniformidad de aplicación del agua de riego esparcida por el aspersor sobre el suelo.

5 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Para los propósitos de esta norma se establecen los siguientes símbolos y abreviaturas (ver tabla 1):

TABLA 1.- Símbolos y abreviaturas

Símbolo	Concepto	Unidad
Ha	Presión efectiva de trabajo	kPa (kg/cm ²)



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

Qa	Gasto	l/s
Dc	Diámetro de cobertura	m
Hp	Lámina precipitada	mm
Lp	Pluviometría media horaria	mm/h
CUD	Coefficiente de uniformidad de la distribución	%
N	Número de revoluciones del aspersor por hora	
Db	Diámetro equivalente de la boquilla	mm
Sa	Espaciamiento de aspersores	m

6 CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES DEL ASPERSOR

6.1 Clasificación

De acuerdo a su funcionamiento existen diferentes tipos de aspersores, dentro de los cuales destacan los aspersores fijos y aspersores giratorios por reacción y por impacto (para mayor información sobre sus componentes, consúltese el apéndice C de esta norma).

Esta norma mexicana únicamente se debe aplicar a los aspersores giratorios por impacto, los cuales se pueden clasificar de la manera siguiente:

- 1 Por su mecanismo de giro;
- 2 Por su presión;
- 3 Por su numero de boquillas, y
- 4 Por la trayectoria del chorro.

6.1.1 Clasificación de los aspersores por su mecanismo de giro

Aunque todos los aspersores giratorios tienen el mismo principio de movimiento debido al impacto del chorro de agua sobre un accesorio instalado en un mecanismo, éstos se clasifican de la manera siguiente:

- a) **Aspersores de martillo:** Son aquellos donde el mecanismo de acción del giro es un martillo sujeto a un eje sobre el cuerpo del aspersor, accionado por una muelle (resorte trabajando a torsión); este martillo produce un golpe intermitente sobre el aspersor produciendo giros pausados.



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

- b) **Aspersores de balancín:** Son aquellos donde el mecanismo de acción del giro es a través de un balancín accionado por su propio peso, el cual se interpone intermitentemente al chorro de agua ocasionando un giro pausado del aspersor.

6.1.2 Clasificación de los aspersores por su presión

- a) **Aspersores de presión baja y media:** Son aquellos que operan con presiones entre 100 kPa y 200 kPa (1 kg/cm^2 y 2 Kg/cm^2) y entre 200 kPa y 400 kPa (2 kg/cm^2 y 4 kg/cm^2), respectivamente. Su mecanismo de giro corresponde al tipo martillo.
- b) **Aspersores de presión alta:** Se les conoce comúnmente como aspersores de cañón y operan con presiones de 400 kPa a 700 kPa (4 kg/cm^2 a 7 kg/cm^2). Su mecanismo de giro es a través de balancín.

6.1.3 Clasificación de los aspersores por su número de boquillas

Con el fin de lograr el manejo de diferentes láminas precipitadas, gastos y patrones de distribución del agua sobre el terreno, los aspersores pueden ser:

- a) **Aspersores de una boquilla.**
- b) **Aspersores de dos o más boquillas.**

NOTA.- En estos últimos las características hidráulicas de operación del aspersor son referidas a la boquilla de mayor diámetro equivalente, que es la que acciona el mecanismo de giro.

6.1.4 Clasificación de aspersores por el ángulo de salida del chorro

- a) **Ángulo normal:** Corresponde a ángulos menores o iguales a 20 grados.
- b) **Ángulo alto:** Correspondiente a ángulos mayores a 20 grados.



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

7 ESPECIFICACIONES

7.1 Materiales

7.1.1 Resortes

Los resortes empleados en los aspersores de martillo deben ser de materiales resistentes a la corrosión equivalentes a un acero inoxidable, consultar la norma extranjera indicada en el inciso 11.6 (ver 11 Bibliografía) y soportar un esfuerzo de tensión $\sigma = 3,400 \text{ kg/cm}^2$, cuando se prueban de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-B-315 (ver 3 Referencias).

7.1.2 Empaques

Los empaques de materiales elastoméricos deben ser resistentes al intemperismo al ser sometidos a la prueba por un tiempo $t_i = 100 \text{ h}$, de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-E-219-SCFI (ver 3 Referencias) y dar un porcentaje mínimo de retención $K_i = 80 \%$.

7.2 Componentes del aspersor

Tanto el aspersor como la boquilla deben sujetarse las pruebas de resistencia indicadas en el inciso 9.3.

7.2.1 Aspersor

Las partes del aspersor, incluyendo las boquillas de un mismo tipo y fabricante, deben ser intercambiables, utilizando las herramientas normales. En el caso de que se requieran herramientas especiales, el fabricante debe tenerlas disponibles.

7.2.2 Boquilla

Las tolerancias dimensionales de las boquillas deben ser las indicadas en la tabla 2.

TABLA 2.- Tolerancias dimensionales de las boquillas

Gastos (l/s) [l/h]	Diámetro (mm)	Conicidad (°)	Ángulo (°)
Hasta 0,0694 [250]	$\pm 0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
Más de 0,069 [250]	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$

7.2.3 Rosca para la conexión del aspersor y la boquilla



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

Los aspersores deben ser conectados al elevador por medio de una rosca que garantice una adecuada resistencia y que evite las fugas de agua.

Los aspersores con conexiones de metal no deben presentar signos de daño con un par de apriete de 50 N-m para roscas con paso hasta de 1, se recomienda consultar las normas internacionales indicadas en 11.1 y 11.2 (ver 11 Bibliografía) y con un par de apriete de 100 N-m para roscas con paso mayor que 1.

La boquilla debe ser montada al aspersor por medio de una rosca a presión o por algún otro método, que permita reemplazarla fácilmente bajo las condiciones de servicio y que evite fugas en la conexión.

Las roscas de las boquillas no deben presentar signos de daños con un par de apriete de 5 N-m, se recomienda consultar las normas internacionales indicadas en 11.1 y 11.2 (ver 11 Bibliografía).

7.2.4 Resistencia a la presión hidrostática

Durante el desarrollo de la prueba a la resistencia a la presión hidrostática de los aspersores, cuando se realiza según lo indicado en el inciso 9.3.3, no deben presentarse daños de las partes del aspersor ni fugas en sus conexiones, de acuerdo a lo siguiente:

a) Aspersor y empaques

La conexión fija del aspersor y los empaques con el elevador no debe presentar fugas durante toda la prueba.

Las fugas no deben exceder del 2 % del gasto nominal del aspersor en aquellas conexiones que presenten giro, sin que este valor exceda de 5 l/h para aquellos aspersores con gastos hasta de 250 l/h.

b) Boquilla

Las fugas en las conexiones de las boquillas del aspersor no deben exceder de 0,25 % del gasto nominal del aspersor.

7.3 Requisitos de operación

Las especificaciones sobre los requisitos de trabajo de los aspersores deben estar supeditadas a las condiciones de operación que recomienda el fabricante.

7.3.1 Intervalo de presiones de trabajo



La presión de trabajo del aspersor debe corresponder a la presión efectiva que garantice el giro del aspersor de manera ininterrumpida y consistente, en una sola dirección. El intervalo de presiones se debe determinar de acuerdo a lo indicado en el inciso 9.4.1, bajo las consideraciones siguientes:

La presión mínima de trabajo, $P_{\text{mín}}$, debe ser como mínimo 10 % menor que la más baja presión efectiva, P_1 ; la presión máxima de trabajo, $P_{\text{máx}}$, debe ser como máximo 10 % mayor que la más alta presión efectiva, P_2 (ver figura 1).

$$P_{\text{mín}} = < 0,9 P_1$$

$$P_{\text{máx}} = > 1,1 P_2$$

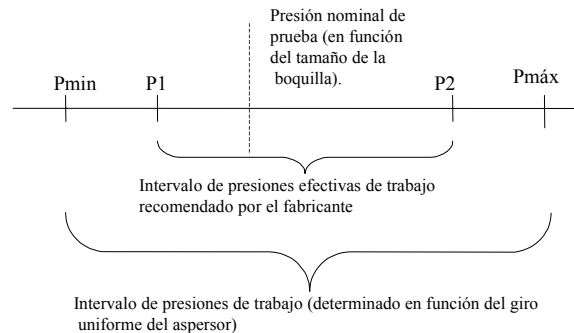


FIGURA 1.- Presiones de trabajo, efectivas y nominal del aspersor

7.3.2 Uniformidad de rotación

El tiempo de giro del aspersor cuando se prueba de acuerdo a lo indicado en el inciso 9.4.1, no debe variar en $\pm 12 \%$.

7.3.3 Gasto del aspersor

El gasto del aspersor a la presión nominal debe sujetarse a los siguientes límites, cuando se obtiene de acuerdo a lo indicado en el inciso 9.4.2:

- No debe variar en $\pm 7 \%$ para aspersores con gastos iguales o menores a los 250 l/h.



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

b) No debe variar en $\pm 5\%$ para aspersores con gastos superiores a los 250 l/h.

7.3.4 Uniformidad de la distribución del agua

Los aspersores están sujetos a cumplir con las tolerancias establecidas por la presión y el gasto de prueba señalados en el inciso 9.4.3.

La curva de distribución de cada uno de los aspersores probados, en cualquiera de los puntos, no debe variar en $\pm 5\%$ a partir de la curva de distribución promedio obtenida según la prueba indicada en el inciso 9.4.3; por otro lado, la curva de distribución promedio no debe variar en $\pm 10\%$ a partir de la curva de distribución propuesta por el fabricante.

7.3.5 Diámetro de cobertura

El diámetro de cobertura medido no debe variar del diámetro de cobertura declarado por el fabricante en más de $\pm 5\%$, cuando se prueba de acuerdo a lo indicado en el inciso 9.4.4.

8 MUESTREO

8.1 Para inspección de lotes adquiridos por el usuario

Para determinar el plan de muestreo de aceptación de lotes de aspersores, se deben tomar al menos como base los siguientes parámetros de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-Z-12/2 (ver 3 Referencias):

Tamaño de muestra	Nivel de inspección S1
Tipo de inspección	Normal
Tipo de muestreo	Sencillo
Nivel de calidad aceptable	2,5

O cualquier otro plan más exigente acordado entre cliente y proveedor.

Las especificaciones a inspeccionar deben ser al menos las indicadas en los incisos 7.2 y 7.3, excepto que en un caso particular se especifique otra cosa.

8.2 Para evaluación de la conformidad (certificación)



El tamaño de muestra para certificación de los aspersores es de 20 especímenes, como mínimo, y las especificaciones a considerar deben ser todas las indicadas en esta norma, incluyendo la de durabilidad del inciso 9.5. No se debe aceptar ningún espécimen defectuoso para otorgar la certificación al aspersor.

9 MÉTODOS DE PRUEBA

9.1 Condiciones de prueba

9.1.1 Tolerancias de los equipos de medición

La tolerancia permitida en la precisión de la medición de la presión debe ser de $\pm 2\%$, y ésta no debe variar más del 4% durante la ejecución de la prueba.

La tolerancia permitida en la precisión de la medición del gasto debe ser de $\pm 1\%$. La velocidad de rotación debe ser medida con un cronómetro con una precisión no mayor de 0,1 s.

9.1.2 Presión nominal de la prueba

La presión nominal de la prueba deben ser las indicadas en la tabla 3.

TABLA 3.- Presión nominal de la prueba

Diámetro equivalente de la boquilla (mm)	< 2	2 a 7,1	7,1 a 20	>20
Presión nominal de la prueba, kPa (kg/cm ²)	200 (2)	300 (3)	400 (4)	500 (5)
NOTA.- Para la determinación del diámetro equivalente de la boquilla se debe consultar el apéndice normativo A.				

9.2 Pruebas de los materiales de los aspersores



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

9.2.1 Resortes

9.2.1.1 Resistencia a la corrosión

El material de los resortes se comprueba mediante un certificado de origen que indique que el material es el especificado o un equivalente, según lo señalado en el inciso 7.1.1.

9.2.1.2 Resistencia a la tensión

Los resortes deben cumplir con lo indicado en el inciso 7.1.1, cuando se prueban de acuerdo al método indicado en la norma mexicana NMX-B-315 (ver 3 Referencias).

9.2.2 Resistencia de los empaques al intemperismo

Los empaques deben cumplir con lo especificado en el inciso 7.1.2, cuando se sujetan a la prueba indicada en la norma mexicana NMX-E-219-SCFI (ver 3 Referencias).

9.3 Pruebas de los componentes de los aspersores

9.3.1 Prueba de fabricación de las partes del aspersor

El aspersor se debe desarmar en todas sus partes con la finalidad de revisar visualmente que ninguna de ellas presente defectos de fabricación como fisuras, cavidades o salientes.

Tanto las partes del aspersor como las dimensiones de la boquilla deben cumplir con lo indicado en el inciso 7.2.2.

9.3.2 Prueba de la rosca de la conexión del aspersor y la boquilla

El método de prueba debe ser el indicado en los incisos 11.1 y 11.2 (ver 11 Bibliografía).



SECRETARÍA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

9.3.3 Prueba de resistencia a la presión hidrostática

9.3.3.1 General

Los aspersores deben ser montados en el equipo de prueba cumpliendo con las condiciones de la prueba declaradas por el fabricante. Deben colocarse tapones en el sitio de las boquillas (proporcionados por el fabricante, con las mismas características físicas de las boquillas), previendo que no quede aire atrapado en su interior que produzca variaciones de la presión durante esta prueba.

El aspersor debe soportar una presión hidrostática igual a 2,4 veces la presión máxima de trabajo (según el inciso 7.2.4), manteniendo la presión durante 1 h a la temperatura ambiente.

9.3.3.2 Empaques (hermeticidad)

Esta prueba de empaques deber ser efectuada después de 24 h de operación del aspersor. Con las mismas condiciones de montaje en el aspersor según el inciso 9.3.3.1, y sin emplear materiales adicionales de sellado, se debe iniciar la prueba a partir de la presión mínima de trabajo (según el inciso 7.3.1) hasta la presión de trabajo máxima (según el inciso 7.3.1), realizando incrementos de presión de 100 kPa (1 kg/cm²) y manteniendo la presión en cada uno de ellos durante 1 min como mínimo.

La hermeticidad de los empaques debe cumplir con lo indicado en el inciso 7.2.4.

9.4 Pruebas de operación del aspersor

Estas pruebas deben ser efectuadas para cada modelo o tipo de boquilla o combinaciones de boquillas del aspersor.

9.4.1 Prueba para determinar las presiones de trabajo y la uniformidad de rotación

Una vez instalado el aspersor en el elevador de acuerdo a las recomendaciones dadas por el fabricante, a partir de una presión cero se empieza a incrementar la presión gradualmente hasta que comienza a girar el aspersor en una misma dirección, siendo ésta la presión mínima de trabajo (ver inciso 7.3.1), $P_{mín}$; mantenga esta presión constante durante 2 min. Luego aumente la presión gradualmente hasta la presión máxima de trabajo (ver inciso 7.3.1), $P_{máx}$, y manténgala durante 1 min. Repita esta prueba con el aspersor inclinado 10 grados con respecto a la vertical.

Para probar la uniformidad de la rotación de aspersores con gastos mayores a los 250 l/h y velocidades menores a una rotación por cada 8 s, se debe operar el aspersor en su posición vertical a la presión nominal y medir el tiempo requerido por cada cuarto de vuelta, durante 5 veces. Se deben calcular el tiempo promedio requerido para



SECRETARÍA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

realizar un cuarto de vuelta y las desviaciones expresadas en porcentajes con respecto al tiempo promedio. Las desviaciones del promedio no deben exceder lo indicado en el inciso 7.3.3.

En ambos casos, el aspersor debe girar uniformemente en una dirección y en todo el intervalo de las presiones de trabajo.

9.4.2 Prueba de la uniformidad del gasto

Se mide el gasto a cada 50 kPa (0,5 kg/cm²) dentro del intervalo de presiones definido en el inciso 7.3.1, el cual debe estar bajo los límites de la especificación señalados en el inciso 7.3.4.

9.4.3 Prueba de uniformidad de la distribución del agua

Los aspersores están sujetos a cumplir con las tolerancias establecidas para la presión y el gasto de prueba señalados en los incisos 7.3.1 y 7.3.4.

Los métodos empleados para la obtención de la uniformidad de la distribución del agua del aspersor son dos:

- a) Método de campo de círculo completo, y
- b) Método radial.

El procedimiento de la prueba de ambos métodos se describe en el apéndice normativo A. Los aspersores deben cumplir con lo especificado en el inciso 7.3.5.

9.4.3.1 Aspersores con gastos hasta de 250 l/h

Para dibujar la curva de distribución promedio, se calcula a partir de las curvas de distribución de una muestra de tres aspersores del mismo tipo y fabricante.

9.4.3.2 Aspersores con gastos mayores a 250 l/h

La velocidad del viento durante la prueba no debe exceder de los 0,9 m/s, aunque para aspersores de alta trayectoria de agua probados con el método de campo de círculo completo, la velocidad puede ser de 2 m/s máximo o la que el fabricante especifique en sus catálogos.

La prueba se debe efectuar a tres diferentes presiones, en múltiplos de 50 kPa (0,5 kg/cm²) al principio, a la mitad y al final del intervalo de la presión efectiva de trabajo dada por el fabricante; se deben colocar tres colectores consecutivamente de acuerdo con el fabricante.

9.4.4 Prueba diámetro de cobertura



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

La medición del diámetro de cobertura se debe hacer a la mitad del intervalo de presión efectiva de trabajo, y por los mismos métodos señalados en el inciso anterior. Para efectos de esta prueba se toman láminas precipitadas en los colectores superiores a los 0,3 mm/h. El diámetro de cobertura obtenido debe cumplir con lo indicado en el inciso 7.3.6.

9.5 Pruebas de durabilidad del aspersor

Las pruebas de durabilidad tienen como objeto conocer las condiciones del aspersor después de 2 000 h de funcionamiento a la presión máxima de trabajo establecida por el fabricante. El aspersor debe ser operado continuamente durante 4 días o 5 días; luego se debe parar por 1 día o 2 días y en secuencias alternadas hasta cubrir las 2 000 h de esta prueba. Durante esta prueba el agua no debe alcanzar el cuerpo del aspersor con la finalidad de que no se alteren las condiciones de trabajo normal. Después de haber operado el aspersor por 2 000 h, éste debe ser revisado y probado nuevamente con las siguientes pruebas:

9.5.1 Prueba de los materiales de los aspersores (ver inciso 9.2)

9.5.2 Prueba de los componentes de los aspersores (ver inciso 9.3)

9.5.3 Prueba de la presión de trabajo (ver inciso 9.4.1)

El gasto no debe variar más de 8 % del gasto obtenido en la prueba anterior. El valor extremo de la desviación del tiempo promedio de un cuarto de vuelta, no debe variar en ± 20 % para cualesquiera de las mediciones.

9.5.4 Prueba de la uniformidad del gasto (ver inciso 9.4.2)

El gasto no debe variar más del 8 % del valor obtenido en el gasto antes de la prueba de durabilidad.

9.5.5 Prueba de la uniformidad de la distribución del agua (ver inciso 9.4.3)

a) Para aspersores con gastos hasta 250 l/h, la desviación permitida de la curva de distribución dada por el fabricante es de ± 20 %.



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

b) Para otros aspersores, la desviación permitida de la curva de la distribución de la uniformidad no debe tener una diferencia mayor que el $\pm 10\%$ de la curva de distribución establecido por el fabricante.

10 MARCADO Y ETIQUETADO

10.1 Aspersor

Cada aspersor debe portar una marca clara y permanente incluyendo la siguiente información:

- Nombre del fabricante, razón social, marca comercial o símbolo, cualquiera de ellos;
- Modelo, y
- Leyenda: "Hecho en México" o, en su caso, indicar el país de origen.

10.2 Envase

- Fecha de fabricación;
- Número identificación del catálogo del fabricante y/o modelo;
- Cantidad contenida por envase;
- Tipo de conexión (diámetro nominal, macho o hembra);
- Identificación de la boquilla, y
- Marca para designar la posición de la boquilla (si la posición de la boquilla afecta la operación del aspersor).

10.3 Boquilla

Cada boquilla debe aportar una marca clara y permanente incluyendo las siguientes particularidades:

- Identificación de la boquilla de acuerdo al correspondiente con el catálogo del fabricante;
- Marca indicando la posición de la boquilla, (si ésta afecta la operación del aspersor), y
- Debe darse una explicación de la marca en el catálogo del fabricante.

NOTA.- Una de las marcas listadas puede ser una identificación de la marca, tal como el color proporcionado en la descripción del catálogo del fabricante.



SECRETARÍA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

11 BIBLIOGRAFÍA

- 11.1 ISO 7-1-1994 Roscas en las conexiones de las tuberías sujetas a presión.
- 11.2 ISO 228-1-1994 Roscas en las conexiones de las tuberías sujetas a presión no en la rosca - Parte 1: Designación, dimensiones y tolerancias.
- 11.3 ISO 7749-1-1995 Equipos de riego - Aspersores giratorios. Parte 1.- Requerimientos de diseño y operación.
- 11.4 ISO 7749-2-1990 Equipo de riego - aspersores giratorios. Parte 2.- Uniformidad de la distribución y métodos de prueba.
- 11.5 ASAE S398.1 Procedimiento para probar aspersores y conocer su funcionamiento.
- 11.6 AISI 316 Acero inoxidable.
- 11.7 FAO/CNA La agricultura de riego en México, Documento Técnico No. 8, 1994, México.

12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma equivale parcialmente con las normas internacionales ISO 7749-1-1995 e ISO 7749-2-1990, debido a la existencia de circunstancias técnicas particulares del país.

APÉNDICE A (NORMATIVO)

Coefficiente de la uniformidad de la distribución del agua aplicada por el aspersor

A.1 Introducción

Este anexo tiene como objeto la descripción del método de prueba de un aspersor simple para la obtención de la uniformidad de la distribución y el radio de cobertura. Uno de los principales objetivos del riego por aspersión es la uniformidad de la



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

aplicación del agua sobre el suelo. Los factores de un aspersor que influyen en la uniformidad son: la presión de trabajo y el tamaño de la boquilla; existen otros factores externos al aspersor, como son la velocidad del viento y la pendiente del terreno, que modifican sustancialmente dicha uniformidad.

A.2 Condiciones generales de la prueba

A.2.1 Colectores

A.2.1.a Características de los colectores

Son recipientes utilizados para captar en un punto el agua precipitada por el aspersor, su forma es cilíndrica por su parte superior, con bordes abiertos, afilados y sin deformaciones; por su parte inferior son cónicos con paredes a 45 grados.

Los colectores deben ser diseñados de tal manera que se evite tirar o salpicar el agua captada; la altura del colector debe ser no menor de 20 veces el promedio de la lámina del agua captada durante la prueba, pero no menor a 15 cm; el diámetro de abertura del colector debe ser la mitad de la altura, pero no menor de 8,5 cm. La precisión de la medición en los colectores deben ser de 0,1 mm de lámina precipitada; para lograr lo anterior, se debe establecer una relación de 10 entre el área de abertura del colector y el área de la probeta de lecturas, está última graduada en milímetros.

A.2.1.b Espaciamiento de los colectores

El espaciamiento de los colectores depende del radio de cobertura del aspersor y está dado en la tabla A1.

TABLA A1.- Espaciamiento de los colectores

Radio de cobertura (m)	Espaciamiento de colectores (m)
de 0,3 a 3,0	0,25
“ 3,0 a 12,0	0,50
“ 12,0 en adelante	1,00

A.2.1.c Posición de los colectores

La posición de todos los colectores debe ser con la abertura en posición horizontal. La altura sobre el suelo de la parte superior del colector debe ser como máximo de 0,9 m



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

y colocarse de tal forma que la diferencia de alturas entre colectores sucesivos no exceda del 1 % de pendiente.

A.2.2 Área de prueba

El área de prueba donde se instalen los colectores, debe ser un plano horizontal con una pendiente que no exceda del 1 %. El área de prueba debe estar libre de obstáculos que puedan causar alteración en la distribución del agua aplicada por el aspersor; puede situarse en un lugar protegido dentro de una estructura o a cielo abierto.

A.2.3 Instalación del aspersor para la prueba

Los aspersores nuevos deben ser puestos en operación a la presión nominal de la prueba durante una hora.

Los aspersores deben ser montados en un elevador, asegurándose que esté en posición vertical y no sufra oscilaciones o inclinaciones durante la prueba. La desviación máxima permitida con respecto a la vertical es de 1 grado.

La altura de la boquilla del aspersor sobre los colectores no debe exceder la propuesta en la tabla A2.

TABLA A2.- Altura máxima de la boquilla del aspersor sobre los colectores

Diámetro nominal del aspersor	Altura máxima de la boquilla sobre el colector	
	mm	(in)
31,8 (1 1/4") o más chico	0,92	(36)
50,8 (1 1/2") o más grande	1,83	(72)

A.2.4 Sitio de la medición de la presión



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

La presión nominal de la prueba debe ser medida en un punto del elevador situado a 20 cm aguas arriba de la boquilla del aspersor, y no debe existir ningún otro componente que provoque reducción de la presión entre el punto de medición y el aspersor.

La presión de trabajo no debe exceder de ± 4 % durante la prueba y ser medida con aparatos con una precisión de ± 2 % la presión de trabajo.

A.2.5 Medición de las condiciones atmosféricas

La medición de la velocidad del viento se debe realizar con un anemómetro de tazas, y la dirección del viento determinada con una veleta.

El equipo de medición debe estar afuera del área humedecida y a una distancia que no exceda de 50 m del sitio de prueba. Además, se debe colocar a una altura mínima de 2,00 m sobre el terreno; para aspersores con alturas de más de 2,00 m la medición se debe efectuar a la altura máxima que alcance el chorro de agua.

Las lecturas de la velocidad y dirección del viento se deben realizar en intervalos que no excedan de 15 min. Para velocidades que no excedan de 0,4 m/s, se deben reportar también los datos de precipitación y radio de cobertura.

La humedad relativa y la temperatura deben ser medidas con los aparatos estándares utilizados en las estaciones meteorológicas.

A.2.6 Duración de la prueba

Para los fines que persigue esta prueba, el tiempo de duración como mínimo debe ser igual a 1 h.

A.3 Métodos de prueba de aspersores simples



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

A.3.1 Método de campo de círculo completo

La posición del aspersor en la prueba de campo de círculo completo está definida por la intersección de las diagonales trazadas a partir de las esquinas del área de prueba.

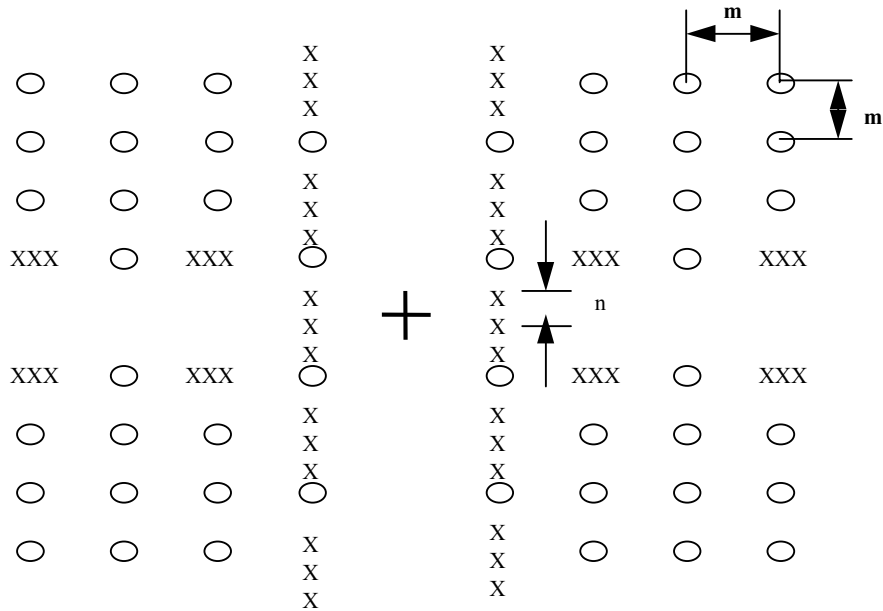


FIGURA A1.- Patrón de colocación de aspersores

donde:

$m = 2$ m para aspersores de diámetro de cobertura mayor que 10 m;

$m = 1$ m para aspersores de diámetro de cobertura menor o igual que 10 m;

$n = 0,5$ m;

+ = es el aspersor;

O = es el colector para medir la distribución, y

X = es el colector para establecer el diámetro de cobertura.

Los colectores se sitúan en una cuadrícula que tiene como centro la posición del aspersor, con espaciamiento entre colectores de acuerdo con lo especificado en el inciso A.2.1.b, añadiendo sobre los ejes principales dos hileras de colectores con espaciamiento como se indica (ver figura A1):



TABLA A3.- Espaciamiento entre colectores sobre el eje principal en el método de campo de círculo completo

Diámetro de cobertura (m)	Espaciamiento entre colectores (m)
< 3	0,25
> 3	0,50

A.3.2 Método radial

La posición de los colectores debe ser a lo largo de una línea recta a partir del centro del aspersor con espaciamientos de acuerdo al inciso A.2.1.b, situando un número tal de colectores que cubra el radio de cobertura del aspersor (ver figura A2). La duración de la prueba por el método radial debe ser como mínimo de 1 h; esta prueba debe efectuarse sin la presencia de viento.

A.4 Resultados de la prueba

A.4.1 Radio de cobertura

Para aspersores con gastos menores de 0,26 l/s, al radio de cobertura promedio se le deben sumar 0,13 m, y para gastos mayores se le deben sumar 0,3 m.

A.4.1.a Por el método de círculo completo

En este método, el radio de cobertura es el promedio de los radios de cobertura en las 4 direcciones de los ejes principales.

A.4.1.b Por el método radial

En este método el radio de cobertura es medido a lo largo de la línea radial, sin la presencia de viento.

Para aspersores con gastos menores de 0,126 l/s, al radio de cobertura promedio se le deben sumar 0,13 m, y para gastos mayores se le deben sumar 0,3 m.

A.4.2 Uniformidad de la distribución del agua aplicada por el aspersor



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

A.4.2.a Por el método de círculo completo

a) Para un aspersor simple. Esta prueba consiste en operar un solo aspersor y obtener la distribución de la precipitación en los colectores que sirva de base de datos para la obtención de los espaciamientos entre aspersores; el procedimiento es el siguiente:

- 1 Los colectores son dispuestos como se muestra en la figura A1;
- 2 El aspersor es operado durante una hora como mínimo;
- 3 Se registran las cantidades de agua en cada uno de los colectores;
- 4 Se dibuja el patrón de mojado, y
- 5 Se determina la curva de uniformidad.

b) Para varios aspersores. Esta parte de la prueba consiste en obtener la curva de uniformidad de la distribución en un área humedecida por 4 aspersores de las mismas características. Los datos empleados corresponden a los obtenidos en el inciso anterior para un aspersor simple; el procedimiento es el siguiente:

- 1 Se fija el espaciamiento entre aspersores cuidando que la distancia seleccionada sea múltiplo de la separación entre colectores;
- 2 Se superponen las mallas, respetando el espaciamiento entre aspersores;
- 3 En la nueva malla formada por los 4 aspersores, se suman para cada uno de los colectores las precipitaciones registradas por la prueba de un aspersor simple, y
- 4 Se determina la curva de distribución de uniformidad.

A.4.2.b Por el método radial

La manera de obtener el coeficiente de uniformidad de la distribución del agua por el método radial, consiste en localizar la posición de los colectores según el inciso A.3.1.

Con la finalidad de obtener una malla similar al método del círculo completo, se realiza la siguiente simulación (ver figura A2):

- 1) El eje principal de la malla debe coincidir con el eje radial donde fueron registradas las precipitaciones durante el tiempo de prueba en los colectores.



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

- 2) El espaciamiento entre colectores de la nueva malla para la simulación es el mismo utilizado en la prueba del método radial.
- 3) Con el fin de generar la lámina precipitada en los colectores de esta nueva malla, se hace girar el colector hasta el eje principal donde se encuentran registradas las lecturas de los colectores utilizados en la prueba; el valor de la lámina precipitada se obtiene por interpolación.

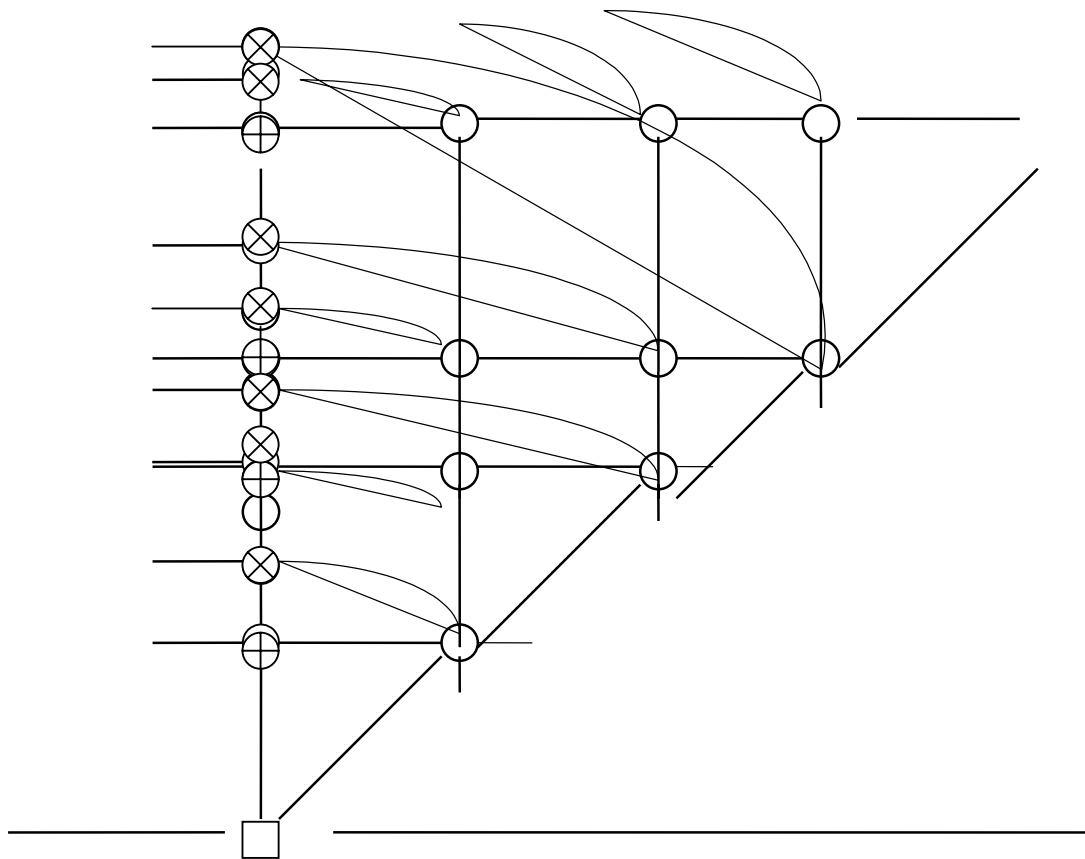


FIGURA A2.- Método radial

Clave:



Localización de los colectores a lo largo del radio de prueba;



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

0,050	1,0	0,25		1,31	4,6	4,01	7,5
0,061	1,1	0,30	2,2	1,42	4,8	4,56	8,0
0,073	1,2	0,36	2,4	1,54	5,0	5,15	8,5
0,085	1,3	0,39	2,5	1,67	5,2	5,77	9,0
0,100	1,4	0,42	2,6	1,80	5,4	6,43	9,5
0,113	1,5	0,48	2,8	1,94	5,6	7,13	10,0
0,129	1,6	0,56	3,0	2,08	5,8		
0,146	1,7	0,63	3,2	2,22	6,0		
0,163	1,8	0,71	3,4	2,37	6,2		
0,182	1,9	0,80	3,6	2,53	6,4		
		0,89	3,8	2,69	6,6		
		0,99	4,0	2,85	6,8		
		1,09	4,2	3,02	7,0		
		1,20	4,4				

APÉNDICE C (INFORMATIVO)

Componentes del aspersor

Las partes que componen un aspersor giratorio por impacto, son las siguientes (ver figura C1):

C.1 Cuerpo y extensión

Es la parte central del aspersor que realiza la función hidráulica de conducir el agua desde la tubería de acceso (del elevador o de la línea lateral) hasta la sección de descarga (boquilla), y sirve de apoyo opcional en algunos aspersores donde el cuerpo se fabrica de una sola pieza; generalmente la extensión se utiliza para dar mejor acabado en el sitio donde se instala el soporte y el giro del aspersor.

Los materiales que se utilizan en la fabricación del cuerpo son básicamente: bronce, plástico, aluminio, latón y acero inoxidable.

En el caso de un cuerpo fundido en bronce se le hace una extensión de un material más fácil de tornearse y que resista la fricción como es el latón; las otras extensiones generalmente son del mismo material del cuerpo del aspersor.

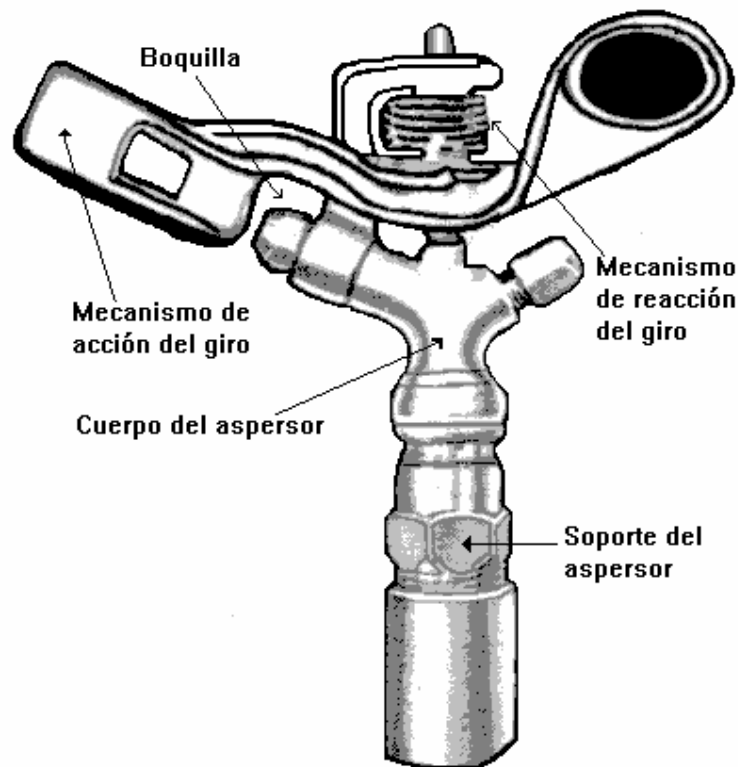


FIGURA C1.- Componentes del aspersor

C.2 Conexión del aspersor

Es la parte donde se apoya y gira el aspersor, uniéndose al elevador de la tubería. La presentación exterior que debe tener la conexión del aspersor es de un tornillo con rosca de 12,7 mm (1/2"), 19,1 mm (3/4") y 25,4 mm (1"), hembra o macho, para roscarlo en el elevador; por su parte interior debe ser hueca para que se pueda ajustar a la extensión del cuerpo del aspersor. Los materiales que se utilizan para su fabricación pueden ser latón y plástico, principalmente.

En el caso de los aspersores de cañón, las conexiones tienen las mismas funciones antes señaladas; sin embargo, cambia su presentación por bujes y baleros que



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

soportan los empujes del aspersor. Los diámetros utilizados en este tipo de aspersores son 38,1 mm (1 1/4) o 50,8 mm (2").

C.3 Boquilla

La boquilla es el elemento por donde descarga el agua el aspersor. Su funcionamiento hidráulico es como el de un orificio sujeto a una carga de presión tal que produce una emisión de un chorro de agua de alta velocidad; según el tipo de aspersor, éste puede contar con una o más boquillas.

C.4 Mecanismo de giro

Tiene como función producir el giro del aspersor con respecto a su eje y se relaciona con el número de vueltas por minuto que da el aspersor (desde el punto de vista hidráulico, mientras mayor sea el número de vueltas menor es la pluviometría instantánea de riego del aspersor, útil para terrenos de baja permeabilidad y cultivos delicados).

a) Mecanismo de acción del giro

Su funcionamiento se inicia con la acción del chorro de agua emitido por la boquilla sobre la paleta colocada en el martillo o balancín, que produce el giro del aspersor. Las partes que componen el mecanismo de acción del giro de un aspersor de martillo, son las siguientes:

- Martillo;
- Muelle;
- Perno, y
- Cojinetes.

b) Mecanismo de reacción del giro

Aunque su principal función es de evitar las fugas de agua por las articulaciones entre el cuerpo y el soporte del aspersor, también actúa como freno al giro. De este mecanismo también depende el número de vueltas por minuto que da el aspersor. Las partes que componen el mecanismo de reacción al giro para un aspersor de martillo, son las siguientes:

- Empaque de hule;
- Resorte, y
- Rondanas planas de fierro o plástico.



APÉNDICE D (INFORMATIVO)

Información que puede tener el catálogo del fabricante

El fabricante debe proporcionar la información adecuada de sus productos en forma de catálogos e instructivos, de todas las marcas y tipos de aspersores y boquillas que fabrique. Los datos técnicos que debe contener el catálogo del fabricante deben de estar basados en las pruebas del inciso 9, a saber:

- a) Número de catálogo del aspersor.
- b) Datos generales:
 - b.1) Modelo y tipo del aspersor;
 - b.2) Ángulo de la trayectoria del chorro;
 - b.3) Materiales de las partes del aspersor, y
 - b.4) Diámetro nominal del aspersor (colocar definición en sección correspondiente de esta norma).
- c) Instrucciones de:
 - c.1) Instalación de boquillas cuando esto afecte la operación del aspersor;
 - c.2) Características de operación, mantenimiento y almacenamiento del aspersor;
 - c.3) Limitaciones de uso del aspersor (fertilizantes, químicos, calidad del agua), y
 - c.4) Montaje del aspersor, par de apriete de ajuste de las conexiones del aspersor y de las boquillas.
- d) Datos de prueba:
 - d.1) Altura del elevador;
 - d.2) Presión nominal (se deben reportar presiones nominales a cada 0,5 kg/cm² dentro del rango de presiones de trabajo del aspersor);
 - d.3) Gasto de operación, y
 - d.4) Diámetro de cobertura.
- e) Recomendaciones:
 - e.1) Coeficiente de uniformidad;
 - e.2) Separación de aspersores para diferentes condiciones específicas de espaciamiento de aspersores, y



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

- e.3) Velocidad del viento a la cual el fabricante obtuvo los datos de prueba del catálogo.

México, D. F. a
LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS.

CARMEN QUINTANILLA MADERO.

JADS/LFVO/DLR/mrg.

NMX-O-166-SCFI-1999

**ASPERSORES GIRATORIOS POR IMPACTO PARA SISTEMAS
DE RIEGO POR ASPERSIÓN – ESPECIFICACIONES Y
MÉTODOS DE PRUEBA**

**IMPACT ROTATING SPRINKLERS FOR PRESSURIZED
IRRIGATION SYSTEMS – SPECIFICATIONS AND TEST
METHODS**



SECRETARÍA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

PREFACIO

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes asociaciones e instituciones:

- ASOCIACIÓN MEXICANA DE RIEGO, A.C.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE USUARIOS DE RIEGO, A.C.
- CENTRO NACIONAL DE LA CALIDAD DEL PLÁSTICO, CNCP
- CERTIFICACIÓN MEXICANA, A.C.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
Subdirección General de Operación;
Subdirección General Técnica.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE EQUIPOS Y
SISTEMAS DE RIEGO
- GRUPO TECNOREIN, A.C.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL
Dirección General de Agricultura;
Fideicomiso de Riego Compartido.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua – Coordinación de Tecnología de
Riego y Drenaje – Coordinación de Tecnología Hidráulica.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

ÍNDICE DEL CONTENIDO



SECRETARIA DE
COMERCIO Y
FOMENTO INDUSTRIAL
DGN

Número del capítulo	Página
0 Introducción	1
1 Objetivo	1
2 Campo de aplicación	1
3 Referencias	2
4 Definiciones	2
5 Símbolos y abreviaturas	4
6 Clasificación y componentes del aspersor	5
7 Especificaciones	7
8 Muestreo	10
9 Métodos de prueba	11
10 Marcado y etiquetado	16
11 Bibliografía	17
12 Concordancia con normas internacionales	18
Apéndice A: Coeficiente de la uniformidad de la distribución del agua aplicada por el aspersor	18
Apéndice B: Diámetro equivalente de la boquilla y sus gastos	26
Apéndice C: Componentes del aspersor	27
Apéndice D: Información del catálogo del fabricante	30