

# Boletín 38

TODO SOBRE  
GRADOS  
DE  
PROTECCIÓN

SEGUN  
NORMAS IEC  
Y NEMA

Boletín técnico N°38  
PARTE 3  
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

# TODO SOBRE GRADOS DE PROTECCIÓN SEGUN NORMAS IEC Y NEMA.

## PARTE 3

Por:

**Ing. Gregor Rojas**  
GERENTE NACIONAL  
MERCADEO Y VENTAS  
División materiales eléctricos

### 1. General.

A continuación continuaremos con todo lo referido a cerramientos de acuerdo con las normas NEMA 250. En efecto, las envolventes de los equipos eléctricos y electrónicos deben garantizar una protección contra contactos eléctricos directos de las personas con las partes internas de los equipos, así como una protección del propio equipo contra la penetración de elementos externos, ya sean sólidos o líquidos, evitando deterioros que puedan afectar a la seguridad de los usuarios o al funcionamiento y vida útil del aparato.

Para comprender mejor el tema de los cerramientos, es necesario haber visto previamente el Boletín Técnico N° 36 PARTE 1 y el Boletín Técnico N° 37 PARTE 2 referido a todo sobre grados de protección según normas IEC y NEMA donde partimos desde principios básicos sobre esta materia y abarcamos las distintas designaciones de cada cerramientos en detalle.

En la actualidad, las Normas Técnicas existentes al respecto definen el grado de protección de las envolventes de los aparatos y equipos estimando los siguientes conceptos:

- Protección contra la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por

una persona y, simultáneamente, contra la penetración de objetos sólidos extraños.

- Protección contra la penetración de agua.
- Protección contra los impactos mecánicos.

Para cada uno de estos conceptos se establecen unos índices de protección en función del nivel de estanqueidad y robustez que proporcione una envolvente.

### 8. Pruebas a los cerramientos según NEMA 250

Las siguientes pruebas de diseño se utilizarán para demostrar la conformidad con estas normas de los cerramientos.

Estas pruebas de diseño no necesariamente duplican las condiciones ambientales y no se contemplan en la producción normal. Para asegurar pruebas realistas, el cerramiento y su equipo adjunto deben montarse según lo previsto para su uso en servicio.

La norma NEMA 250 establece que cada tipo de envolvente se evaluará según las pruebas de diseño específicas para cada tipo de cerramiento de forma de demostrar conformidad con esta norma. Para asegurar pruebas realistas, el cerramiento y su equipo interior debe montarse según lo previsto para su uso en servicio.

El cumplimiento con el número de característica IP cumpliría con el requisito de tipo NEMA correspondiente para protección de ingreso.

Todos los recintos brindan protección a las personas contra el acceso a partes peligrosas al prevenir o limitar el ingreso de una parte del cuerpo humano o un objeto en poder de una persona. Al mismo tiempo, la carcasa protege el equipo contra la entrada de objetos sólidos extraños.

Las pruebas de diseños contempladas en la sección 5 de la norma NEMA 250 son:

- Prueba de protección contra el acceso a partes peligrosas
- Pruebas de protección contra entrada de agua por goteo o salpicaduras:
  - ✓ Prueba de lluvia
  - ✓ Prueba de ingreso de suciedad
  - ✓ Prueba externa de hielo
  - ✓ Prueba de chorro de agua
- Prueba contra el ingreso de agua
- Prueba de protección contra el ingreso de objetos extraños sólidos (polvo, pelusa, fibras y volantes que se llevan por el viento o circulantes)
- de resistencia a la oxidación
- Prueba de protección contra la corrosión
- Prueba a la presión de aire
- Prueba de exclusión de aceites

A continuación veremos cada una de estas pruebas que se aplican a los cerramientos para garantizar su desempeño.

### **8.1 Prueba de protección contra el acceso a partes peligrosas.**

Todos los cerramientos brindan protección a las personas contra el acceso a partes peligrosas al prevenir o limitar el ingreso de una parte del cuerpo humano o un objeto en poder de una persona. Al mismo tiempo, la carcasa protege el equipo contra la entrada de objetos sólidos extraños.

La norma NEMA 250 brinda descripciones y definiciones de los grados de protección contra el acceso a partes peligrosas.

Para cumplir con las condiciones de la designación de tipo, se debe mantener un espacio libre adecuado entre la sonda de acceso y las partes peligrosas.

Ing. Gregor Rojas

Los grados de protección enumerados en esta norma sólo deben ser especificado por la designación del tipo y no por referencia a la breve descripción o definición.

Las pruebas descritas en la norma en su sección Métodos de prueba de la varilla aplica para cerramientos con ventilación y si ventilación, a continuación veremos ambos casos:

#### **8.1.1 Método de pruebas para cerramientos no ventilados.**

Para cerramientos no ventilados con partes activas ubicadas a menos de 102 mm (4 pulgadas) de la abertura, esta prueba debe realizarse intentando insertar una varilla o alambre que tenga un diámetro de 3,2 mm (1/8 pulgadas).

Para cerramientos o recintos no ventilados con partes activas ubicadas a 102 mm (4 in) o más de la abertura, esta prueba debe realizarse intentando insertar una varilla o alambre que tenga un diámetro de 12,7 mm (1/2 in).

Esta prueba permite que una varilla que posea un diámetro mayor a 0,125 pulgadas o su equivalente a 3,175 milímetros podrá entrar en la abertura, no obstante, no se permitirá que entre en la abertura una varilla que tenga un diámetro superior a 1/2 pulgada o su equivalente a 12,7 milímetros.

Esta prueba que esta descrita en la sección Recintos sin ventilación de la norma NEMA 250, establece que este ensayo debe realizarse intentando insertar un elemento que tenga un diámetro de 3,175 mm o su equivalente de 0,125 pulgadas, no obstante, se exceptúa cuando la distancia entre la abertura y las partes vivas más cercanas sea superior a 4 pulgadas o su equivalente a 101,6 milímetros.

#### **8.1.2 Método de pruebas para cerramientos ventilados.**

Esta prueba que esta descrita en la sección Recinto ventilado indica que la prueba debe

hacerse intentando insertar una varilla que tenga un diámetro de 1/2 pulgada o su equivalente de 12,7 milímetros. No obstante, se exceptúa cuando la distancia entre la abertura y las partes vivas más cercanas sea superior a 4 pulgadas o su equivalente a 101,6 milímetros.

Para recintos ventilados con partes activas ubicadas a 102 mm (4 in) o más de la abertura, esta prueba se debe realizar intentando insertar una varilla que tenga un diámetro de 19 mm (3/4 pulgadas).

Esta prueba permite que una varilla que posea un diámetro superior a 1/2 pulgada o su equivalente a 12,7 milímetros podrá entrar en la abertura, no obstante, no se permitirá que entre en la abertura una varilla que tenga un diámetro superior a 3/4 de pulgada o su equivalente de 19 milímetros.

### **8.1.3 Resultado de la prueba.**

De acuerdo a la sección Evaluación de esta norma NEMA 250, se considerará que el cerramiento ha cumplido con los requisitos de esta prueba si la varilla no puede entrar en el cerramiento.

## **8.2 Prueba de protección contra la entrada de agua por goteo y salpicaduras.**

La norma NEMA 250 según el tipo de envolvente indica el grado de protección proporcionado por las envolventes con respecto a los efectos nocivos en el equipo debido a la entrada de agua.

Las pruebas de entrada de agua se realizan con agua dulce. La protección real puede no ser satisfactoria si se utilizan operaciones de limpieza con alta presión y/o disolventes.

### **8.2.1 Prueba de goteo y salpicaduras de agua.**

Esta prueba está destinada a simular el goteo y las salpicaduras ligeras de líquidos.

#### **Método A**

El cerramiento debe montarse debajo de un aparato de prueba de goteo que se extienda más

allá de todos los lados expuestos del recinto. El aparato de prueba de goteo debe estar equipado con fuentes de goteo de agua uniformemente distribuidas.

Se debe disponer de una fuente de goteo por cada 129 cm<sup>2</sup> o su equivalente a 20 in<sup>2</sup> de área de superficie de prueba, además, cada fuente de goteo debe tener una tasa de goteo de al menos 20 gotas de agua por minuto. El cerramiento estará sujeto a goteo continuo de agua durante 30 minutos.

#### **Método B**

El cerramiento con el conducto conectado debe montarse según lo previsto y la parte superior expuesta al agua, rocío que cae durante una hora a una velocidad de 25 ± 10 mm/h o su equivalente de 1 ± 3/8 in/h en cualquier ángulo de hasta 15 grados con respecto a la vertical.

Estas pruebas están descritas en la sección Métodos de la norma NEMA 250. Para realizar esta prueba el cerramiento deberá colocarse en el interior de un recipiente que se extienda más allá de todos los lados expuestos del recinto y que recoja tanto las salpicaduras como goteo.

El fondo de la bandeja de goteo debe estar equipada con picos distribuidos uniformemente, uno por cada 20 pulgadas cuadradas o su equivalente a 129 centímetros cuadrados de área del recinto o contenedor.

El surtidor o boquilla tendrá una tasa de goteo de al menos 20 gotas de agua por minuto. El recinto estará sujeto a goteo continuo de agua durante 30 minutos.

### **8.2.2 Resultado de la prueba.**

De acuerdo a la sección Evaluación de esta norma, se considerará que el cerramiento ha cumplido con los requisitos de esta prueba si los resultados obtenidos cumplen con lo establecido en la secciones correspondientes de esta norma.

De acuerdo a la sección 5, si no hay una acumulación significativa de agua dentro del cerramiento y no ha ingresado agua en el recinto al nivel superior donde este la parte viva ubicada más baja, excepto que se permita que el agua entre por encima de las partes vivas si el equipo está construido de manera que no entre agua, es visible en las partes vivas, el material aislante o las partes del mecanismo y no ha entrado agua en ningún espacio por encima de las partes vivas dentro del cerramiento en el que pueda haber cableado en cualquier condición de instalación adecuada.

Se considerará que un cerramiento NEMA de Tipo 2 ha cumplido con los requisitos si al final de la prueba no hay una acumulación significativa de agua dentro del recinto y no ha entrado agua en el contorno a un nivel superior al de la parte activa más baja.

Se debe permitir que el agua entre por encima de las partes vivas si el equipo está construido de tal manera que no sale agua visible en las partes activas, el material aislante o las partes del mecanismo y no ha entrado agua en ningún espacio dentro del gabinete en el que pueda haber cableado en cualquier condición de instalación adecuada.

### 8.3 Prueba de protección contra la entrada de agua por lluvia.

En esta prueba se simula lluvia que cae sobre el cerramiento. Esta prueba está descrita en la sección Métodos de la norma NEMA 250. Se puede considerar que un cerramiento que cumple con los requisitos de esta prueba también lo hace con los requisitos de la prueba de protección contra la entrada de agua por goteo y salpicaduras.

Para realizar esta prueba el cerramiento deberá instalarse con la tubería conduit conectada al mismo sin emplear compuestos para sellar las

roscas de la tubería, es decir, como si esta en servicio real.

Se debe ensamblar un cerramiento completo con tuberías eléctricas conectadas como en un servicio real, excepto que la tubería eléctrica debe enroscarse en la abertura del cerramiento y apretarse con el par especificado en la Tabla 5-2 de la norma NEMA 250 mostrada a continuación:

| Tabla 5-2 norma NEMA 250<br>Torque de apriete |                |                 |              |
|---|----------------|-----------------|--------------|
| Torque  |                | Tamaño tubería  |              |
| Newton metro                                  | Libras pulgada | Pulgadas        | mm           |
| 90,4  | 800            | 3/4 y menores   | 21 y menores |
| 113   | 1000           | 1 1-1/4 y 1-1/2 | 27, 35 y 41  |
| 180,8   | 1600           | 2 y mayores     | 53 y mayores |

Para realizar esta prueba el aparato de prueba debe contar con al menos tres cabezales rociadores montados en un bastidor de tubería de suministro de agua como se muestra en la figura 1.

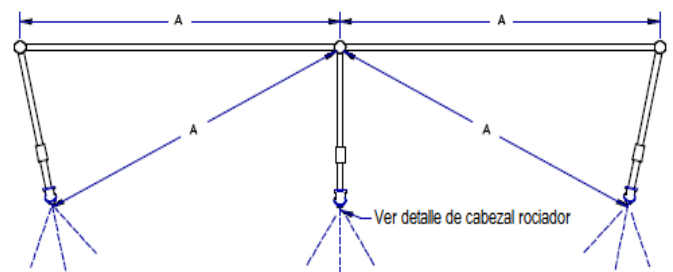


Figura 1. Vista de planta del sistema de prueba por rociado de agua

En esta figura 1 se observan tres cabezales rociadores colocados a una distancia "A". Las medidas de este ensamblaje corresponden a la tabla de la imagen de la norma NEMA 250 5-1 referida a Tubería para rociador de prueba de lluvia.

| TABLA<br>Dimensiones de las secciones de tuberías |      |          |
|---|------|----------|
| Parámetro   | mm   | pulgadas |
| A   | 710  | 28       |
| B   | 1400 | 55       |
| C   | 55   | 2 1/4    |
| D   | 230  | 9        |
| E   | 75   | 3        |

En la figura 2 se puede apreciar la vista lateral del sistema de rociado de agua donde se indican las parte componentes del mismo.

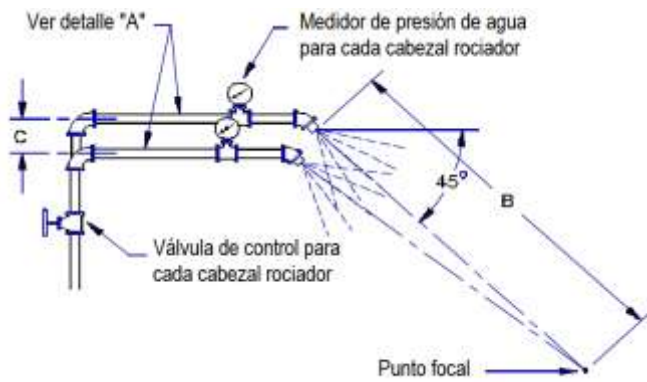


Figura 2. Vista lateral del sistema de prueba por rociado de agua

En la figura 3 se observa el detalle del ensamble del sistema medidor de presión.

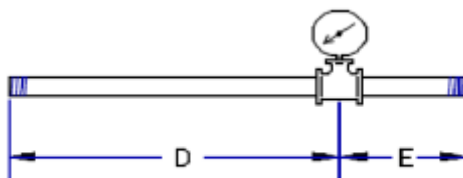


Figura 3. Detalle del ensamble del sistema medidor de presión

Los cabezales rociadores se construirán de acuerdo con los detalles que se muestran en figura 4.

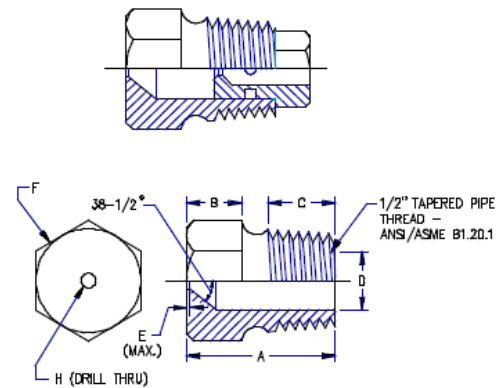


Figura 4. Detalle boquilla

El cerramiento debe colocarse en el área focal de los cabezales rociadores de modo que la mayor cantidad de agua sea probable que entre en el recinto.

La presión del agua debe mantenerse a 34,5 kPa o su equivalente de 5 psi en cada cabezal rociador y se deberá aplicar un rociado de agua continuo, utilizando tantas boquillas como sea necesario, contra toda la parte superior y todos los lados expuestos del cerramiento durante 1 hora a una velocidad de no menor de 18 pulgadas o su equivalente de 457 milímetros por hora a una presión operativa de 5 libras por pulgada cuadrada o el equivalente a 34,5 kilopascales.

La tasa se determinará midiendo el ascenso del agua en una cubeta de lados rectos que se haya colocado horizontalmente y completamente dentro del área cubierta por el agua que cae.

Tenga presente que una prueba de lluvia realizada de acuerdo con lo establecido en la norma UL 50, Parte 28 Prueba de lluvia, se considerará equivalente a esta prueba.

### 8.3.1 Resultado de la prueba.

Se considerará que el cerramiento ha cumplido con los requisitos de esta prueba si los ensayos descritos en las secciones de la norma NEMA 250 se cumplen.

De acuerdo a esta sección, si no hay una acumulación significativa de agua dentro del cerramiento y no ha ingresado agua en el recinto al nivel superior donde este la parte viva ubicada más baja, excepto que se permita que el agua entre por encima de las partes vivas si el equipo está construido de manera que no entre agua, es visible en las partes vivas, el material aislante o las partes del mecanismo y no ha entrado agua en ningún espacio por encima de las partes vivas dentro del cerramiento en el que pueda haber cableado en cualquier condición de instalación adecuada.

Se considerará que un gabinete NEMA tipo 3R o NEMA 3RX ha cumplido con los requisitos si al finalizar la prueba se comprueba que no hay acumulación de agua dentro del recinto y que no ha entrado agua en el espacio a una nivel más alto que la parte activa más baja.

Se debe permitir que el agua entre por encima de las partes vivas si el equipo está construido de tal manera que no sale agua visible en las partes vivas, el material aislante o las partes del mecanismo, y no ha entrado agua en ningún espacio dentro del recinto en el que puede haber cableado presente en cualquier condición de instalación adecuada.

#### **8.4 Prueba de protección contra el ingreso de objetos extraños sólidos.**

Entre los objetos extraños sólidos que alude esta prueba se encuentra el polvo, pelusa y fibras suspendidas circulantes llevadas por el viento. La norma NEMA 250 proporciona descripciones breves y las definiciones de los grados de protección contra la penetración de objetos extraños sólidos, incluido el polvo.

Esta prueba esta descrita en la correspondiente sección Métodos de la norma NEMA 250. Esta prueba se realiza sobre los cerramientos para interiores y exteriores como sigue:

#### **8.4.1 Prueba de polvo en exteriores.**

Esta prueba está destinada a simular el polvo arrastrado por el viento. Se puede considerar que un cerramiento no ventilado que cumpla con los requisitos del método de chorro de polvo o el de manguera de esta prueba, también cumple con los requisitos de las pruebas de protección contra el acceso a partes peligrosas, pruebas de protección contra la entrada de agua (goteo y salpicaduras) y de protección contra la entrada de agua (lluvia).

De acuerdo a esta sección se emplean el método de chorro de polvo y el método de manguera, ambos los comentaremos a continuación:

#### **8.4.1a El método de chorro de polvo.**

Para efectuar este método, el cerramiento debe someterse a una ráfaga de aire comprimido mezclado con cemento Portland de uso general. Tenga presente que este cemento Portland es de uso general tipo 1 está fácilmente disponible y tiene un tamaño de partícula máximo controlado.

El análisis de una muestra típica se aprecia en la Tabla 6-2, siendo aprobadas como Ingeniería autorizada utilizando una pistola de chorro de arena tipo succión que está equipada con un chorro de aire de 3/16 de pulgada o su equivalente a 4,76 milímetros de diámetro y un boquilla de 9,52 mm o su equivalente en 3/8 de pulgada de diámetro.

| <b>TABLA 6-2</b>             |                 |                |                    |
|------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|
| <b>Tamaños de partículas</b> |                 |                |                    |
| <b>Malla</b>                 | <b>Pulgadas</b> | <b>mm</b>      | <b>% Contenido</b> |
| Mas grueso que 200           | Mayor a 0,0029  | Mayor a 0,0736 | 3                  |
| 200                          | 0,0029          | 0,0736         | 8                  |
| 325                          | 0,0017          | 0,0432         | 7                  |
| 400                          | 0.0015 o menor  | 0,0381 o menor | 87                 |

El aire deberá estar seco y a una presión entre 90 a 100 libras por pulgada cuadrada o su equivalente de 621 a 689 kilopascales. El cemento se suministrará mediante una alimentación por succión a no menos de 4 libras de cemento por pie lineal o su equivalente a 5,95 kilogramos de cemento por metro lineal de longitud del espécimen bajo prueba y se deberá aplicar a una tasa de 5 libras o 2,27 kilogramos por minuto.

La boquilla debe mantenerse a una distancia de 12 a 15 pulgadas o su equivalente entre 305 a 380 milímetros del cerramiento, y el chorro de aire con cemento debe dirigirse a todos los puntos de una posible entrada de polvo, como costuras, juntas, mecanismos operativos externos y así sucesivamente.

La longitud de prueba será igual a la suma de la altura, el ancho y la profundidad del espécimen bajo prueba.

Se permitirá la instalación de un conducto para igualar las presiones interna y externa.

#### **8.4.1b Resultado de la prueba por el método de chorro de polvo.**

Se considerará que el cerramiento ha cumplido los requisitos de esta prueba si al finalizar la misma no ha entrado polvo en el interior del recinto.

#### **8.4.2a Método de manguera**

Este ensayo es alternativo al método de chorro de polvo. Para este método el cerramiento y sus mecanismos externos deben estar sujetos a un chorro de agua de una manguera que tenga una boquilla de 1 pulgada o su equivalente de 25,4 mm de diámetro y que suministre al menos 45 galones o 170 litros por minuto.

El agua debe dirigirse a todas las posibles entradas de polvo tales como: juntas, costuras y mecanismos operativos externos desde todos los ángulos y a una distancia de 10 a 12 pies o su equivalente de 3,05 a 3,65 metros durante un

período de tiempo igual a 48 segundos por pie lineal o 305 milímetros lineales multiplicado por la longitud de la prueba (H+ W+ D) o con un mínimo de 5 minutos.

La boquilla debe moverse a lo largo de cada punto de prueba una vez a una velocidad nominal uniforme de 6 mm/s (¼ in/seg).

Al igual que la prueba por el método de chorro de polvo, se permitirá la instalación de un conducto para igualar las presiones interna y externa, pero no deberá servir como drenaje.

#### **8.4.2b Resultado de la prueba por el método de manguera.**

Se considerará que el cerramiento ha cumplido los requisitos de esta prueba si al finalizar la misma no ha ingresado agua en el interior del recinto.

#### **8.4.3 Prueba de polvo en interiores.**

De acuerdo a esta sección de la norma se emplean varios métodos de pruebas los cuales son: el de circulación de polvo, el de agua atomizada, el de sedimentación del polvo en el aire y el de agua atomizada, todos estos métodos los vamos a comentar a continuación:

#### **8.4.3a Prueba de circulación de polvo.**

Esta prueba está diseñada para simular un entorno industrial interior donde están presentes el polvo, pelusas, fibras y partículas suspendidas en circulación.

Para este método el cerramiento debe colocarse en su posición de montaje prevista en una cámara hermética que tenga un volumen interno no inferior a 6 pies cúbicos o su equivalente a 0,17 metros cúbicos y dimensiones no inferiores al 150% de las dimensiones del cerramiento bajo prueba en largo, ancho y altura.

La cámara de prueba debe mantenerse a temperatura ambiente y entre 20% y 50% de humedad relativa.



Se hará circular por lo menos 1.5 onzas de cemento Portland seco de uso general Tipo 1 por pie cúbico de la cámara de prueba o su equivalente de 1.5 kilogramos por metro cúbico por medio de una unidad de succión con soplador durante cinco minutos de manera de envolver completamente el cerramiento bajo prueba.

La velocidad del aire a la salida del soplador debe mantenerse en aproximadamente 1000 pies/min o su equivalente de 305 metros/min.

#### **8.4.3b Resultado prueba circulación de polvo**

Se considerará que el cerramiento ha cumplido los requisitos de esta prueba si al finalizar la misma no ha ingresado polvo en el interior del recinto.

#### **8.4.3c Método de agua atomizada.**

Este método es alternativo al de circulación de polvo visto anteriormente. El cerramiento debe someterse a un rociado de agua atomizada, utilizando una boquilla que produce un patrón redondo de 3 a 4 pulgadas o su equivalente entre 75 a 102 milímetros de diámetro cuando se encuentre a 12 pulgadas o 305 milímetros de la boquilla.

La presión del aire será de 30 libras por pulgada cuadrada o su equivalente de 200 kilopascales.

Se deben aplicar no menos de 5 onzas por pie lineal o 4,85 mililitros por centímetro lineal a una tasa de 3 galones o su equivalente de 11,4 litros por hora.

La boquilla se mantendrá a una distancia de 12 a 15 pulgadas o su equivalente de 305 a 381 milímetros del cerramiento y el rociado de agua se dirigirá a todos los puntos de entrada potencial de polvo, como costuras, juntas, mecanismos operativos externos, etc.

Se debe tener presente que el espécimen bajo prueba deberá tener al menos una junta representativa de cada uno de los tipos de

costuras del cerramiento. Una costura es la unión entre dos piezas. Cuando dos tapas o puertas sean contiguas, sus bordes comunes se considerarán como una sola costura.

Se permitirá la instalación de un conducto para igualar las presiones interna y externa, pero no deberá servir como drenaje.

#### **8.4.3d Resultado prueba de agua atomizada.**

Se considerará que el cerramiento ha cumplido los requisitos de esta prueba si al finalizar la misma no ha ingresado agua en el interior del recinto.

#### **8.4.3e Prueba de sedimentación del polvo.**

Esta prueba está diseñada para simular un entorno industrial interior con sedimentación de polvo, pelusas, fibras y partículas suspendidas en el aire.

Para realizar este método se deberá disponer de al menos 0,85 onzas de cemento Portland seco de uso general Tipo 1 por pie cúbico en la cámara de prueba o su equivalente a 0,85 kilogramos por metro cúbico que deberán circular por medio de una unidad de succión o soplador para envolver completamente el cerramiento bajo prueba.

La velocidad del aire a la salida del soplador debe ser de 1000 pies/minuto o su equivalente de 304,8 metros/minuto, el soplador deberá tener un ciclo de operación de 15 segundos encendido y 30 segundos apagado, durante 7 ciclos completos.

#### **8.4.3f Resultado de la prueba sedimentación de polvo.**

Se considerará que el cerramiento ha cumplido los requisitos de esta prueba si al finalizar la misma no ha ingresado polvo en el interior del recinto.

#### **8.4.3g Prueba de agua atomizada**

Este método es alternativo para el método de sedimentación de polvo en el aire. El cerramiento debe someterse a un rociado de agua atomizada, utilizando una boquilla que produce un patrón

redondo de 3 a 4 pulgadas o su equivalente de 75 a 100 milímetros de diámetro cuando se encuentre a 12 pulgadas o 300 milímetros de la boquilla.

La presión de aire debe ser de 25 libras por pulgada cuadrada o 170 kilopascales y la boquilla suministrará agua a un caudal de 11,4 litros/hora o su equivalente de 3 galones/hora.

La boquilla se debe mantener a una distancia de 18 a 21 pulgadas lo que equivale a 460 a 530 milímetros del recinto y el rociado de agua se debe dirigir a todos los puntos de posible entrada de polvo en suspensión en el aire, como costuras, juntas, mecanismos operativos externos.

Tenga presente que una costura es la unión o uniones entre dos piezas.

Cuando dos tapas o puertas sean contiguas, sus bordes comunes se considerarán como una sola costura.

La boquilla se moverá a lo largo de cada punto bajo prueba una sola vez a una velocidad nominal uniforme de 11 mm/seg o su equivalente de 7/16 in/seg.

Se permitirá la instalación de una tubería para igualar la presión interna y externa, pero no deberá servir como drenaje.

El espécimen de prueba deberá tener al menos una costura representativa de cada uno de los tipos de costuras de los cerramientos.

#### **8.4.3h Resultado prueba agua atomizada.**

De acuerdo a esta sección, se considerará que el recinto ha cumplido con los requisitos de esta prueba si no ha entrado agua en el interior del cerramiento.

#### **8.5 Prueba de hielo externa.**

Esta prueba está diseñada para simular lluvia helada, aguanieve y nieve.

Los cerramientos de tipo 3, 3X, 3R, 3RX, 4, 4X, 6 o 6P que no posean cavidades externas para atrapar agua cuando se instalan en la posición normal se considerarán aceptables y no sobre ellos no se requerirán pruebas.

De acuerdo a esta sección el cerramiento debe montarse en una habitación que pueda enfriarse a una temperatura de -7°C o su equivalente de 20 °F.

En la misma habitación se colocara también una varilla metálica para prueba de 1 pulgada o 25,4 milímetros de diámetro y 2 pies o 610 milímetros de largo en posición horizontal en un lugar donde reciba el mismo rocío general de agua que el cerramiento bajo prueba.

Se deben tomar medidas para rociar todo el cerramiento desde arriba con agua en un ángulo de aproximadamente 45 grados con respecto a la vertical. El agua debe estar a una temperatura comprendida entre 32°F (0°C) hasta 37°F (3°C).

Tenga presente que las instalaciones de rociado que proporcionan entre 40 hasta 80 litros por hora por metro cuadrado o su equivalente de 1 hasta 2 galones por hora por pie cuadrado han demostrado ser efectivas.

La temperatura ambiente se debe bajar a 35°F o su equivalente de 2°C. El rociado de agua debe iniciarse y continuarse durante al menos 1 hora, manteniendo la temperatura ambiente entre 33 °F (1 °C) hasta los 37 °F (3 °C).

Al termino de este tiempo, la temperatura ambiente deberá bajarse entre los 20 °F (-7 °C) y los 27 °F (-3°C) sin interrumpir el rociado de agua.

La tasa de cambio en la temperatura ambiente no es crítica y debe ser la que se pueda obtener dentro del rango dado, con los medios de enfriamiento empleados de aproximadamente 6,35 mm/hora (1/4 in/hora) y se continuará hasta que

se hayan formado 20 mm (3/4 in) de hielo en la superficie superior de la varilla. Posteriormente se debe interrumpir el rociado, pero la temperatura ambiente se debe mantener entre -7 °C y -3 °C (20 °F y 27 °F) durante 3 horas para garantizar que todas las partes del recinto y las capas de hielo se hayan igualado a una temperatura constante.

#### **8.5.1 Resultado Prueba de hielo externa.**

Se considerará que un cerramiento Tipo 3S o 3SX y sus mecanismos externos han cumplido con los requisitos de esta prueba si, mientras están cargados de hielo, pueden ser operados manualmente por una sola persona sin dañar el gabinete, el equipo encerrado o el mecanismo.

Cuando se proporcione un mecanismo auxiliar para romper el hielo, se incluirá y se utilizará en la prueba.

Se requiere una prueba separada para cada posición mantenida de cada operador externo. Si es necesario, debe ser posible acceder al interior del recinto utilizando una herramienta manual adecuada sin causar daño funcional al recinto.

Se considerará que los envoltentes de los tipos 3, 3X, 3R, 3RX, 4, 4X, 6 o 6P han cumplido los requisitos si al final de la prueba se encuentra que los envoltentes no presentan daños después de que el hielo se haya derretido.

#### **8.6. Prueba de protección contra la entrada de agua (Lavado con manguera).**

Esta prueba está diseñada para simular una condición de lavado con manguera.

Un recinto no ventilado que cumpla con los requisitos de esta prueba también se considerará que cumple con los requisitos de:

- Prueba de protección contra el acceso a partes peligrosas,
- Prueba de protección contra la entrada de agua (goteo y salpicaduras),

- Prueba de protección contra la entrada de agua (lluvia)
- Prueba de protección contra el ingreso de objetos extraños sólidos (polvo, pelusa, fibras y volantes que se llevan por el viento o circulantes).

Un recinto ventilado que cumpla con los requisitos de esta prueba también se considerará que cumple con los requisitos de:

- Prueba de protección contra la entrada de agua (goteo y salpicaduras),
- Prueba de protección contra la entrada de agua (lluvia)

#### **8.6.1 Método de prueba de protección contra la entrada de agua**

Para efectuar esta prueba el cerramiento y sus mecanismos externos deben estar sujetos a un chorro de agua de una manguera que tenga una boquilla de 25 mm o su equivalente de 1 pulgada de diámetro interior que suministre al menos 240 litros o 65 galones por minuto.

La boquilla se mantendrá a una distancia entre 3 a 3,5 m o su equivalente de 10 a 12 pies del recinto, y el rociado de agua se dirigirá a todos los puntos de posible entrada de agua, como costuras, juntas, mecanismos operativos externos, etc.

Recuerde que se define que una costura es la unión o uniones entre dos piezas. Cuando dos tapas o puertas sean contiguas, sus bordes comunes se considerarán como una sola costura. La boquilla debe moverse a lo largo de cada punto de prueba una vez a una velocidad nominal uniforme de 6 mm/seg o a ¼ in/seg.

Se permitirá la instalación de un conducto para igualar las presiones interna y externa, pero no deberá servir como drenaje.

### **8.6.2 Resultado prueba de protección contra la entrada de agua**

De acuerdo a esta sección, se considerará que el recinto ha cumplido con los requisitos de esta prueba si no ha entrado agua en el interior del cerramiento.

En el próximo boletín técnico continuaremos este importantísimo tema, culminando con la sección de pruebas sobre los cerramientos, los espero.