

Efectos térmicos de contracción y expansión en bandejas portacables.

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADERO Y VENTAS
División materiales eléctricos

1. General.

En todo sistema de canalización eléctrica o no se deben considerar los efectos que tiene la temperatura sobre los materiales que la conforman, esto se debe a que todos los materiales tienen un coeficiente de dilatación que responde al calor a que son sometidos.

La dilatación se produce por los efectos de altas temperaturas, pero una vez que estas altas temperaturas bajan su nivel el material vuelve a sus condiciones originales, salvo en los casos en que se exceda los niveles de temperaturas que producen deformación permanente.

Para el caso de las bandejas portacables fabricadas de metal como acero y aluminio se ha estudiado su comportamiento obteniéndose resultados que pueden ser tabulados y utilizados en canalizaciones con estos materiales.

Para una mejor comprensión de lo expuesto en este boletín se debe haber asimilado previamente el contenido del boletín técnico N° 4 comportamiento de las bandejas portacables a altas temperaturas publicado en agosto 2016.

2. Contracción y expansión de bandejas portacables.

La Sección 300-7(b) Juntas de dilatación del Código Eléctrico Nacional establece que las secciones de canalizaciones sujetas a dilatación o contracción térmica, deberán estar provistas de juntas de dilatación para compensar dichos efectos.

Para los sistemas de canalización por bandejas portacables las uniones de expansión desempeñan este importante papel en donde sea necesario compensar expansiones o contracciones térmicas.

La temperatura al momento de la instalación permitirá obtener la abertura o separación entre los extremos de los rieles laterales que también es denominado gap.

De manera natural se tienen bajos diferenciales de temperatura, esto es tangible tocando cuerpos metálicos durante el día y luego durante la noche, de igual forma, se tienen altos diferenciales de temperatura, cuando por ejemplo, la instalación de bandejas portacables se encuentra en una zona de calderas, donde existen altas temperaturas hasta el período de mantenimiento, en el cual son apagadas hasta alcanzar la temperatura ambiente.

3. Unión de expansión.

Es un dispositivo que permite la excursión de por lo menos 25 mm bien sea por contracción o expansión del sistema de bandejas portacables. Está diseñada para absorber el desplazamiento generado por efectos térmicos. En la figura 1 se puede apreciar esta unión.

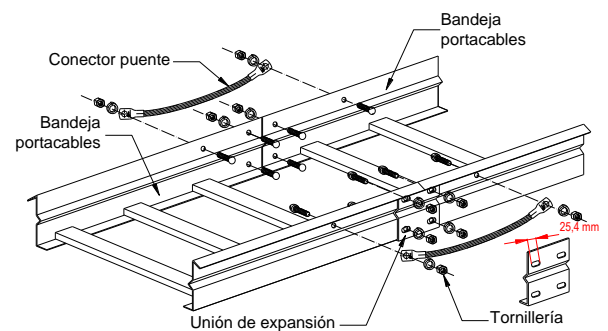


Figura 1. Unión de expansión

Este tipo de unión requiere de conexiones eléctricas a través de un conector puente (bonding jumper) para garantizar la continuidad eléctrica entre los rieles laterales, tal como se observa en la figura 1.

De igual forma, requiere de tuercas de seguridad o de otra tuerca para ser usada de contratuerca, en la figura 2 se aprecia una tuerca de seguridad en la cual se observa en su parte superior un anillo empotrado de nylon formando parte integral de la tuerca, con ello se logra que no se afloje y que no sea necesaria un torque para fijarla.



Figura 2. Tuercas de seguridad

Como ya hemos comentado, es importante que la contracción y la expansión térmica sean consideradas al proyectar instalaciones de sistemas de bandejas.

La longitud del tendido de bandejas portables y el diferencial de temperatura regulan el número de empalmes de expansión que se requieren, como veremos más adelante en la figura 8 y la Tabla 1.

4. Procedimiento para la obtención de la abertura o intersticio (GAP)

Para obtener la abertura que debe existir entre los extremos de los laterales de las bandejas portables contiguas en donde se colocará la unión de expansión, se debe disponer de la información del sitio de la instalación, y de la gráfica que señala la abertura (GAP) que se ilustra en la figura 3.

La información requerida puede ser solicitada al fabricante de bandejas portables y las temperaturas tanto máximas como mínimas en grados Celsius o Fahrenheit del sitio que tendrá el metal al momento de hacer la instalación de las bandejas portables, a través del organismo de meteorología.



Figura 3. Gráfica para la obtención del intersticio

Una vez obtenidos los datos de temperatura máxima y mínima que se hayan registrado en la zona en donde se va a realizar la instalación, se procede de la forma descrita a continuación:

Por ejemplo, si las temperaturas registradas en una determinada zona del país durante el año han sido las siguientes:

- Temperatura máxima: 35°C
- Temperatura mínima: 21°C

- Temperatura al momento de la instalación: 27°C
- Diferencial de temperatura: 14°C

Paso 1.

Se señala sobre el eje vertical de temperatura máxima ubicado en el lado izquierdo de la gráfica para obtención de intersticio mediante una pequeña marca, la temperatura más alta registrada durante el año en el lugar de la instalación.

El valor que se empleará para este ejemplo es de 35°C tal como se observa en la figura 4.

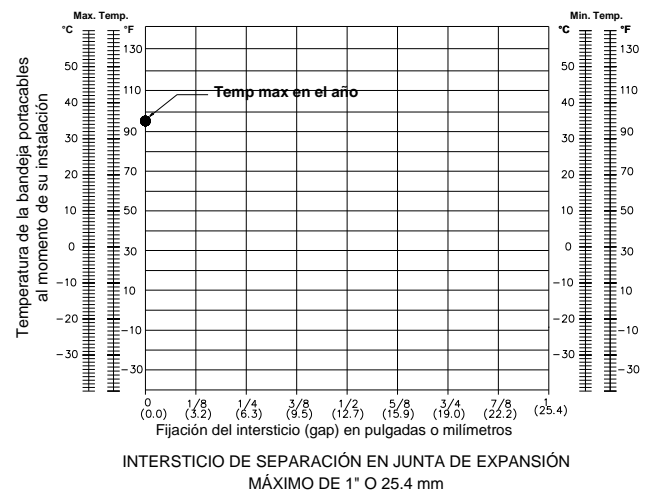


Figura 4. Gráfica con temperatura máxima en el año

Paso 2.

En forma análoga al paso 1, se señala sobre el eje vertical de temperatura mínima ubicado en el lado derecho de la gráfica, mediante una pequeña marca, la temperatura más baja esperada durante el año en el lugar de la instalación.

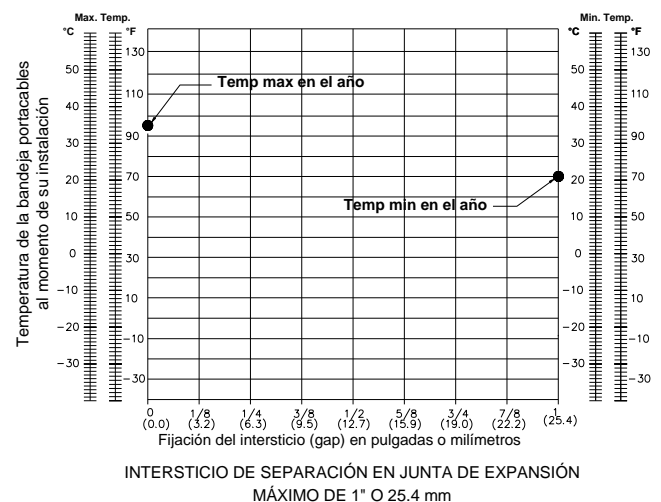


Figura 5. Gráfica con temperatura mínima en el año

El valor que se empleará para este ejemplo es de 21°C, tal como se observa en la figura 5.

Paso 3.

Una vez ubicados las temperaturas máxima y mínima sobre el formato, se dibuja una línea que una los puntos marcados sobre los ejes verticales realizados en los pasos anteriores, es decir, entre el punto de máxima y mínima temperatura registrados en un año.

En la figura 6 se puede observar el trazado de la línea que une los puntos señalizados en el eje de temperatura máxima y mínima.

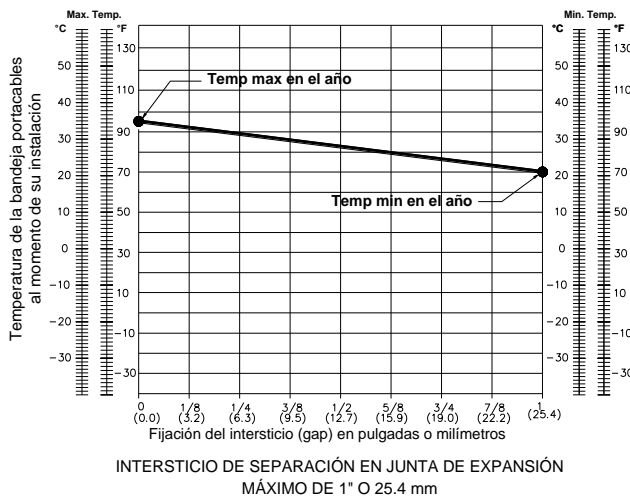


Figura 6 Línea que une ambos puntos

Paso 4.

Al término de los pasos anteriores, para determinar la separación entre los extremos de los rieles laterales, requerida para la colocación de uniones de expansión, que debe ser fijada para el momento de la instalación de la bandeja portacables debemos tomar la temperatura del metal que compone la bandeja portacables al momento de su instalación.

Con esta medición se ubica sobre el eje de máxima o mínima temperatura el punto que deberá estar situado entre los que conforman la línea trazada entre ambas temperaturas máxima y mínima, para este ejemplo tomaremos el eje de máxima temperatura.

Ubicado el punto sobre el eje de máxima temperatura se proyecta este valor de temperatura hasta interceptar con la línea que une las temperaturas máxima y mínima del paso 3.

De este punto de la intersección en la línea, se proyecta hacia abajo de forma perpendicular al eje horizontal

denominado intersticio de separación en junta de expansión para encontrar la abertura (GAP) requerida.

Tal como se observa en la figura 7, para este ejemplo, es de unos 14 milímetros. Ésta es la dimensión de la abertura a colocar en la junta de expansión.

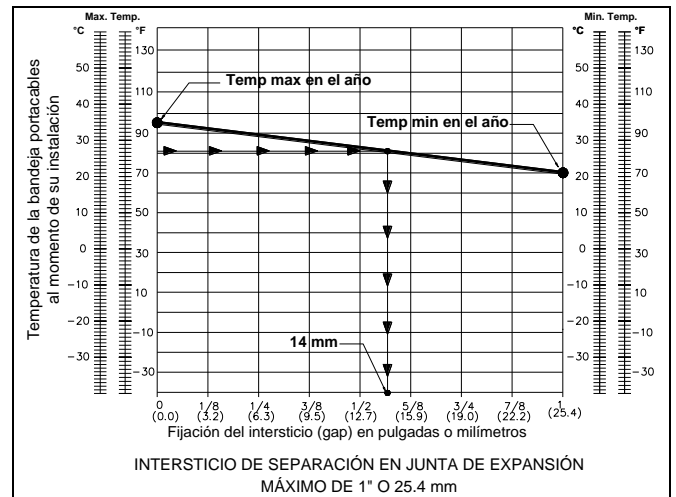


Figura 7. Gráfica para obtención de intersticio

5. Procedimiento para establecer la separación de las uniones de expansión.

Una vez obtenido por el procedimiento, anterior la abertura o intersticio entre los extremos de rieles laterales, se procede a definir cada cuanto metro se debe dejar estos intersticios en el tendido de la canalización.

La localización de las uniones de expansión se puede efectuar de dos formas:

- Mediante la aplicación de la tabla 3.
- Mediante cálculo

6. Procedimiento mediante aplicación de la tabla 3.

Para el ejemplo desarrollado en el punto 9.3.1, el diferencial de temperatura resultó ser 14°C, con este valor se busca en la tabla 3 el valor más cercano para una bandeja portacables de acero, lo cual corresponde a un diferencial de temperatura de 14°C.

Para este diferencial se establece que cada 156 metros se debe dejar una abertura entre los extremos de laterales colindantes, para colocar posteriormente uniones de expansión que permitan la contracción o expansión lineal de las bandejas de acuerdo al tipo de material del cual están fabricadas.

Lo anterior se aplica según la longitud de la bandeja portacables a instalar. Tomando 2,4 metros, se deben colocar uniones de expansión cada 65 bandejas. En la

figura 8 se puede ver la localización de uniones de expansión.

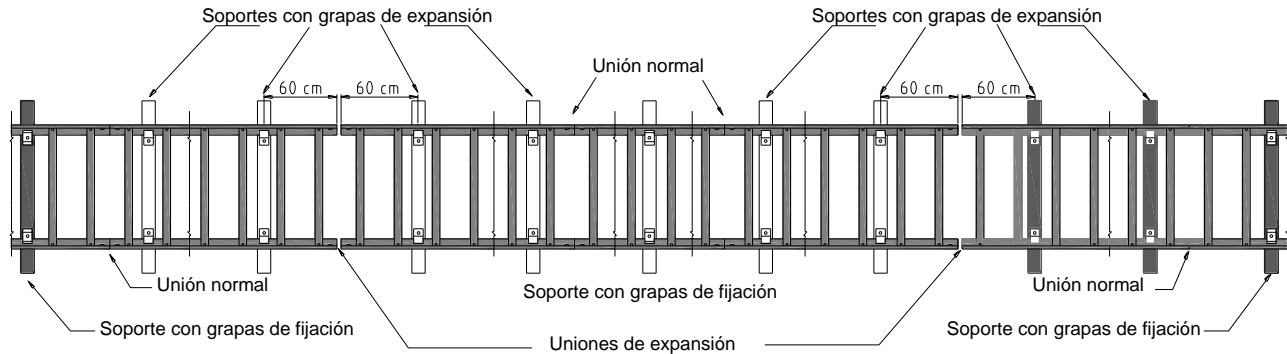


Figura 8. Localización de uniones de expansión

En la Tabla 1 siguiente, la cual está basada en la correspondiente tabla 8.3 de las normas americanas NEMA V2 se muestran las separaciones permitidas entre las juntas de expansión para valores diferenciales de temperatura en canalizaciones de bandejas portacables tanto de acero, acero inoxidable, así como de aluminio.

Tabla 1. Espaciado máximo entre juntas de expansión para proveer 25,4 mm de movimiento

| Diferencial de temperatura / año | | Acero | | Aluminio | | Acero inoxidable 304 | |
|----------------------------------|-----|-------|-----|----------|-----|----------------------|-----|
| °C | °F | m | ft | m | ft | m | ft |
| 14 | 25 | 156 | 512 | 79 | 260 | 106 | 347 |
| 28 | 50 | 78 | 256 | 40 | 130 | 53 | 174 |
| 42 | 75 | 52 | 171 | 27 | 87 | 35 | 116 |
| 56 | 100 | 39 | 128 | 20 | 65 | 27 | 87 |
| 70 | 125 | 31 | 102 | 16 | 52 | 21 | 69 |
| 83 | 150 | 26 | 85 | 13 | 43 | 18 | 58 |
| 97 | 175 | 22 | 73 | 11 | 37 | 15 | 50 |

NOTA 1 El diferencial de temperatura es la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima registrada durante un año

NOTA 2 Los diferenciales de temperatura de la tabla no son equivalencias de temperatura. No corresponde a una conversión de temperatura.

7. Procedimiento mediante cálculo.

Cuando no se dispone de la tabla 1 o el diferencial de temperatura no se indica en la tabla y se requiere

mayor precisión, la separación entre uniones de expansión se debe calcular como sigue:

Se aplica la fórmula:

$$D = E / (KT)$$

Donde;

D = Distancia de separación entre uniones de expansión expresada en metros (m)

E = Movimiento permitido por la unión de expansión expresada en metros (m)

T = Diferencial de temperatura [Temperatura máxima- temperatura mínima] (°C)

K = Coeficiente de expansión lineal del material (°C⁻¹)

Valores típicos del coeficiente K para algunos metales:

- Acero = $1,2 \times 10^{-5}$ (°C⁻¹)
- Aluminio = $2,4 \times 10^{-5}$ (°C⁻¹)
- Acero inoxidable calidad 316 = 16×10^{-5} (°C⁻¹)
- Otro material: consultar al fabricante correspondiente

Ejemplo de cálculo empleando bandejas portacables tipo escalera de acero

Donde:

E = Movimiento permitido por la unión de expansión (varía según cada fabricante) mínimo = 0,0254 m

T = Diferencial de temperatura [Temperatura máxima= 35°C – temperatura mínima= 21°C] = 14°C

$$K = 1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Aplicando la formula correspondiente se tiene:

$$D = E / (KT) = 0.0254 \text{ m} / (1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 14^\circ\text{C})$$

$$D = 151,19 \text{ m}$$

Lo anterior aplicado según la longitud de la bandeja portacables a instalar. Tomando 2,4 metros que es el largo más comercial, se deben colocar uniones de expansión cada 63 bandejas portacables.

En la figura 9 se puede ver la localización de uniones de expansión así como las normales o rígidas.

8. Ubicación de soportes y grapas.

La colocación de soportes y grapas se realizará de acuerdo a lo siguiente:

- ✓ Los soportes se deben localizar en ambos lados contiguos a un empalme o unión de expansión
- ✓ En estos soportes deben estar colocadas las grapas o guías de expansión. Este tipo de grapas las comentaremos mas adelante.

- ✓ Los soportes deben localizarse a una distancia aproximada de 60 centímetros del empalme de expansión para asegurar que el empalme operará apropiadamente.

- a) A continuación de estos soportes con guías de expansión se colocaran los soportes con grapas de fijación y de igual forma, también se instalaran las uniones normales o rígidas, como se puede apreciar en la figura 9.

En la figura 9 se puede observar todo el arreglo en conjunto de la instalación: los soportes, uniones de expansión, uniones normales, grapas de fijación y grapas de expansión en una canalización de bandejas portacables.

Si no se siguen estas pautas para la contracción o expansión térmica de las bandejas portacables, existe una alta probabilidad que la canalización mediante bandejas portacables se suelten de sus soportes, se deformen y/o colapse la instalación.

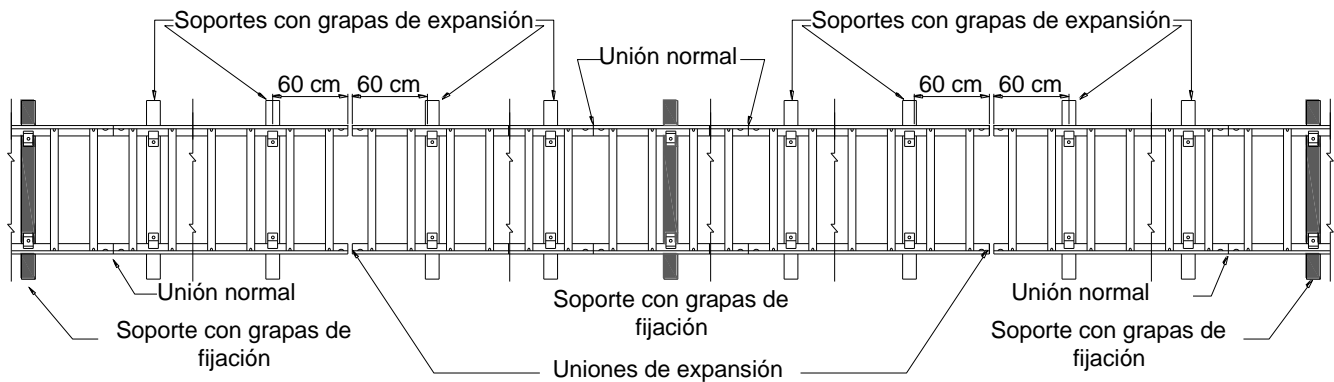


Figura 9. Ubicación de soportes, grapas, uniones y uniones de expansión

Es una responsabilidad del proyectista diseñar con base a los requerimientos de excursión o comportamiento de las bandejas portacables ante los cambios de temperatura para evitar situaciones de emergencia por colapso de la canalización.

9. Grapas de expansión

La bandeja portacables no debe sujetarse firmemente a cada soporte para poder permitir que la misma pueda contraerse o expandirse sin distorsión.

El elemento que permite que los rieles laterales deslicen entre los elementos de contención y a su vez evite que la bandeja se salga de los soportes o pierda su sujeción, se denomina grapa de expansión o guía de expansión.

Como se puede observarse en la figura 10 esta grapa no aprisiona o sujeta firmemente a la bandeja, solo actúa como guía o carril. De igual forma, en la imagen se aprecia como se instala en los rieles de la bandeja.

Las guías de la expansión permiten a la bandeja portacables deslizarse de un lado a otro cuando se contrae o se expande por efectos térmicos sin salirse de los soportes.

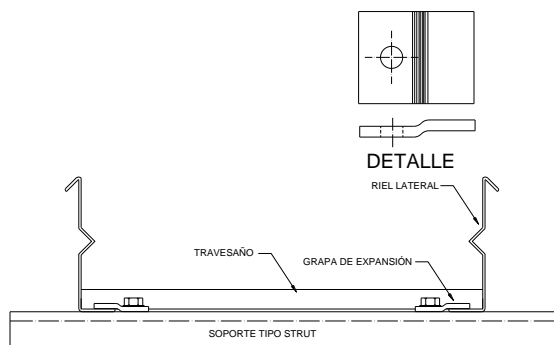


Figura 10. Grapas de expansión

10. Grapas de fijación

La bandeja portacables necesita ser fijada al soporte en el punto medio entre las uniones o juntas de expansión con grapas de fijación y afianzada por guías de expansión en los otros soportes.

Los elementos que intervienen en la fijación firme de la bandeja recaen sobre las grapas de fijación, estos accesorios están diseñados de forma tal que al aplicarles torsión a los pernos que la componen se van ajustando de forma firme evitando desplazamiento o que se zafe de los soportes la bandeja.

En la figura 11 se puede observar a la misma y así como es su instalación en los rieles de la bandeja.

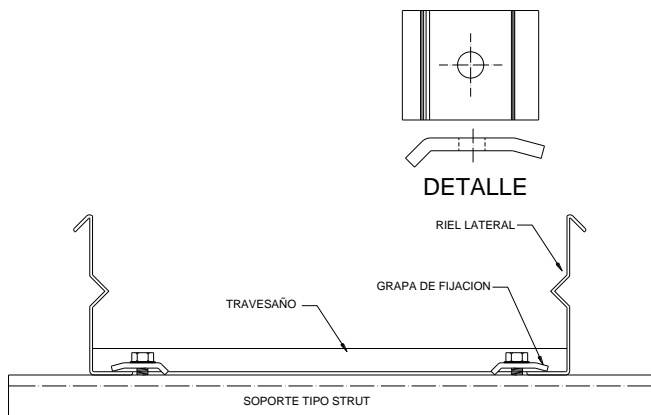


Figura 11. Grapas de fijación