

Sika Informaciones Técnicas

Juntas en la construcción y su correcto sellado

Técnicas y Materiales

Otras publicaciones Sika:



Construcción



ISSN-0122-0594

Sika Informaciones Técnicas

Juntas en la construcción y su correcto sellado

Técnicas y Materiales

BARRANQUILLA
Calle 30 No. 1-25
Centro Ind. B/quilla.
Tels.: (5) 334 4932 - 334 4934
Fax: (5) 334 4953
E-mail:
barranquilla.ventas@co.sika.com

BOGOTA
Calle 15A No. 69 - 90
Tel.: (1) 412 3300
Fax: (1) 424 7235
Bogotá, D.C.
E-mail:
bogota.ventas@co.sika.com

CALI
Calle 13 No. 72 - 14
Centro Comercial Plaza 72
Tels.: (2) 330 2171 - 330 2162
330 2163 - 330 2170
Fax: (2) 330 5789
E-mail:
cali.ventas@co.sika.com

CARTAGENA
Albornoz - Vía Mamonal
Carrera 56 No. 3-46
Tels.: (5) 667 2216 - 667 2044
667 2216
Fax: (5) 667 2042
E-mail:
cartagena.ventas@co.sika.com

EJE CAFETERO
Carrera 10 No.34-41
Bodega No.2
Dosquebradas - Risaralda.
PBX: (6) 332 7020 / 40 / 60
Fax: (6) 322 2729
E-mail:
pereira.ventas@co.sika.com

MEDELLIN
Km. 34 Autopista
Medellin - Bogotá
Rionegro
PBX: (4) 530 1060
Fax: (4) 530 1034
E-mail:
medellin.ventas@co.sika.com

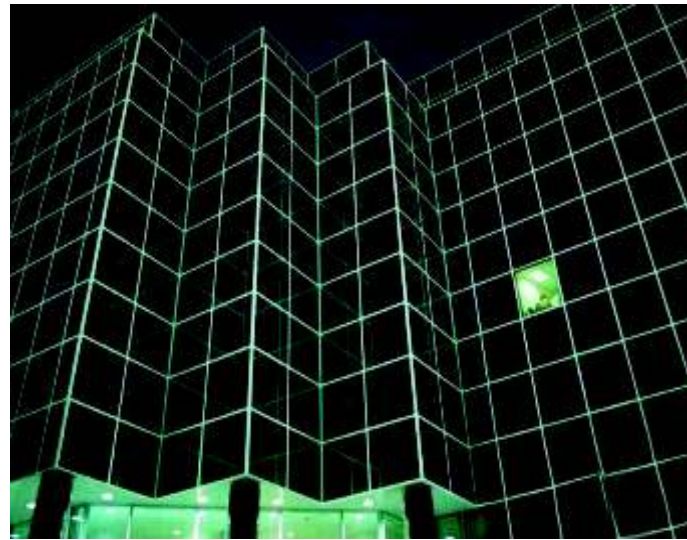
ORIENTE
Calle 15A No. 69 - 90
Tel.: (1) 412 3300
Ext.: 473/474/477
Telefax: (1) 412 3300 Ext.: 478
Bogotá, D.C.
E-mail:
oriente.ventas@co.sika.com

SANTANDERES
Calle 21 No. 27-54 Bucaramanga
Tels.: (7) 645 1032 - 632 7598
632 7329 - 635 0595
Fax: (7) 634 1304
E-mail:
santander.ventas@co.sika.com

Sika Colombia S.A.
Internet: www.sika.com.co • E-mail: sika_colombia@co.sika.com



DCT-SI-64-05-2006



Contenido

Introducción

1. Necesidad de las juntas
2. Tipos de juntas
3. Materiales y tipos de sellos
4. Diseño, localización y ejecución de juntas selladas
5. Reparación de juntas
6. Ejemplos de diferentes técnicas para juntas en obras civiles
7. Estándares y especificaciones
8. Bibliografía

Juntas en la construcción y su correcto sellado



Introducción

Factores importantes dentro del concepto de la impermeabilización de las construcciones lo constituye la correcta disposición, conformación constructiva y sello hermético de las juntas. De esto depende en buen grado la conservación y el adecuado funcionamiento de las construcciones, ya sean de concreto o mampostería tanto en edificios como en obras civiles.

Por lo tanto, el concepto de junta y su correcto sellado deben estar involucrados en el diseño de la estructura y en ningún caso se debe permitir que esto se efectúe de manera arbitraria durante la etapa de construcción. En caso de presentarse fallas en el sistema de las juntas, pueden surgir grandes daños en la construcción, lo que conlleva a efectuar reparaciones en general costosas.



Juntas en la construcción y su correcto sellado

1. Necesidad de las juntas

En este capítulo se presentarán las razones por las cuales en las construcciones tanto de edificios como de obras civiles hay necesidad de colocar juntas [5].

1.1 Movimientos entre elementos de la construcción y necesidad de sellantes mejorados en edificios

Antes de la segunda guerra mundial los edificios eran construidos con materiales tradicionales: concreto, ladrillos, madera, marcos de acero en los rascacielos norteamericanos, la construcción era homogénea (la estructura era hecha de un solo material), y por lo tanto no había muchos movimientos entre dos elementos diferentes de la estructura.

Junto con esto, el único compuesto de sello existente era con base en oleoresinas o bituminoso el cual tiene una elongación o elasticidad muy baja y un pobre envejecimiento así que él se fisuraba si la elongación de las aberturas entre los elementos excedían un pequeño porcentaje.

Inmediatamente después de la guerra, los norteamericanos y luego los europeos empezaron a usar partes prefabricadas en los edificios: paneles sandwich (hechos de varios materiales: acero, aluminio, paneles de vidrio, madera prensada para las fachadas y espuma de aislamiento en el interior para el núcleo), ventanas prefabricadas (hechas de metal, madera y más tarde PVC), puertas prefabricadas, particiones (frecuentemente hechas de paneles de yeso), losas para pisos y paredes exteriores de concreto prefabricado, etc.

Estas diferentes partes y materiales habían de ser conectadas y unidas a la estructura principal y a ellas mismas, vacíos siempre existían entre los elementos de la construcción y un gran problema era: cómo unir, conectar, sellar (contra agua, humedad, polvo, insectos, viento), cómo impermeabilizar estas partes juntas y permitir los movimientos que ocurrían entre los elementos.

Los coeficientes de expansión térmica de esta variedad de materiales son algunas veces muy diferentes así que el compuesto de sello requerido necesitaba ser altamente flexible con el fin de tolerar los movimientos.

Además, los constructores desean construir rápido y algunas veces el concreto o el mortero no está aun completamente seco cuando el sello es hecho, de tal forma que movimientos posteriores debido a la variación de humedad y contenido de agua ocurren después del sellado y aquí de nuevo los compuestos de sello deben resistir los movimientos resultantes.

En los rascacielos, la estructura total del edificio estaba sujeta a grandes movimientos resultantes del efecto del viento sobre las fachadas y por lo tanto los movimientos ocurrían también entre los elementos de la estructura.

Además los edificios eran mucho más grandes que en el pasado y fue necesario tener aberturas entre los elementos con el fin de permitir movimientos debido a la expansión o retracción, a cambios dimensionales debido a variación del contenido de humedad, al viento, al

asentamiento de edificios pesados en el terreno después de su levantamiento, sismo, etc.

Estas aberturas debían sellarse con compuestos elásticos que pudieran resistir todos los movimientos de los elementos. Por todas estas razones, los fabricantes de los compuestos de sello debían desarrollar nuevos sellantes que se pudieran acomodar a estos movimientos más grandes comparados con los sellantes del pasado.

1.2 Movimientos de las estructuras y juntas en obras civiles

Las obras civiles usan solamente concreto, acero y recubrimientos superficiales de vías (asfálticos o bituminosos). En las obras civiles algunas partes de la construcción pueden ser muy grandes, por ejemplo, segmentos de puentes de concreto, presas, o aún losas de concreto de vías o aeropuertos que pueden alcanzar 10 metros de longitud. Por lo tanto los movimientos esperados pueden ser también grandes.

Hay 6 causas diferentes de movimientos:

- Expansión y contracción térmica.
- Expansión y contracción a corto plazo debido a la variación del contenido de agua en el concreto.
- Retracción a largo plazo del concreto: después del vaciado el concreto perderá lentamente el exceso de agua que fue usada en el mezclado. Este es un proceso lento: la retracción total en países europeos es 2.4×10^{-4} . El 20 a 30 % de ésta ocurre durante el mes siguiente al vaciado, 70 % después de un año, 90 % después de 5 años.
- Fluencia plástica del concreto: bajo su propio peso el concreto tendrá flujo plástico muy lentamente: una sección muy grande de un puente recto en la construcción, se volverá ligeramente curvo después de años.
- Las cargas aplicadas a la construcción y por ejemplo cargas de tráfico a las losas de los puentes, a los pavimentos de vías, etc.
- Movimientos del suelo que pueden ser normales tales como asentamiento del suelo o movimientos menos esperados debido a inundaciones, sismos.



Sellado de junta entre vidrio y marco de ventana

Se puede entender que en la combinación de todos estos movimientos pueden resultar muy grandes movimientos de la estructura o de partes de ella y por lo tanto, al igual que en la construcción de edificios, es necesario diseñar vacíos o juntas entre los elementos de la construcción con el fin de permitir estos movimientos sin rotura o fisuración de la construcción. Por esta razón, a la junta se le puede definir como fisura artificial.

También por razones prácticas se colocan juntas con o sin movimiento llamadas juntas de construcción, como por ejemplo debido a:

- Subdivisión de la construcción debido al sistema constructivo empleado.
- Subdivisión de acuerdo con el rendimiento del vaciado del concreto y el tipo de formaleta a usar.
- Paradas del vaciado del concreto por causas impredecibles.

2. Tipos de juntas

A continuación se presentan ejemplos de tipos juntas y su sellado tanto en edificios como en obras civiles [3,5,8,9,10].

2.1 Los diferentes tipos de juntas en edificios

A continuación se listan los principales tipos de juntas en edificios de acuerdo con los materiales y partes a ser unidas y selladas. Se incluirán diferentes tipos de estructuras: concreto el cual es ampliamente usado, acero ampliamente usado en Estados Unidos para grandes edificios, rascacielos, ladrillo, madera, éste último usado sólo para pequeños edificios y principalmente en los países nórdicos. Ventanas y puertas hechas de PVC, madera, aluminio. En las figuras

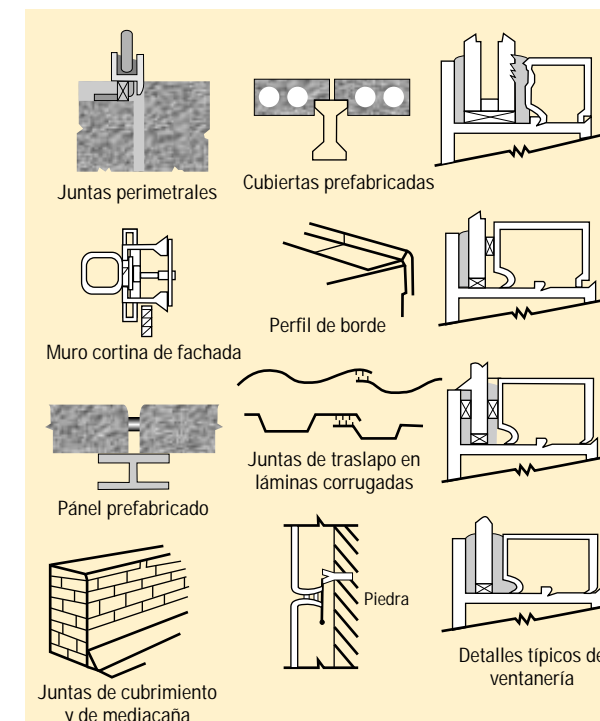


Figura 1: Tipos de juntas y usos típicos de sellantes en edificios [5]

1 y 2 se muestran ejemplos de tipos de juntas y uso de sellantes en edificios

Albañilería: concreto, ladrillos

Juntas de expansión y contracción

Cuando una pared o piso de concreto tiene dimensiones muy grandes, pueden aparecer fisuras resultantes de la retracción del concreto después del secado completo y puede ser también un problema la expansión resultado de la entrada de agua. Entonces se debe dividir en secciones más pequeñas, separadas por vacíos o juntas de tal forma que el concreto puede cambiar sus dimensiones sin efectos adversos. Estas juntas deben ser llenadas con un sellante apropiado.

En todo país las reglas de construcción indican las dimensiones máximas de una sección individual.

Juntas de separación

Cuando un edificio se extiende en una longitud larga sobre el terreno, las diferentes partes del edificio deben ser separadas, de tal forma que una sección se mueva sin afectar la sección adyacente (el terreno se puede mover diferente de un lugar a otro, una parte del edificio se puede mover en una dirección diferente).

Esto es obligatorio en países sísmicos: los edificios deben estar separados uno del otro de tal forma que si un evento sísmico ocurre la caída de un edificio o movimiento de cada uno de ellos no afectará al edificio vecino. De nuevo los arquitectos deben seguir las reglas de construcción relevantes.

Páneles y losas de concreto prefabricados

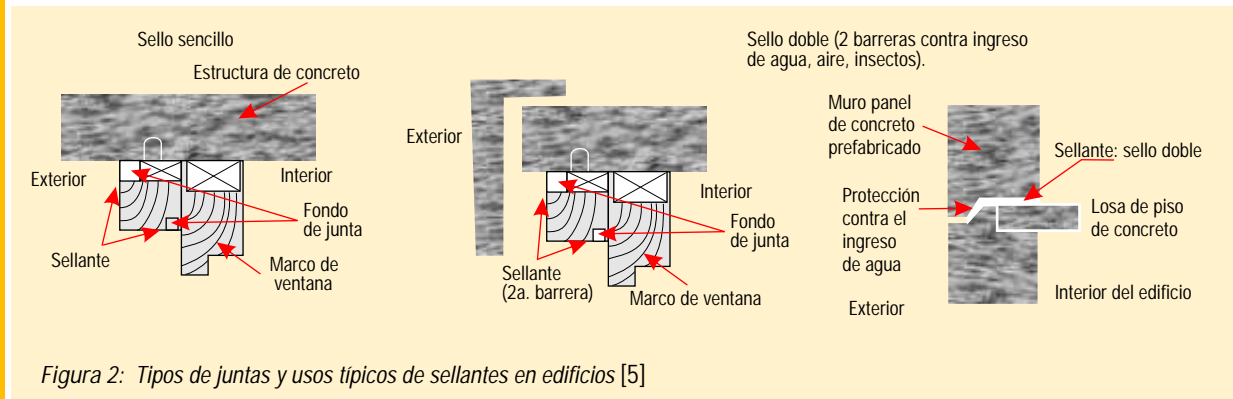
• Paneles pared prefabricados de concreto son instalados con una junta vacía entre los paneles.

La figura 2 muestra algunas configuraciones de las juntas; algunas tienen sello sencillo y otras sello doble.



Colocación de sello en juntas de traslape en láminas o tejas corrugadas

Juntas en la construcción y su correcto sellado



Además, hay juntas entre el muro panel y el piso.

- Losas de piso prefabricadas son también instaladas con juntas entre las losas (Figura 1).

Fachadas ligeras prefabricadas, paredes cortina

Aquí hay muchos tipos diferentes de juntas:

- Juntas verticales y horizontales entre paneles sandwich o paneles laterales decorativos y la estructura, entre dos paneles, entre paneles sandwich y ventanas. En estos casos, los materiales son frecuentemente muy diferentes en cuanto a las expansiones térmicas: por ejemplo, en juntas entre paneles de vidrio y paneles de metal.
- Juntas entre paredes cortina y pisos (estos últimos pueden ser de concreto o acero en edificios de gran altura)
- Juntas entre paredes laterales metálicas y la estructura (la cual puede ser de acero o concreto).

Ventanas y puertas

- Juntas entre marcos de ventanas (madera, PVC o aluminio) o puertas y concreto o mampostería,
- Juntas entre vidrio y ventanas, vidrio y marcos metálicos
- Juntas entre marcos de ventanas y paredes cortina de fachada,
- Casos especiales de edificios altos (altas presiones de aire, movimientos).

Cubiertas

- Juntas entre paneles de cubierta corrugados,
- Juntas alrededor de cobertizos, chimeneas,
- Juntas entre paneles metálicos de cubierta,
- Juntas entre recubrimientos impermeables de cubierta,
- Juntas en terrazas, balcones.

Paneles de vidrio, vidrioado

- Vidriado de paneles de vidrio simple sobre ventanas de madera, aluminio o PVC,
- Vidriado de ventana doble aislada,
- Fabricación de ventana doble aislada (sellado entre paneles de vidrio y espaciadores metálicos).
- Vidrio estructural arquitectónico (pega y sello es hecho en fábrica, nunca en sitio).
- Sellado vidrio con vidrio para almacenes, edificios.
- Vidrio de seguridad, vidrio plástico (policarbonato, acrílico).
- Caso especial de edificios altos (debido a reglas de seguridad y presión de viento).



Sellado de junta entre vidrio y marco, entre marco y muro en ventana

Particiones interiores y otros usos internos

Aquí no hay necesidad de resistir el agua, la lluvia y los movimientos son generalmente más pequeños, así que sellantes flexibles no son necesarios y usualmente las juntas son llenadas con productos rígidos.

- Sellado entre particiones y pisos, cielo rasos y paredes.
- Sellado de ductos metálicos de aire acondicionado (metal a metal).
- Sellado de tuberías, ductos que atraviesan las paredes (algunas veces son requeridos sellantes resistentes al fuego).

Equipo sanitario, baldosas cerámicas, piedras

- juntas entre equipo sanitario o baldosa cerámica y paredes o piso.
- juntas entre baldosas en la vecindad de juntas de expansión

Trabajos especiales

- Sello al fuego.
- Sellado en piscinas, estanques.
- Juntas sísmicas.
- Países muy fríos o muy cálidos.
- Reparación de sellos

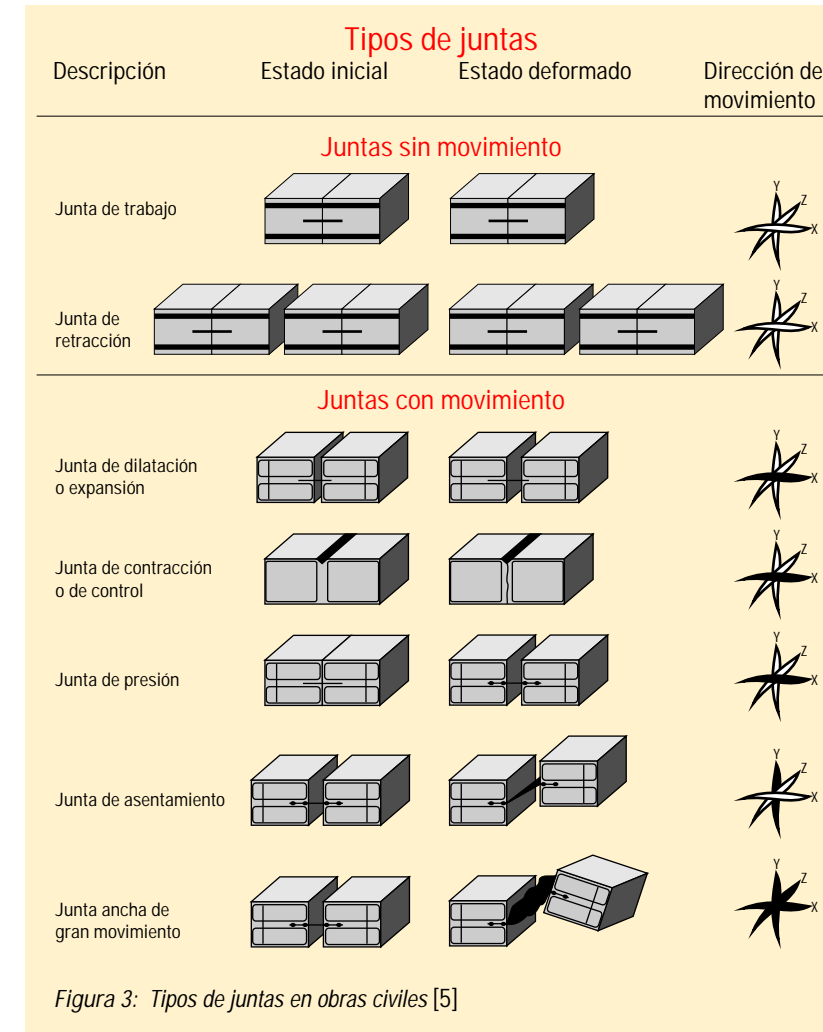


Figura 3: Tipos de juntas en obras civiles [5]



Sellado de junta entre losa y muro de concreto con sello de PVC

De esta lista tan larga se puede entender que hay muchos materiales diferentes, muchos requerimientos diferentes y esto explica que haya muchos tipos diferentes de sellantes que se explican en detalle más adelante y muchas reglas y códigos de práctica diferentes de acuerdo con el trabajo a ser ejecutado. Los sellantes usados en obras civiles se analizarán mas adelante.

2.2 Los diferentes tipos de juntas en obras civiles

Básicamente las juntas las podemos dividir en dos grandes grupos de acuerdo con el movimiento que ellas permiten:

- Juntas sin movimiento
- Juntas con movimiento

A su vez cada grupo se subdivide en diferentes tipos de juntas, de acuerdo con la configuración constructiva de la junta y a la dirección en la cual la junta permite el movimiento de las secciones (Figura 3):

Juntas sin movimiento:

- Junta de trabajo o construcción (o juntas frías)
- Junta de retracción

Juntas con movimiento:

- Junta de dilatación o expansión
- Junta de contracción (o inducida, aparente, falsa, control)
- Junta de presión (o junta a tope)
- Junta de asentamiento
- Junta ancha de gran movimiento

Existen también algunos tipos de juntas especiales como la junta con articulación y la junta protectora al fuego.

Se habla de junta de conexión, por ejemplo, en la unión entre losa de piso y muro y en general cuando se unen dos elementos de diferentes materiales.

Todos los tipos de juntas con movimiento requieren un sello adecuado de acuerdo con los requerimientos de uso de la estructura. Las juntas sin movimiento requieren de sello o no dependiendo del caso (ver capítulo 3).

Juntas sin movimiento

Las juntas constructivas sin movimiento se producen cuando se interrumpe el vaciado del concreto por un periodo de tiempo tal que el concreto se endurece completamente antes de que el proceso de vaciado continúe.

Juntas en la construcción y su correcto sellado

Este tipo de juntas también se conoce como juntas frías, de construcción o de trabajo.

Esta interrupción puede ser planeada o producirse por causas de fuerza mayor como por ejemplo debido a fallas de los equipos, condiciones climáticas desfavorables, retraso de la llegada del concreto, etc.

La localización y conformación de las juntas se rige de acuerdo a la programación de los trabajos, al rendimiento de la planta de fabricación del concreto, del tipo y sollicitación del elemento y en las superficies exteriores según las exigencias estéticas. Desde el punto de vista estético las juntas constructivas no son deseables. No se debe producir un movimiento entre los elementos y por lo tanto una apertura de la junta; esto se debe evitar mediante una unión monolítica e impermeable de los elementos. La superficie del primer vaciado puede recibir una capa de imprimante o adhesivo con el fin de mejorar la adherencia entre el concreto fresco y el concreto endurecido.

Aun en el caso de una buena ejecución, las juntas constructivas forman sitios débiles en el cuerpo del concreto, que entorpecen el efecto de unidad. Por lo tanto se debe limitar su número y colocarlas en los sitios menos sollicitados por las cargas.

Las juntas constructivas sin movimiento también se emplean cuando se quiere controlar o aliviar las fuerzas adicionales en el concreto producidas por el calor de hidratación y la retracción plástica.

En este caso el vaciado del concreto se efectuará en forma de cuadros de ajedrez o dejando vacíos para ser llenados posteriormente. A este tipo de juntas constructivas se les conoce por este motivo como juntas de retracción.

Juntas con movimiento:

Las juntas con movimiento son aquellas que permiten el movimiento entre sí de dos secciones adyacentes de la construcción; este movimiento puede ser completamente libre o con alguna restricción no peligrosa para la estructura.

Los posibles movimientos de las juntas ya fueron explicados en el capítulo 1. Todas las deformaciones se suman geoméricamente para tener el efecto final o deformación total de la junta.

La disposición y deformación constructiva de las juntas con movimiento debe ser definida por el ingeniero proyectista. La disposición de este tipo de juntas debe ser tal que permita los movimientos previstos, sin que la estructura se vea sometida a esfuerzos adicionales a los de diseño, pues el elemento impermeabilizante estará sometido también a sobreesfuerzos.

La distancia entre juntas debe ajustarse a las deformaciones que se esperan de las estructuras que están interrumpidas por la junta, así como la rigidez de la estructura o de los componentes de la misma.

El ancho de las juntas de dilatación depende entre otros de la distancia de separación entre ellas y del gradiente de temperatura a que va a estar expuesta la construcción.



Sellado de junta entre losa y muro de concreto con sello de PVC

A continuación se describen los tipos de juntas con movimiento de acuerdo a la figura 3:

Juntas de dilatación o expansión:

Sirven para absorber las deformaciones debidas a contracción o retracción plástica, fluencia plástica y deformaciones por temperatura en la dirección de la dimensión principal de las construcciones o de los elementos. Para permitir el movimiento libre se deja un espacio entre los dos vaciados del concreto. El espacio se obtiene colocando un material llenante de junta contra el primer vaciado, el cual actúa como formaleta para el segundo vaciado.

Juntas de contracción o de control:

Sirven para separar inicialmente en forma parcial los elementos debilitando la sección en ese sitio de tal forma que la sección se fisura por allí cuando se presentan esfuerzos por temperatura externa, por calor de hidratación o esfuerzos por contracción plástica. El refuerzo puede ser continuo o parcialmente continuo. La junta se conforma aserrando el concreto o dejando incrustada una lámina metálica y luego retirándola; también se puede inducir dejando embebido un listón de madera. El aserrado o el retiro de la lámina o listón se efectúa luego de que el concreto haya obtenido su fraguado inicial y antes del fraguado final. El momento exacto dependerá del

tipo de concreto y de las condiciones ambientales del lugar y se debe determinar con evaluaciones de la evolución de temperatura del concreto en campo y empleando personal experimentado en esta labor. La profundidad de aserrado es de $1/6$ a $1/4$ el espesor del elemento. Estas juntas también son conocidas como juntas inducidas, aparentes o falsas.

Juntas de presión:

Los elementos son fundidos a tope pero son separados por una capa, por ejemplo papel o una pintura bituminosa en todo el espesor del elemento y colocada en el concreto endurecido antes del segundo vaciado del concreto.

El refuerzo es discontinuo en la sección y se suspende aproximadamente 11 mm del borde de la junta. Algunos catalogan también a este tipo de juntas como de contracción.

Juntas de asentamiento:

Dividen la estructura cuando se esperan asentamientos diferenciales del suelo o cuando cargas estáticas no uniformes pueden producir asentamientos no uniformes o diferenciales. Toda junta de asentamiento es a la vez junta de dilatación.



Sello elástico de PVC externo en losa sobre terreno

Juntas anchas de gran movimiento:

Sirven para absorber movimientos en diferentes direcciones, así como giros entre los elementos.

En las juntas de dilatación, de contracción y de presión la función principal es la de permitir el movimiento en la dirección (X). De ser necesaria la restricción del movimiento relativo en la dirección (Y) hay que colocar un mecanismo en la junta que impida dicho movimiento o en otras palabras que efectúe una transmisión de esfuerzo cortante entre los elementos a unir.

La transmisión de la fuerza cortante en una junta se puede lograr de dos formas (Figura 4):

- Con una llave o unión macho-hembra
- Con pasadores metálicos

El uso de uno u otro sistema depende de las cargas y del espesor de los elementos a unir. El pasador queda fijo en un lado y libre de otro por medio de un tubo embebido en el concreto, o colocando grasa o un plástico de polietileno en este extremo.

La transmisión de fuerza cortante es necesaria cuando se pueden tener grandes cargas puntuales, de tal forma que se quiere disminuir la deformación entre un elemento y el adyacente cuando la carga está en el borde de la junta. Por ejemplo en pavimentos de tráfico pesado, en carreteras, bodegas, aeropuertos.

3. Materiales y tipos de sellos

Existen básicamente dos formas de efectuar el sello hermético o impermeabilización de juntas con o sin movimiento:

- Mediante el uso de sellos preformados
- Con el uso de materiales o masillas sellantes

Los sellos preformados se diferencian de las masillas o materiales sellantes en que se instalan en la posición deseada antes de colocar el concreto, asumiendo su función sellante cuando el concreto ha endurecido.

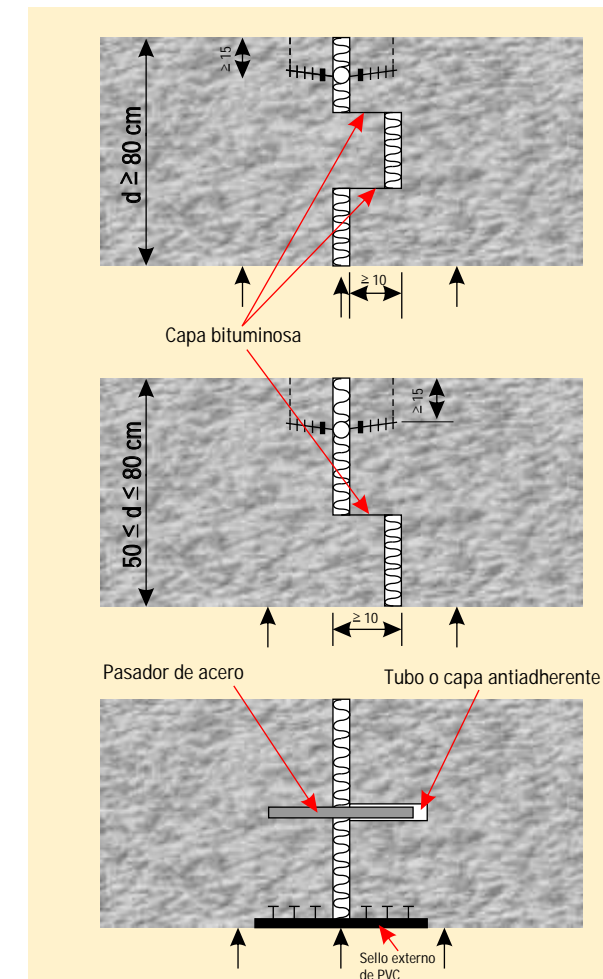


Figura 4: Juntas de dilatación con transmisión de fuerza cortante [3]

Juntas en la construcción y su correcto sellado

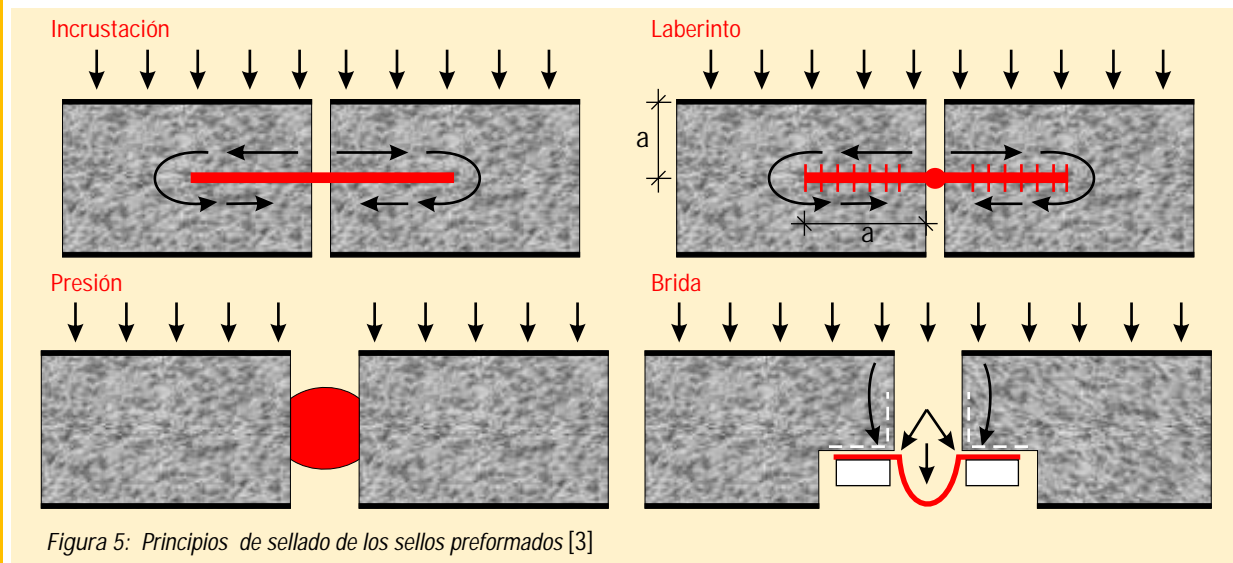


Figura 5: Principios de sellado de los sellos preformados [3]

La masilla sellante es colocada en estado plástico en la junta, allí fragua y seca sellando la junta debido a la adherencia a los labios o paredes de la junta.

A continuación se describen estos dos tipos de sellantes [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10] y en el capítulo 7 se presentan los estándares y especificaciones para estos materiales

3.1 Sellos preformados

Los sellos preformados elásticos o elastoméricos pueden ser prefabricados en cloruro de polivinilo (PVC), en caucho normal (elastómeros como neopreno o estireno butadieno) o en polietileno cloro-sulfonado (hypalon).

Los sellos preformados se usan en principio para el sello de juntas con o sin movimiento cuando estas están sometidas a presión hidrostática permanente, como es el caso de las estructuras hidráulicas y túneles con nivel freático alto.

En la figura 5 se describen los principios de sellado de los sellos preformados:

Principio de incrustación:

Se basa en la incrustación del sello en el concreto. Sólo funciona en bandas metálicas como por ejemplo láminas de acero. Bandas de PVC o de elastómeros con superficies lisas no proporcionan el efecto de sello deseado. La impermeabilización según este principio es de adherencia en toda la superficie, o sea, es igual en todas las direcciones.

Principio de laberinto:

Se basa en un recorrido del paso del agua mucho más largo y con cambios de dirección más frecuentes en comparación con el principio de incrustación. Funciona tanto para las cintas PVC como para las cintas elastoméricas, si disponen de una superficie estriada. La impermeabilización sólo es efectiva transversalmente a las estrias. La cinta puede tener muchas estrias pequeñas o pocas estrias grandes.

Principio de presión:

Se basa en la presión del sello contra los elementos de concreto adyacentes. Funciona sólo con una superficie de concreto impermeable y un sello que bajo esfuerzos registre una fuerza de recuperación suficiente y en forma permanente. Esto se logra con la elección de un material elastomérico con una estructura impermeable o de celda cerrada y con una forma adecuada al sitio en donde va a quedar alojado el sello.

Principio de brida:

Se basa en la fijación a presión (mecánica) de los bordes del sello entre un flanche metálico y la superficie de concreto mejorada o tratada previamente.

En general se recomienda una banda elastomérica debido a la fuerza de recuperación permanente requerida, estando la cinta bajo presión permanente.

También existe la pega de bandas de hypalon a la superficie de concreto con adhesivos especiales, sin embargo, este sistema se utiliza en el caso de construcciones enterradas sólo en casos especiales y para pequeñas solicitaciones debido a que la calidad de la pega requerida bajo las condiciones tan difíciles de la obra es difícil de garantizar.



Corte de junta de control o inducida en pavimento

Impermeabilización con cintas elásticas de PVC:

Las cintas elásticas fabricadas a base de cloruro de polivinilo (PVC) se obtienen en diversos anchos, espesores y diferentes perfiles (Figura 6).

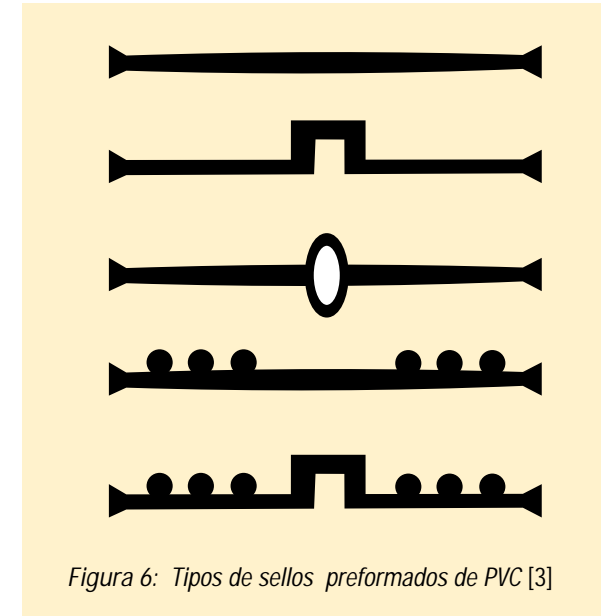


Figura 6: Tipos de sellos preformados de PVC [3]

Básicamente se distinguen entre dos tipos de cintas:

- Cintas para juntas con movimiento
- Cintas para juntas sin movimiento

Las cintas para juntas con movimiento disponen de un bulbo en el centro de la sección el cual permite que se deforme. Las cintas sin bulbo se utilizan para juntas sin movimiento.

Como ya se dijo, la cinta opera bajo el principio de laberinto, por medio de las estrias. La cinta puede ir colocada en el centro de la sección del elemento y en ese caso la cinta dispone de estrias en sus dos caras. Existen cintas que sólo disponen de estrias por una sola cara con el fin de ser colocadas superficialmente. Este tipo de cintas tiene la ventaja de que no interfiere con el acero de refuerzo, facilitándose así su colocación y el vaciado de concreto.

El tipo de cinta se escoge de acuerdo con la presión de agua actuante y al movimiento esperado de la junta (capítulo 4.3). Se ha de tener especial cuidado en la colocación de la cinta, evitando que se perforo o se le adhieran impurezas. El ancho de la cinta se rige de acuerdo con el espesor de la pared. El agua que quiere penetrar en la construcción debe recorrer un camino a través de la sección siguiendo las estrias (camino de infiltración), por eso al principio del sellado se le denomina laberinto.

Al escoger el ancho de la cinta se debe tener en cuenta que el camino de infiltración alrededor de la cinta debe ser por lo menos igual al camino de infiltración a través de espesor de la pared, lo cual indica que el ancho de la cinta debe ser máximo igual al espesor de la pared y en elementos delgados se recomienda el engrosamiento de la sección en el sitio de la junta (Figura 7). Las cintas se pueden soldar en la obra por medio de calor, recomendándose en lo posible sólo soldadura a tope.



Fisuras de retracción del concreto con presencia de humedad en losa de parqueadero por falta de juntas

Formas especiales en cruz, esquinas, ángulos, también pueden ser fabricadas por pedido especial. En las construcciones impermeables de concreto no se puede cambiar de una cinta centrada a una cinta superficial pues esto conlleva a sitios con riesgo de filtración.

Las superficies de contacto del concreto en los sitios de las juntas de construcción sin movimiento, deben tener una conformación tal que la unión entre concreto nuevo y antiguo sea lo más perfecta posible; teniendo una superficie sana, limpia y rugosa y además con la ayuda de un elemento soldador con base en resina epóxica se puede lograr una excelente unión. Existen también retardantes superficiales que ayudan a este efecto. Una unión débil permitirá la entrada de agresores que pueden dañar el refuerzo.

También existen cintas elásticas de caucho duro provistas en sus bordes con láminas metálicas, en cuyos extremos están vulcanizados o soldados perfiles de material de celda cerrada.

Este tipo de sistema se usa en estructuras con grandes exigencias de impermeabilidad como túneles y obras hidráulicas.

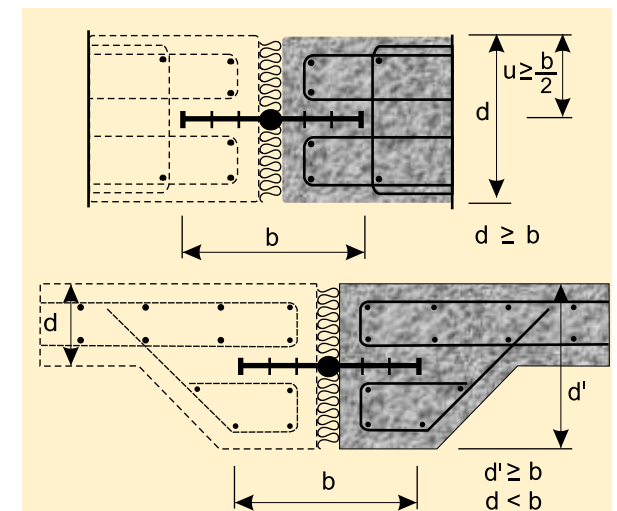


Figura 7: Disposición usual de sellos preformados internos en la sección de concreto [3]

Jointas en la construcción y su correcto sellado

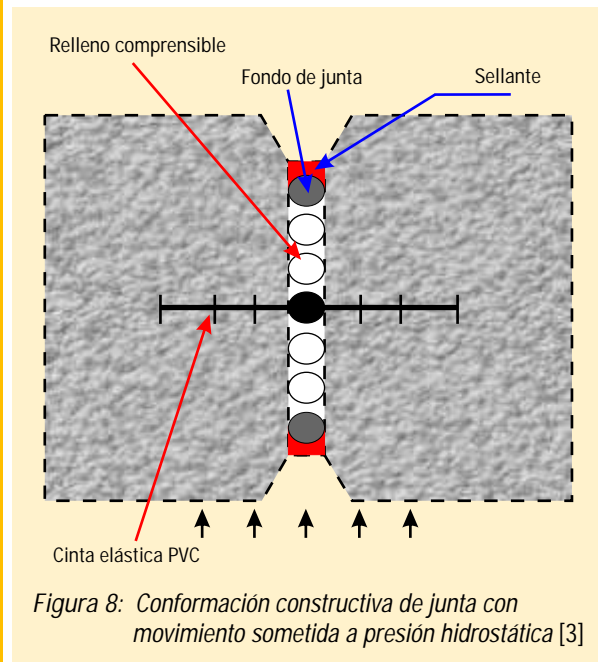


Figura 8: Conformación constructiva de junta con movimiento sometida a presión hidrostática [3]

En estructuras en donde existe presión hidrostática permanente como es el caso de las estructuras hidráulicas, las juntas con movimiento están conformadas por una combinación entre sellos preformados y masilla. En el centro (o eventualmente superficialmente) de la sección una Cinta PVC o de caucho duro, superficialmente una masilla y entre ellos va colocado relleno comprensible (Figura 8).

Cada elemento cumple una función determinada:

Cinta PVC o caucho duro

Cumple la función de sello impermeable o sello principal. En construcciones que deben garantizar absoluta impermeabilidad (ej. Tanques, piscinas, plantas de tratamiento, etc) normalmente las cintas asumen la responsabilidad principal, en razón al peligro de filtración, debido a fisuramiento o porosidad, a través de la base de concreto cerca de la junta con movimiento aún perfectamente sellada con masilla.

Masillas

Cumplen la función de cierre superficial, o sea, su función principal es evitar la entrada de materiales extraños a la junta, los cuales evitan que la junta se pueda mover libremente. La masilla cumple una función secundaria de sello al paso del agua. El sello principal impermeable lo debe asumir la cinta. El sello debe ser elástico.

Relleno comprensible

Sirve de apoyo a la masilla. El material debe ser comprensible de tipo preformado no extruido construido de espuma de caucho neopreno celular o de poliuretano de textura firme.

El relleno sirve de formaleta o encofrado para el concreto de segunda etapa y una vez fundido éste, se procede a cortar el relleno en la profundidad requerida para alojar allí la masilla.

Dependiendo del material del que está hecho el relleno, sirve de aislante de la masilla al fondo de la junta, de lo contrario hay que



Reparación de juntas con membrana elástica adherida con epóxico al soporte

colocar una cinta aislante o un fondo de junta entre el relleno y la masilla.

En pavimentos sometidos a tráfico vehicular o peatonal es común el uso de rellenos comprensibles hechos a base de corcho o asfalto. Algunos de estos rellenos cumplen también la función de sello, no siendo así necesario el uso de la masilla.

Cuando no se requiere un relleno comprensible se recomienda colocar una manguera de espuma de polietileno o de poliuretano para limitar el fondo o profundidad de la junta y respetar el factor forma especificado. Por ser comprensible permite el movimiento entre los dos elementos y evita que la masilla en su estado fresco se pierda hacia el interior de la junta.

Cuando existe presión de agua permanente la sola manguera o fondo de junta no es suficiente para dar soporte a la masilla, por lo tanto, en este caso siempre es necesario el relleno comprensible.

En las juntas de construcción o sin movimiento, existe la necesidad de colocar cinta elástica para garantizar el sello para los siguientes casos:

- Cuando las dimensiones de la solera o base sobrepasa los 30 m x 30 m, en paredes cuando se sobrepasa la longitud de 6 m a 10 m y en cubiertas cuando el ancho sobrepasa los 20 m.
- Cuando la presión de agua es mayor a 1 m.

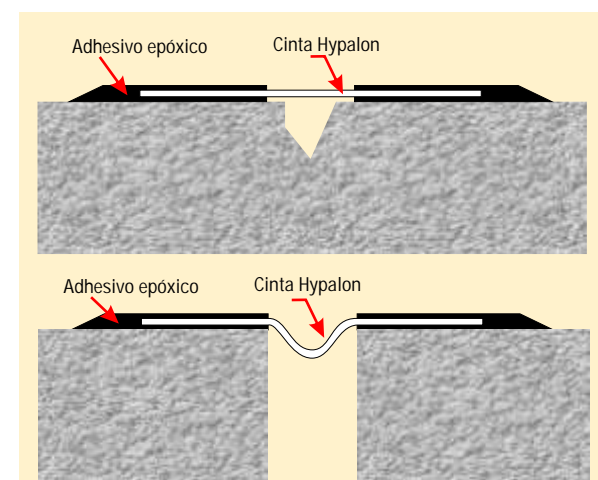


Figura 9: Membrana elástica adherida al soporte [4]

Cuando la construcción está sometida permanentemente a cambios grandes de temperatura. Cuando el área donde se encuentra la junta, es de difícil acceso, pues cualquier reparación se dificulta.

Membranas elásticas adheridas al soporte

Otro sistema de impermeabilización de juntas empleado con mucho éxito es el sistema de membrana adherida a la base (Figura 9).

Sirve para sello, tanto de juntas de construcción como en juntas de dilatación con grandes movimientos. Se usa además en reparación de fisuras o grietas y reparación de juntas selladas con elementos preformados de PVC o elastoméricos.

El sistema consiste en una banda de cinta o membrana elástica adherida a la superficie a impermeabilizar por medio de un adhesivo epóxico. Durante la aplicación del sistema se pueden reparar simultáneamente desperfectos de la base en las zonas cercanas a la junta con la misma resina epóxica. La cinta se puede soldar térmicamente o con adhesivos especiales.

En caso de existir presión de agua, la cinta debe tener una base o relleno de apoyo. En este caso, como relleno se puede utilizar una masilla plástica.

Láminas metálicas

Las láminas metálicas se usan para el sello de juntas de construcción sin movimiento.

Se usan principalmente para el sello de juntas en depósitos que contienen sustancias a altas temperaturas o que ofrecen un ataque químico muy severo.

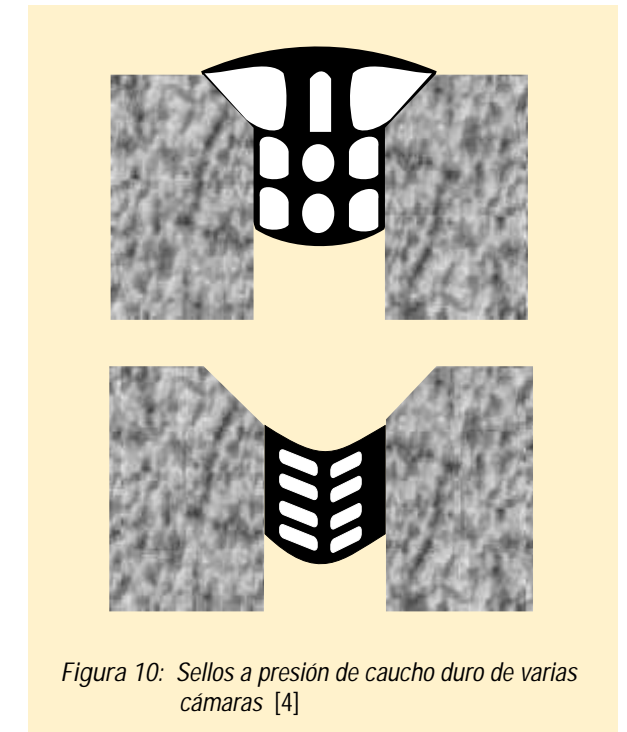


Figura 10: Sellos a presión de caucho duro de varias cámaras [4]

Sellos de caucho duro

Otro sistema de sello lo constituyen perfiles especiales preformados de caucho duro, los cuales se colocan a presión en la junta. Se usan principalmente para el sello de juntas de dilatación en puentes (Figura 10).

Sellos hidrofílicos

Para el sello de juntas sin movimiento, son usados materiales hidrofílicos, los cuales tienen la propiedad de aumentar su volumen cuando entran en contacto con agua. Estos sellos son fijados mecánicamente o adheridos a la superficie de concreto de primera etapa previa al vaciado de concreto del segunda etapa.

Cuando hay entrada de agua, la capa externa del sello comienza a hincharse y la presión ejercida produce un aumento del camino de infiltración y sello de la junta. Algunos de éstos sellos pueden ser inyectados en una segunda fase, lo que produce un efecto adicional de impermeabilización. El material de inyección puede ser cemento o epóxico.

3.2 Masillas sellantes

La impermeabilización de las juntas con movimiento también se logra con el uso de masillas, especialmente en estructuras de edificios, como en fachadas tanto prefabricadas como hechas in situ, en pavimentos de concreto, parqueaderos, pisos de bodegas, azoteas, balcones, ventanería, etc.

Hay que tener en cuenta que si existe presión de agua permanente, se requiere además de la masilla el uso de una cinta elástica como sello principal (ver capítulo 3.1). En este caso, en las juntas de dilatación, la función de sello impermeable la asume la cinta elástica y la masilla asume la función de cierre superficial o sello secundario,



Fondo de junta con manguera de espuma



Juntas en la construcción y su correcto sellado

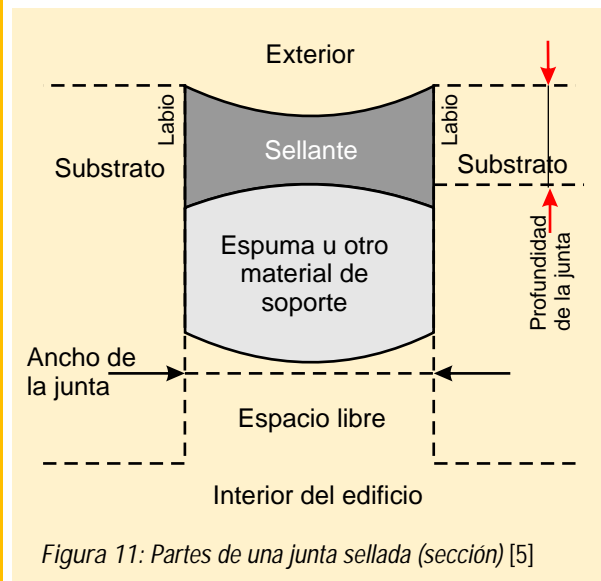
siendo su función principal la de evitar que penetre material extraño a la junta que impida su movimiento.

Gracias al aumento de los conocimientos sobre la tecnología de los materiales y sus posibilidades de utilización, los ingenieros, arquitectos, aplicadores, etc., disponen hoy en día de una alta gama de masillas de alta calidad, para solucionar del mejor modo sus más diversos problemas de impermeabilización de juntas tanto en edificios como en obras civiles.

Las características químico-físicas en el estado endurecido pueden ser muy diferentes, lo cual hace indispensable conocer las características típicas de cada una para la correcta y adecuada selección del material sellante.

Definiciones de términos en sello de juntas con masillas

La figura 11 muestra la configuración general de juntas en construcción y explica los términos usados en estas técnicas [5]:



- El material de relleno de apoyo es un material blando tal como una espuma, la cual es presionada dentro de la junta vacía con el fin de limitar la profundidad del sellante, ya que tal como se explica más adelante el sellante debe tener un ancho o un factor profundidad/ancho (P/A) determinado de acuerdo con las características de movimiento y tipo de material sellante con el fin de reducir los esfuerzos aplicados al elastómero.
- Ancho y profundidad de la junta.
- Sello sencillo: cuando el sellante solo provee la impermeabilización y sello, ver figura 2.
- Sello doble: cuando hay además otro sistema que ayuda a la impermeabilización y sello.
- El sellante debe tener una alta adherencia a los labios de la junta y algunas veces se requiere el uso de un imprimante.
- Espaciadores hechos de caucho o madera pueden ser usados para prevenir el aplastamiento del sellante bajo la carga de las partes a ser selladas.



Colocación mecánica de fondo de junta



Colocación manual de fondo de junta



Colocación mecánica de fondo de junta

- Masillas plásticas son los viejos tipos de sellantes basados en formulaciones de oleoresinas o de combinación caucho-betún barato, los cuales muestran una baja elongación a la rotura y una pobre resistencia al envejecimiento comparado con los modernos sellantes elastoméricos.
- Recuperación elástica: esta es la habilidad de un sellante para recuperar su dimensión inicial luego que las fuerzas que causaron dicha deformación han sido quitadas.
- Durabilidad: número de años de envejecimiento que el sellante puede resistir sin pérdida significativa de sus propiedades.
- Otras definiciones técnicas se dan en los demás capítulos de este documento.

A continuación se describen las principales características de las masillas:

Composición

Una masilla está compuesta normalmente por cinco grupos de materias básicas:

- Ligantes: Definen las características básicas
- Llenantes: Dan cuerpo, variación de costos
- Pigmentos: Definen el color
- Plastificantes: Regulan la manejabilidad
- Aditivos: Acelerantes, adhesivos, etc.

Los ligantes definen básicamente la forma del curado del producto (aplicación en frío o en caliente, curado químico o por salida de solventes) y su comportamiento en el estado endurecido.

De acuerdo al tipo de material ligante existen los siguientes tipos de sellantes: polisiloxano de un componente, polisulfuro de dos componentes, poliuretano de dos o un componente, poliuretano-alquitrán de dos componentes, poliacrilato en solución o en dispersión, caucho butilo, etc.

Ligantes	Forma de curado	Tipos de masillas
Poliuretano	Reacción química	Elásticas
Polisulfuros		
Siliconas		
Acrílicos	Secamiento físico	Plasto-elásticas
Caucho butílico		
Betún modificado	Secamiento físico u oxidación	Plásticas
Betún		
Alquitrán		
Aceites plásticos		

Nota: El ligante "universal" no existe. Cada grupo tiene sus ventajas y su campo de acción típico

A continuación se describen los compuestos sellantes más frecuentemente usados tanto en edificaciones como en obras civiles [5].

Diferentes tipos de sellantes usados en edificios

Al principio, en los años cincuenta y sesenta, se combinaban cauchos con resinas, betún y luego nuevos polímeros aparecieron en el mercado: los polisulfuros, luego los acrílicos y poco tiempo después las siliconas y poliuretanos. Todos estos nuevos polímeros elastoméricos mostraban una mayor elongación a la rotura, mayor resistencia a la intemperie y al envejecimiento y además eran más fáciles y rápidos de aplicar y secar o curar. Los nuevos sellantes de alto desempeño como los poliuretanos y siliconas habían entonces nacido y su mercado creció a un paso muy rápido.

Diferentes tipos de sellantes usados en obras civiles

De lo explicado más adelante en el capítulo de diseño de juntas se puede adivinar que los contratistas de obras civiles usan sellantes que son diferentes a aquellos usados en edificios, porque el ancho y sección de las juntas son mayores así que sellantes de alto desempeño parecen ser mucho más costosos. Por lo tanto ellos prefieren los siguientes tipos de sellantes:

- Sellantes de asfalto modificado con caucho y bituminosos: Estos productos son vaciados en caliente a temperaturas entre 150 a 200°C. Estas masillas comienzan el flujo plástico a 40°C. El 85 % de todas las vías y pistas de aeropuertos son selladas aun con asfalto modificado con caucho. Ellos deben cumplir las especificaciones norteamericanas ASTM D 3405 y especificaciones federales SS-S 1401 B.
- Compuestos PU-Alquitrán: Estos son sellantes de poliuretano PU a los cuales el fabricante añade alquitrán con el fin de bajar su costo. Estos tienen muy buen desempeño. Ellos tienen una buena resistencia al queroseno y al chorro de aire caliente de los aviones así que ellos pueden ser usados para pistas de aeropuertos aún en el comienzo de la pista donde el piloto prueba la potencia total de los motores.
- PVC plastisol - Alquitrán: Vaciados en caliente a 150°C, de más costo que los asfaltos modificados con caucho pero de más alto desempeño (resisten queroseno pero no el chorro caliente, soportan 10 a 15 % de elongación), cumplen la especificación norteamericana SS-S 1614 y en los Estados Unidos son usados en pistas de aeropuertos, vías y terminales de buses.

- Siliconas: Siliconas de un componente son usadas en pistas de aeropuertos y algunos puentes, cuando el cliente requiere alto desempeño tal como bajo módulo, alta elongación, durabilidad a largo plazo. Siliconas de dos componentes son usadas raramente. Nota: En algunos casos los contratistas pueden estar errados usando sellantes baratos porque éstos necesitan una junta mucho más ancha y porque el costo de aplicación es el mismo, sellantes de alto desempeño pueden resultar ser muy competitivos con respecto a los más baratos o aún más baratos en el costo total.
- Perfiles de caucho elastomérico y sellos preformados: Estos son usados cuando el ancho de la junta es muy grande: 2 a 10 cm, (por ejemplo para grandes puentes, presas) y cuando los dos lados de la junta son perfectamente paralelos y planos. Ellos son presionados entre los dos labios de la junta de tal forma que su ancho sea aproximadamente el doble del ancho promedio de la junta. Ellos son costosos.
- Cintas: Las figuras 6, 7 y 8 muestran una cinta hecha de PVC o caucho, esta es embebida dentro del concreto cuando éste es vaciado. El diseño especial proporciona la impermeabilidad al agua y la flexibilidad.
- Productos epóxicos de pega y sello: Estos no son realmente sellantes sino adhesivos rígidos que pegan y sellan las juntas de concreto a concreto, como por ejemplo, en los puentes segmentados donde segmentos de concreto huecos son pegados y sellados entre sí con adhesivos epóxicos, o resinas epóxicas usadas para la reparación de fisuras por inyección. Cuando haya condiciones húmedas, requerimientos de higiene y control de polvo, o cuando una losa esté sujeta a tráfico de vehículos con llantas duras y pequeñas como montacargas (caso de pisos industriales), las juntas de contracción y construcción deben ser llenadas y protegidas con un epóxico semi rígido que proporciona un soporte adecuado a los bordes de la junta previniendo la rotura de la junta por el impacto de cargas concentradas y, además, tiene suficiente resistencia al desgaste.



Colocación manual de sellante elástico con pistola en losa de pavimento

Juntas en la construcción y su correcto sellado

Elasticidad, recuperación y deformación permisible

Entre las masillas no existe el material "ideal elástico", es decir, en la práctica no hay masilla que recupere el 100% de su forma original después de haber sido deformada.

Todas las masillas presentan desde una pequeña hasta una gran deformación remanente (o permanente). Por razones prácticas se define la elasticidad de una masilla según el grado de recuperación. Las masillas se clasifican en elásticas, elasto-plásticas y plásticas, de acuerdo con su grado de recuperación del cual depende direc-

tamente la deformación permisible de la junta y el factor de forma de la masilla que es la relación entre ancho/profundidad. En el cuadro siguiente se resumen las principales características de los diferentes tipos de masillas.

En este sentido el porcentaje de recuperación es importante para el proyectista ya que tiene que escoger el tipo de masilla según los movimientos de la junta prevista, (ver capítulo 1) aunque en la práctica se habla más bien en términos generales de masilla elástica, plasto-elástica y plástica de acuerdo al grado de recuperación y a su deformación permisible.

Tipo de masilla	Grado de recuperación (R)	Deformación permisible	Factor de forma (A/P)	Producto Sika
Elásticas	R > 90%	15 - 25%	2:1	Sikaflex, Sikasil, Sanisil, SikaFiresil
Elasto-plásticas	50% < R < 90%	10 - 15%	1:1	
Plasto-elásticas	10% < R < 50%	10 - 15%	1:1	Sikacryl Igas Gris Rollo
Plásticas	R < 10%	5%	1:2	Igas Negro Igas Gris

La deformación permisible de la masilla se expresa en % y es la base para el cálculo de ancho de la junta, dependiendo del movimiento (cambio de longitud) esperado de la junta (ver capítulo 4.3).

Factor forma

El factor forma (F.F.) define la relación entre el ancho (A) y la profundidad (P) de la masilla aplicada: (Figura 12). En el correcto diseño de una junta con movimiento es importante escoger un factor óptimo para garantizar el grado de recuperación de la masilla y

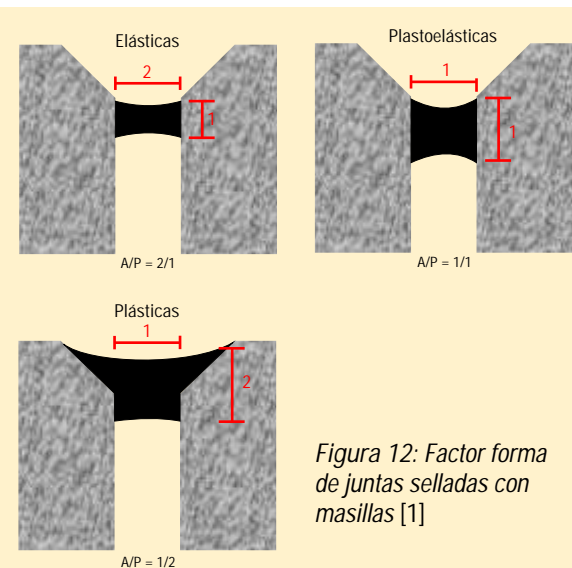


Figura 12: Factor forma de juntas selladas con masillas [1]

limitar la tensión máxima en las áreas de adherencia, (ver Elasticidad y Recuperación). El factor forma depende de la elasticidad de la masilla.

Elongación y resistencia a la tracción

Indica la tensión en kg/cm² que se transmite sobre las dos caras de la junta en el momento de la máxima deformación permisible (a una temperatura de -20°C). Este dato determina la resistencia mínima que debe tener la base de la junta (mortero, concreto, etc.) para evitar desprendimientos por falla a la tracción del material base. Según normas europeas se definen cuatro clases de resistencia a la tracción:

Materia base	Resistencia a la tracción kg/cm ²
M1	1
M2	1,0 - 2,5
M3	2,5 - 5,0
M4	5,0

En la figura 13 se visualiza la característica de elongación y resistencia a la tracción para los distintos tipos de masillas.

Comportamiento bajo ataque directo de agua

La estanqueidad contra la acción de agua es, en la mayoría de casos de tratamiento de juntas una exigencia primordial, por lo cual se distingue entre los siguientes grupos de masillas.

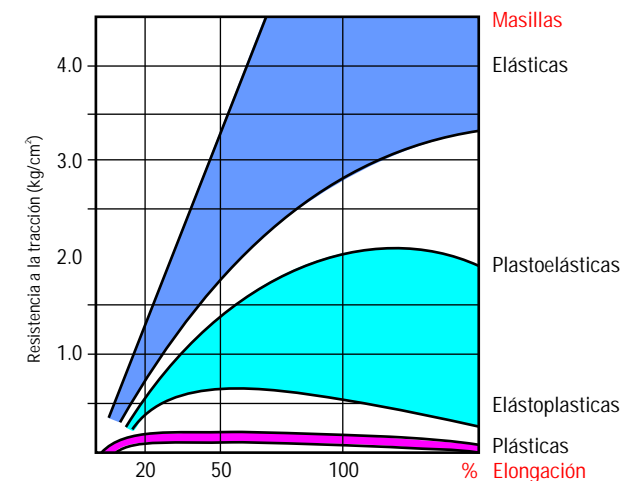


Figura 13: Diagrama elongación vs tracción de diferentes tipos de masillas [1]

Tipo de masilla	Características (Resistencia al agua)
E0	No resiste a la acción directa de cualquier tipo de agua.
E1	Resistente a la acción esporádica de agua (ej. Lluvia) en su estado endurecido.
E2	Resistente a la acción esporádica de agua (ej. Lluvia) aún en su estado fresco (recién aplicado).
E3	Resistente a la acción temporal de agua estancada.
E4	Resistente a la acción permanente de agua.

Fluidez

De acuerdo al grado de fluidez las masillas se clasifican en autonivelantes y en masillas que no escurren. Las primeras son apropiadas para el sello de juntas horizontales en pisos y las segundas para el sello de juntas verticales, aunque éstas también pueden ser aplicadas en juntas horizontales en pisos y techos.

Otras características

- Adhesividad: Depende tanto del tipo de masilla, como del material de construcción a sellar. La adhesividad de muchas masillas puede ser mejorada con imprimantes especiales.
 - Resistencia química: La elección del tipo de masilla a usar también debe tener en cuenta el tipo de medio agresivo al que va a estar en contacto la masilla, de su concentración, de su temperatura y de la duración del ataque.
- Resistencia a temperaturas extremas: Según la situación climatológica las masillas deben tener una composición que resista temperaturas muy altas sin volverse

fluidas o muy bajas sin volverse quebradizas. Hay que distinguir entre la temperatura de aplicación (importante para el curado) y la temperatura de servicio.

Durabilidad: La durabilidad de las masillas depende básicamente de su resistencia al envejecimiento (sobre todo el efecto que sobre ellas producen los rayos ultravioletas, humos industriales), como también de su resistencia a la fatiga (juntas con movimiento).

La siguiente Tabla: Comparación de varios sellantes por propiedades de desempeño, describe algunos de los sellantes más comunes en función de varias características de desempeño incluida su durabilidad o la vida esperada en ambiente externo [7].

Sin importar cual sea la aplicación, el sellante debe desempeñar tres funciones básicas:

- Rellenar el espacio para crear el sello.
- Formar una barrera impermeable al flujo de fluidos o transferencia de partículas.
- Mantener la impermeabilidad del sello en el ambiente de operación.

Las propiedades de desempeño claves que determinan que tan bien un sellante cumple estas funciones principales incluye: capacidad de movimiento, adhesión y durabilidad. En ciertas aplicaciones la apariencia es también un requerimiento importante de desempeño. Por supuesto el costo debe ser un factor en todas estas consideraciones. Ninguna característica en particular, sino un balance apropiado de las varias propiedades esenciales conlleva a la selección del sellante apropiado.



Colocación mecánica de sellante elástico con equipo en losa de pavimento



Juntas en la construcción y su correcto sellado

Sellante	NV, % por peso	Maximo movimiento de diseño de la junta	Recuperación después del movimiento de la junta	Retracción %	Vida esperada años (exterior)
Asfalto, bituminoso	70 - 90	C < 5	P	10 - 20	1 - 2
Butilo	74 - 99	10 - 15	F G	< 1 - 20	5 - 15
Neopreno	80 - 85	10 - 15	P-F	10 - 20	5 - 10
SBR	60 - 70	5 - 10	P-F	20 - 30	3 - 30
Emulsión acrílica	80 - 85	5 - 10	F	10 - 20	2 - 20
Polivinil-acetato	70 - 75	< 5	P-F	20 - 25	1 - 3
Polisulfuro	96 - 99	25	F-G	< 4	10 - 20
Poliuretano	94 - 99	20 - 25	G	< 6	5 - 15
Silicona	98	20 - 25	E	< 2	20

Tabla: Comparación de varios sellantes por propiedades de desempeño [7].

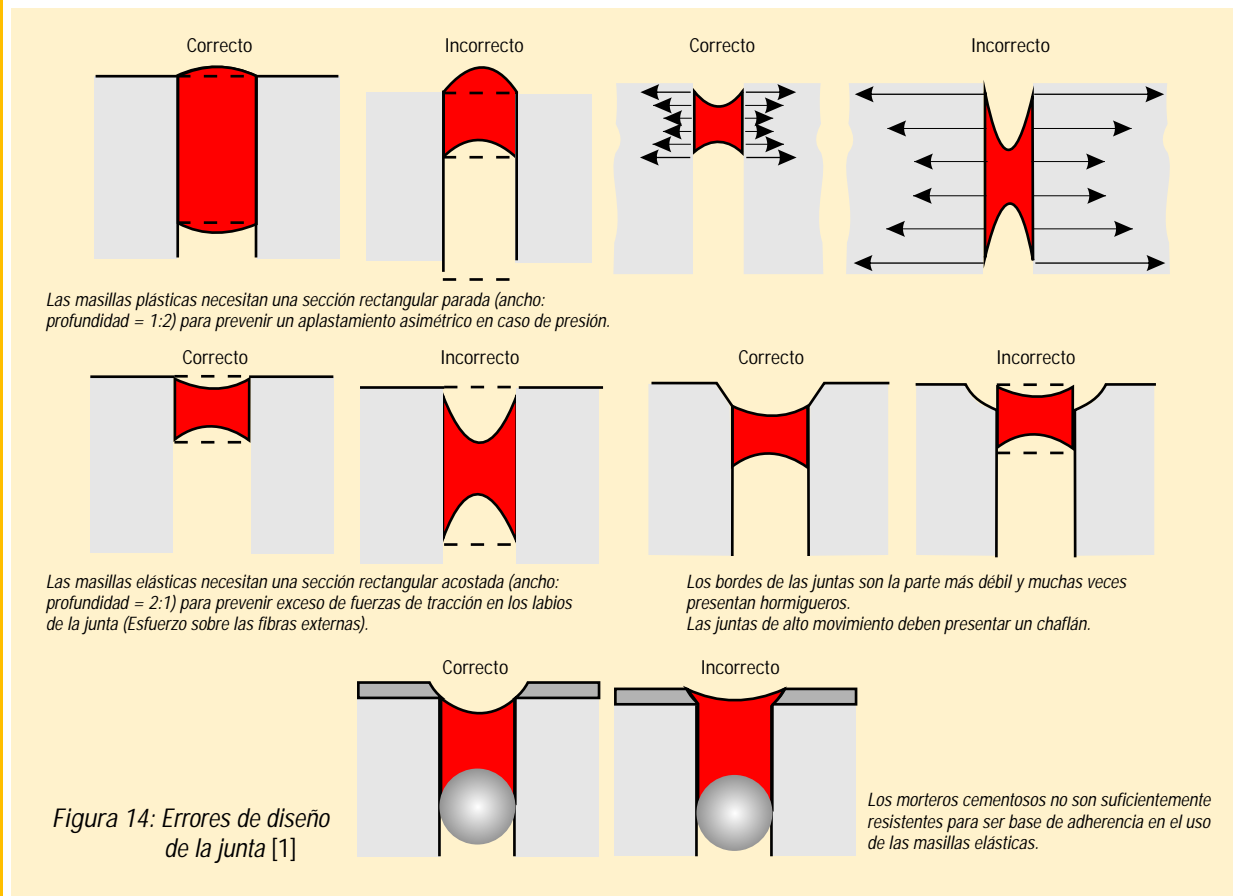
Aplicación

Existen masillas de aplicación en frío y de aplicación en caliente. Las masillas se colocan con el uso de pistolas de calafateo. El tipo de pistola varía dependiendo si la masilla viene en cartucho, en sachicha o en empaque de tarro para ser mezclados como es el caso de

masillas de dos componentes. Actualmente existen también equipos para la aplicación mecánica

Errores frecuentes en el sellado

Según los resultados de una investigación en Alemania, en la cual se controlaron 700 kilómetros de masillas aplicadas en la construcción, se detectaron las siguientes causas de fallas de juntas:



Causas	Juntas de dilatación	Juntas en ventanería
Errores de diseño de la junta	22 %	13 %
Uso de sellantes inapropiados	20 %	14 %
Errores en la aplicación	58 %	73 %

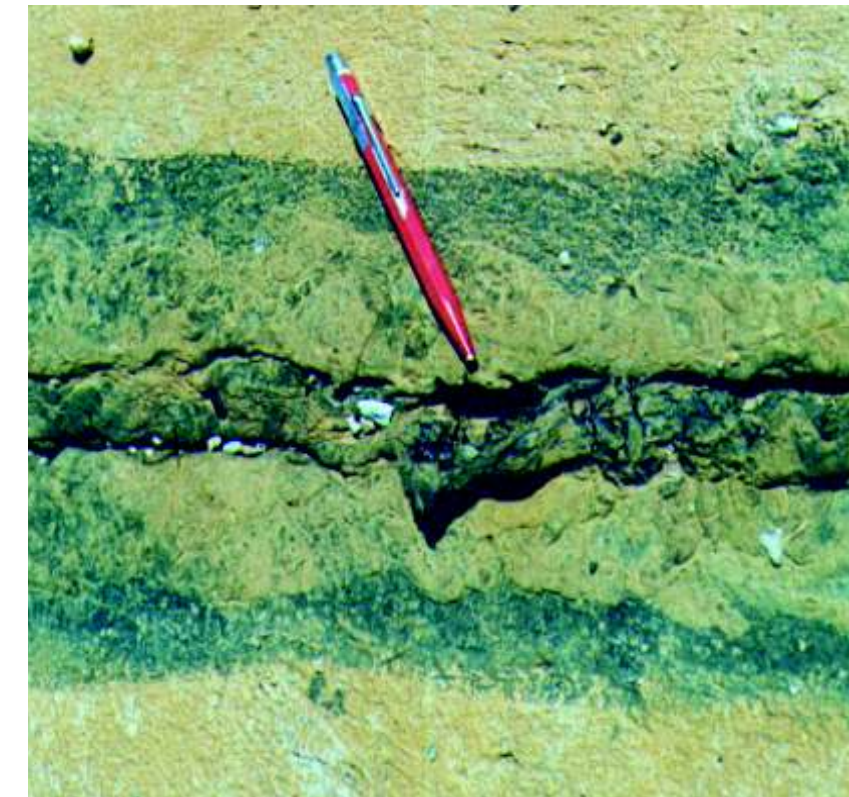
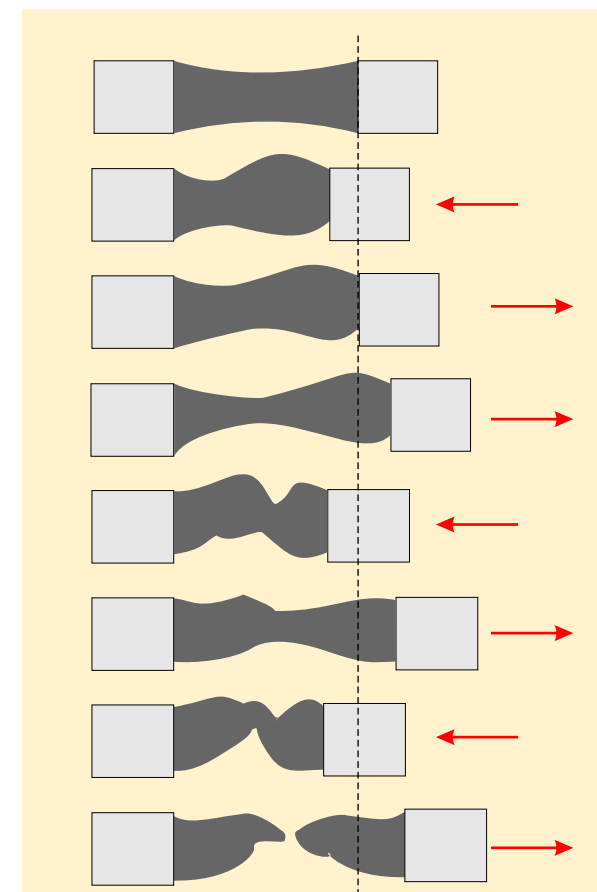
El alto índice en los errores en la aplicación se debía básicamente a las siguientes causas:

- A) Deficiente preparación de los labios de la junta (ej. Limpieza)
- B) La calidad de las juntas a la intemperie depende considerablemente de las influencias climatológicas (ej. calor, frío, lluvia)
- C) Durante los años de auge en la construcción se contrató mucho personal insuficientemente calificado.

Según el tipo de falla se habla de una rotura adhesiva, si la masilla se desprende de la base, o de una rotura cohesiva, en caso de agrietamiento de la masilla misma.

Errores de diseño de la junta

En el diseño de la junta se encuentran muy frecuentemente los errores ilustrados en la figura 14. El peligro de falla de una masilla demasiado plástica para una junta de mucho movimiento lo muestra la figura 15. Este fenómeno se describe como efecto chicle.



Falla del sellante plástico bituminoso en losa de pavimento por envejecimiento

Uso de sellantes inapropiados

Un sellante está inapropiadamente escogido cuando las características físico-químicas de la masilla no se ajustan a las condiciones de servicio a que va a estar sometido.

Entre los más frecuentes errores se tiene:

- No se deben aplicar masillas ácidas (ej. siliconas que contienen ácido acético) sobre bases cementosas, ni sobre cinc y metales no férricos ya que pueden ser atacados por el ácido, causando así desprendimientos. En este caso usar siliconas neutras o estructurales.
- Los polisulfuros y poliuretanos que contienen plastificantes pueden difundirse en los soportes bituminosos, asfálticos, acrilatos, etc, causando ablandamiento del área de contacto y así el desprendimiento.
- Los polisulfuros no son resistentes al ataque de microorganismos, por lo tanto, no se deben usar para sello de juntas en plantas de tratamiento de aguas residuales o canales. En este caso se recomienda el uso de masillas con base en poliuretano-alquitrán.
- Antes de aplicar sobre pinturas (estructuras metálicas) hay que garantizar que la masilla prevista sea compatible con la pintura.
- No se debe recubrir con pinturas comunes (rígidas) juntas de dilatación (flexibles). Las pinturas usadas en vivienda no adhieren sobre la silicona que contiene ácido acético.

Juntas en la construcción y su correcto sellado



Falla de adherencia en enchape de piscina por ausencia de juntas en mortero de pega y nivelación

Errores en la aplicación:

Hay que tener en cuenta los siguientes detalles durante la aplicación de masillas: (Figura 16)

La adherencia de la masilla a las tres caras de la junta (labios y fondo) impide su deformación uniforme causando agrietamiento y desprendimiento, razón por la cual se debe usar un fondo de junta.

Las juntas en esquinas sin aislamiento de la misma, causan excesiva deformación de la masilla y agrietamiento. La contaminación de la junta durante su aplicación (o posterior uso) puede causar la intrusión del contaminante en la masilla. Una vez encerrado el contaminante disminuye la sección de la masilla y puede producir su falla.

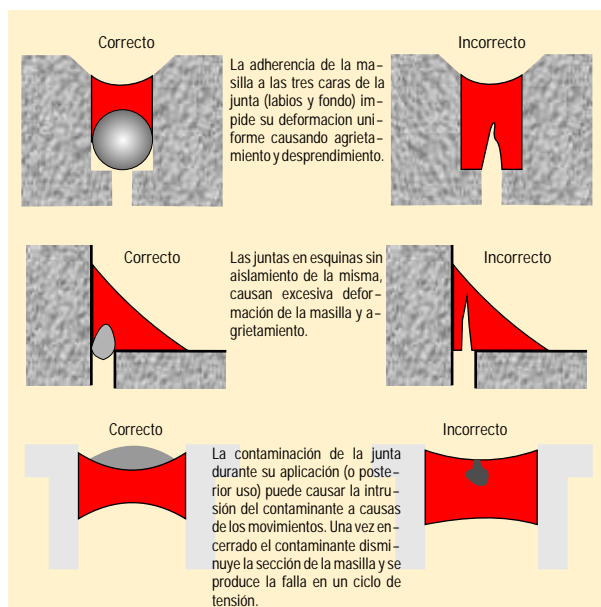


Figura 16: Errores en la aplicación de masillas [6]



Reparación con colocación de juntas de dilatación en mortero de pega y nivelación en piscina.

4. Diseño, localización y ejecución de las juntas selladas

4.1 Aspectos a tener en cuenta

A continuación se analizan algunos aspectos que hay que tener en cuenta cuando el tipo de junta comprometa el correcto funcionamiento y/o la estabilidad de una construcción.

- Las juntas deben estar demarcadas en los planos por el proyectista y deben estar involucradas en el diseño estructural.
- No se debe permitir que la localización de la junta se haga durante la construcción, sin un análisis previo.
- No localizar la junta cuando ya está diseñada toda la estructura
- Hay que efectuar la protección y sellado de la junta contra filtraciones.
- Si las juntas no están alineadas y se presentan movimientos, se pueden introducir grietas que interceptan las juntas teniéndose así el riesgo de filtraciones.
- Localizar las juntas en los cambios bruscos en la configuración de la estructura.
- El espaciamiento de la junta depende de:
 - El tipo de junta
 - Las dimensiones de la estructura tanto en longitud como en espesor
 - El sistema constructivo a emplear
 - Los movimientos esperados

4.2 Ejecución de la junta

Sellos preformados

En el capítulo 3.1 ya se hizo mención de los cuidados que hay que tener en la colocación de los sellos preformados.

Masillas o materiales sellantes

Sobre el proceso de trabajo con masillas o materiales sellantes, se ha de llevar permanentemente un registro o protocolo del proceso de trabajo.

El registro debe contener los siguientes datos:

- Fecha
- Condiciones climáticas (lluvias, temperatura).
- Descripción de los trabajos realizados (medidas de la junta, etc)
- Material sellante e imprimante utilizado (fabricante, N° de lote, etc.).
- Algunos otros materiales utilizados, por ejemplo, material de relleno y de alisado o acabado superficial.

4.3 Diseño de juntas con movimiento

Determinación del movimiento de juntas

En el capítulo 1 se describieron los diferentes tipos de movimientos a que puede estar sometida una junta en una estructura de concreto. De allí se puede observar que la determinación de la magnitud del movimiento de una junta también presenta un cierto grado de dificultad dada la multiplicidad de efectos actuantes, de tal forma que juega un papel muy importante la experiencia del diseñador.

Existen guías de diseño que ayudan a determinar la localización, el movimiento de la junta y su ancho para el sello con masillas sellantes o con sellos preformados [2,5,6,8,9,10].

Impermeabilización con sellos preformados

Una vez se tienen determinados los movimientos a esperarse en la junta se procede a dimensionar la junta de acuerdo al tipo de sello a emplear. En el caso de sellos preformados hay que tener en cuenta además la presión de agua actuante y el movimiento de expansión y corte o cizalladura para la elección del tipo de cinta. Existen ábacos elaborados por el fabricante o especificaciones o guías de diseño [6] que involucran todos éstos parámetros y en forma gráfica se elige el tipo de cinta más apropiada (Figura 17 [6]).

Impermeabilización con masillas o materiales sellantes

En el caso de las masillas se define el ancho de la junta en función del movimiento de la junta y de la deformación admisible de la masilla. Finalmente se define la profundidad del sello de acuerdo al factor forma de la masilla elegida.

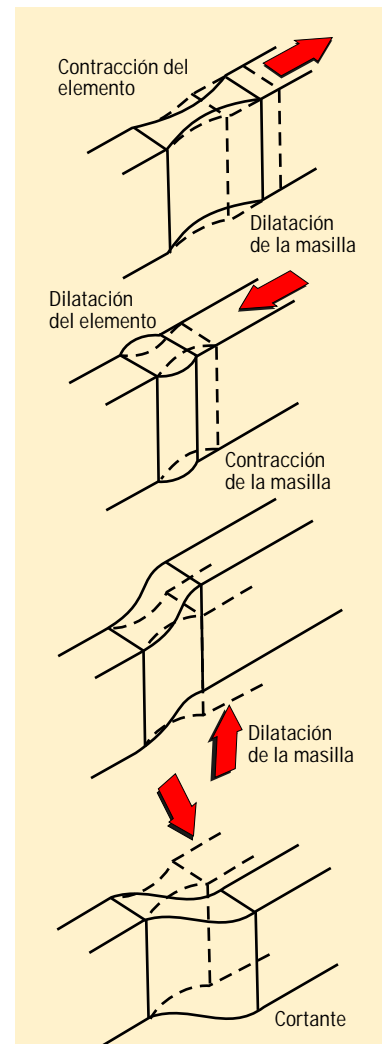
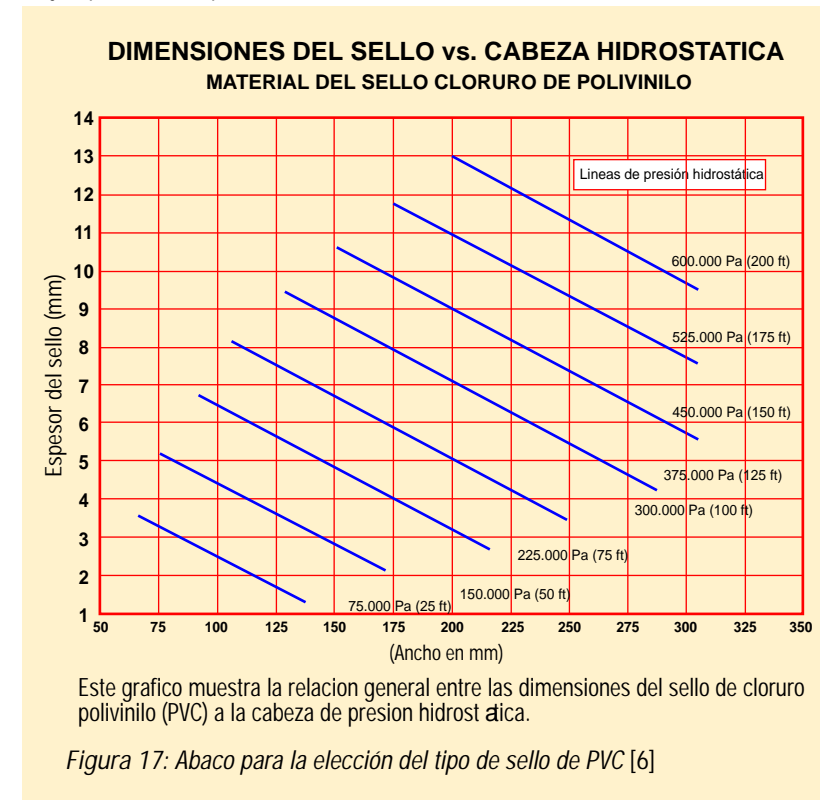


Figura 18: Varios tipos de movimientos de las juntas y sellantes [5]

Planeación de la junta

Planear, quiere decir conocer el origen, la dirección y la magnitud de los movimientos. Normalmente los movimientos son causados por fuerzas oscilantes de tipo físico, tales como:

- Cambios de temperatura (caliente ↔ frío)
- Variación de humedad (húmedo ↔ seco)
- Cambios de presión (viento ↔ calma)
- Cambios de carga (tensión ↔ presión)

Es importante anotar que estas fuerzas oscilantes muchas veces actúan sobre las masillas en dirección contraria, es decir: (Figura 18).



Juntas en la construcción y su correcto sellado



Aplicación de epóxico semi rígido en juntas de piso industrial

Si el elemento estructural se:	La masilla de junta se:
Dilata	Aplasta con presión
Contrae	Dilata (tension)
Desplaza	Desplaza (cortante)

La magnitud de los movimientos de la junta depende básicamente de las características físicas de los materiales a sellar. Para los cálculos se supone que los elementos se mueven libremente.

Efecto del movimiento de elementos de edificios en el sellante
Consideremos la figura 19. Cuando el ancho de la junta aumenta las superficies libres del sellante tienen una forma de curva parabólica y por lo tanto la longitud de estas curvas se incrementará mucho más rápido que el ancho de la junta. Las curvas de la figura 20 dan las deformaciones de la superficie del sellante en función del movimiento de la junta. El diagrama de la figura 20 muestra que en un sello con 12 mm de ancho y 50 mm de profundidad (relación P/A de 4.1), la deformación de la superficie del sellante sería de 90 % cuando el ancho se incrementa en 30 %, mientras que un sello más delgado, 12 mm de ancho y 12 mm de profundidad (relación P/A de 1.0), la deformación de la superficie sería de solamente el 35%. Algunos sellantes elastoméricos tolerarán la segunda deformación mientras que ellos no tolerarán la primera que es mucho más exigente.

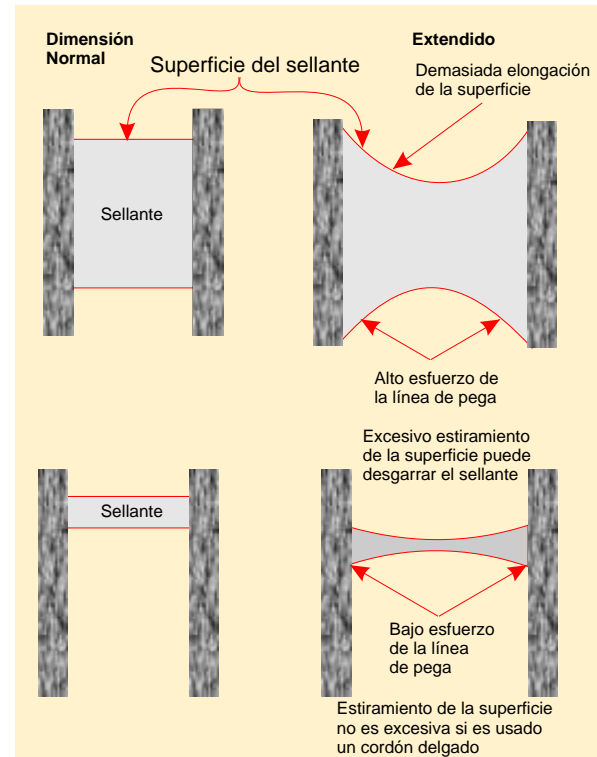


Figura 19: Espesor de cordón de sellante, elongación y esfuerzos [5]

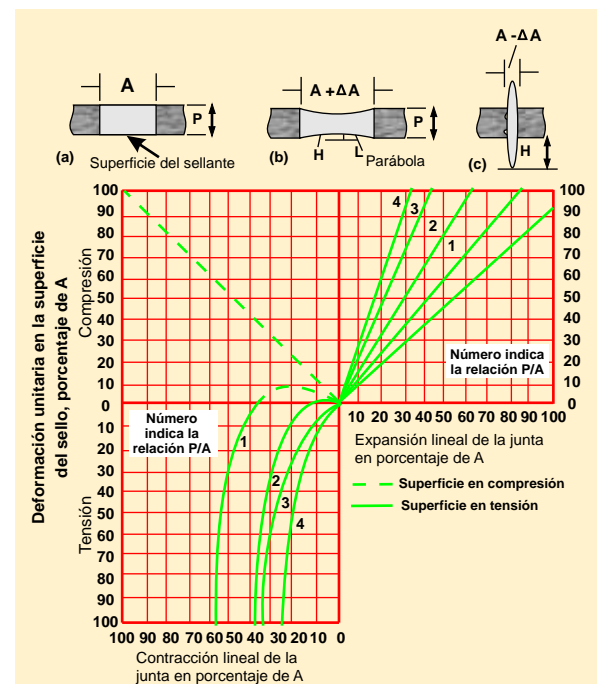


Figura 20: Cambios en el ancho de la junta y deformaciones unitarias inducidas en las superficies de sellantes sólidos [5]



Deficiente conformación y funcionamiento de junta en edificio

Con el fin de reducir las deformaciones del sello, su profundidad debe ser mucho menor que su ancho y las siguientes reglas son usadas:

- Dimensiones mínimas son 5 x 5 mm.
- Para anchos entre 5 a 12 mm, la profundidad debe ser ligeramente menor que el ancho.
- Para anchos entre 12 a 25 mm, la profundidad debe ser de 8 a 12 mm.
- Para anchos mayores de 25 mm, la profundidad debe ser de 12 a 18 mm de acuerdo con el tipo de químico del sellante y debe ser preferiblemente la mitad del ancho.

La profundidad del sello es ajustada con el uso de un fondo de junta, el cual es usualmente una tira de espuma insertada y presionada entre los labios de la junta.

Calculo de la sección de la junta

Existen procedimientos simplificados para el diseño de las juntas con movimiento. Uno de ellos es un método gráfico con ayuda de un ábaco se puede determinar el ancho de la junta, sin embargo, con éste método no se tienen en cuenta los movimientos por contracción plástica ni la restricción de la deformación de los elementos y sólo tiene en cuenta la deformación por temperatura [2] (Figura 21).

Con el método analítico se puede tener en cuenta la retracción plástica, pero no se tiene en cuenta la restricción al movimiento. A continuación se presenta un diseño analítico de junta con movimiento con un ejemplo. Para el cálculo se considera básicamente movimientos esperados. Aquellos imprevistos (ej. asentamientos diferenciales) no pueden ser calculados y normalmente se acude a otros sistemas de sellado más flexibles para prevenir daños (por ejemplo membranas elásticas). Para una "primera estimación" del ancho necesario de la junta, la siguiente regla general es bastante satisfactoria: (considerando el uso de una masilla elástica). Mínimo ancho de la junta (en mm) = tres veces la distancia entre juntas (en m).

El calculo teórico consiste en los siguientes pasos:

A. Dilatación térmica

$$l_T = \tau T^\circ l_o$$

donde:

τ = Coeficiente de dilatación térmica del material en mm/m°C

(Por ejemplo Concreto

$$\tau = 11 \times 10^{-3} \text{ mm/m}^\circ\text{C}$$

T° = Máxima variación de temperatura esperada en °C

l_o = longitud original del elemento en m (o distancia entre junta y junta).

B. Dilatación por humedad

$$l_u = \epsilon (\ell_o) \text{ donde:}$$

ϵ = Coeficiente de expansión por humedad del material en mm/m (ej. concreto = 0,2 a 0,3 mm/m).

C. Dilatación total entre dos juntas

En consecuencia de lo anterior, la dilatación total entre dos juntas es:

$$l_{tot} = (\tau T^\circ + \epsilon) l_o$$

Nota: Ejemplo de cálculo únicamente se considera las dilataciones debido a una variación de temperatura y de humedad del elemento constructivo. Otras influencias (como por ejemplo, contracción de secado, asentamientos, etc.) se calculan de la misma forma según las instrucciones de las normas vigentes.

D. Mínimo de ancho de la junta

Respetando la deformación permisible de la masilla (ver deformación permisible), que debe ser indicado por el fabricante, se determina el ancho mínimo de la junta, así:

$$A_{min} = \frac{100}{l_{perm}(\%)} l_{tot}$$

en donde:

l_{perm} = máxima deformación permisible del tipo de material escogido en %.

Una vez definido el ancho A_{min} de la junta, se procede a determinar la profundidad P de la misma, que será necesario sellar. (ver factor forma).

Nota: Para prefabricados hay que considerar adicionalmente el ancho mínimo, la tolerancia de montaje, es decir:

$$A_{tot} = A_{min} + T$$

En donde:

T = tolerancia de fabricación y montaje.

Ejemplo de cálculo

Se conoce:

Distancia entre juntas $l_o = 6 \text{ m}$

Máxima variación de temperatura $T^\circ = 50^\circ\text{C}$

Coeficiente de dilatación térmica

$$\tau = 11 \times 10^{-3} \text{ mm/m}^\circ\text{C}$$

Juntas en la construcción y su correcto sellado

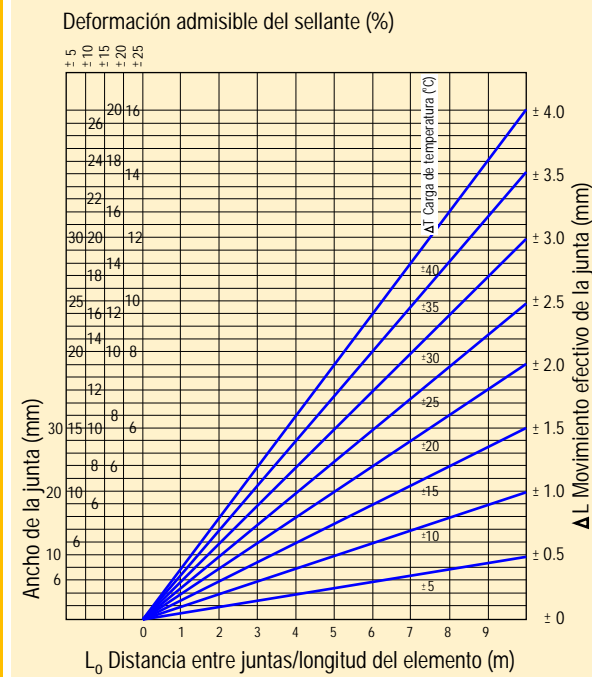


Figura 21: Abaco para diseño de juntas con masillas [2]

Coefficiente de expansión por humedad $\mu = 0,2 \text{ mm/m}$
 Máxima deformación permisible de la masilla elástica escogida:

$$I_{perm} = 25\%$$

Resultan:

A. Dilatación total entre dos juntas

$$I_{tot} = (0,011 \times 50 + 0,2) 6 = 4,5 \text{ mm}$$

B. Mínimo ancho de la junta

$$A_{min} = \frac{100}{25\%} \cdot 4,5 \text{ mm} = 18 \text{ mm}$$

C. Sección de la junta

Por haberse escogido una masilla elástica la profundidad de la junta sellada debe ser:

$$P = \frac{A_{min}}{F.F.} = \frac{18 \text{ mm}}{2} = 9 \text{ mm}$$

Diseño y cálculo de las juntas en un pavimento de vía

Se estudiará este aspecto como un ejemplo significativo en obras civiles [5].

Aproximación experimental:

La figura 22 se ha fabricado con base en un estudio experimental de un gran número de vías con pavimentos en losas de concreto. Se ha calculado la variación del ancho promedio de la junta y la desviación estándar.



Deficiente conformación y funcionamiento de junta en edificio

Considérese una losa de concreto de 12 metros de largo con una variación del ancho de la junta promedio de 0.15 plg. (0.38 cm) y una desviación estándar de 0.05 plg. (0.127 cm). Si el ancho promedio de la junta entre 2 losas es 0.375 plg. (0.95 cm), entonces el sellante estará sometido a una extensión de más del 60 % lo cual es demasiado para sellantes tradicionales bituminosos o aún bituminoso modificado con caucho. En este caso con una relación profundidad a ancho de la junta (P/A) igual a 1, la deformación de la superficie del sellante sería de 70 % para una extensión de 60 % (ver figura 20).

Si se agranda la junta a 25 mm (1 plg) entonces la extensión será de solo el 24 % (ver figura 22) lo cual se vuelve aceptable para sellantes elastoméricos tales como poliuretanos (o en algunos casos para sellantes plásticos buenos como los acrílicos)

La figura 22 muestra que se pueden clasificar los sellantes y los sistemas de junta en 4 clases:

- Clase 1: masillas de tipo antiguo con capacidad de extensión menor del 10 %: Sólo si el ancho de la junta es muy grande, por ejemplo 60 mm, la extensión de la junta será menor que el 10 %, la elongación de la superficie del sellante será aproximadamente la misma, y en este caso muchos sellantes aún los tradicionales sellantes con base bituminosa o asfáltica, de vertido en caliente, serán aceptables.
- Clase 2: sellantes con 10 a 30 % de capacidad de extensión: Para una extensión del 30 %, la elongación de la superficie alcanza el 50 % éste es el límite superior aceptable para sellantes elastoméricos buenos, siempre y cuando que por supuesto ellos tengan una excelente adhesión al concreto y una buena recuperación elástica.
- Clase 3: del 30 al 70 % de extensión: Aquí solo pueden ser usados los buenos sellantes celulares con base en caucho o sellantes prefabricados huecos ya que ellos pueden tolerar hasta

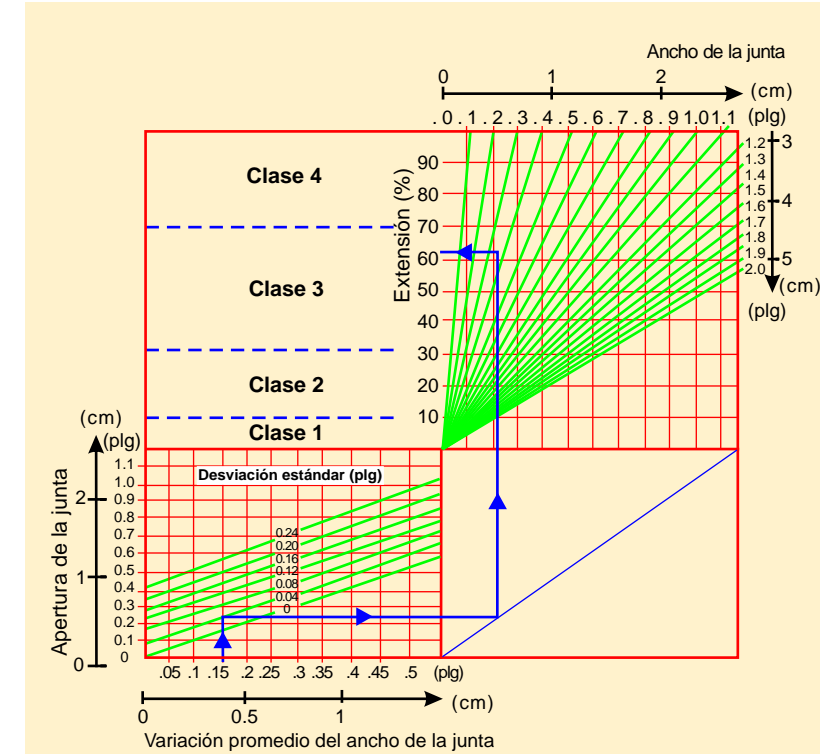


Figura 22: Ancho de la junta y variación de junta - Estudio experimental [5]

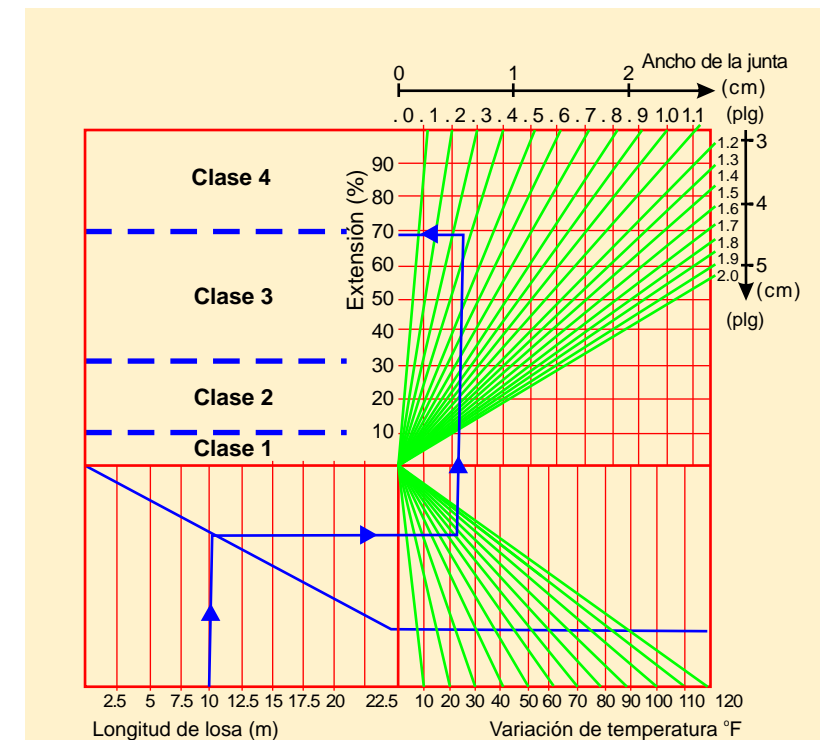


Figura 23: Cálculo del ancho de la junta y de la extensión de la junta para losas de concreto de vías [5]

el 70 % de extensión si ellos contienen más del 70 % de vacíos. Para instalarlos ellos se comprimen dentro de la junta. Estos sellos celulares son usados por ejemplo para puentes donde las juntas son muy anchas porque los movimientos son muy grandes.

- Clase 4: extensión mayor que el 70 %: Aquí pueden posiblemente hacer el trabajo sólo algunos sellantes de alto desempeño y alta elongación tales como las siliconas, pero éstas son rara vez usadas en obras civiles o de infraestructura ya que son muy costosas y los contratistas prefieren usar los sellantes tradicionales (asfalto o bituminoso modificado con caucho) y aplicarlos como juntas mucho más anchas, o aún mejor ellos usarán algunos sistemas mecánicos incluidos elementos deslizantes tales como los llamados "elementos peine": cuando la junta se mueve estas partes mecánicas se mueven pero mantienen un espacio pequeño en medio de tal forma que los carros pueden circular sobre las juntas.

Cálculo basado en el coeficiente de expansión:

La figura 23 ha sido dibujada para losas de concreto con un coeficiente de expansión térmica de 10^{-5} por °C.

Ella muestra por ejemplo que para una losa de 10 metros de longitud y una variación de temperatura de 90 °F (32 °C) entre el verano y el invierno, si el contratista desea tener un ancho de la junta de 9.5 mm (0.375 plg.), la máxima elongación del sellante será del 69 %. Esto es demasiado para sellantes existentes y hay que aconsejarle que incremente el ancho de la junta a 25 mm (1 plg.) de tal forma que la máxima elongación sea menor que el 30 %.



Deficiente conformación y funcionamiento de junta en losa de edificio

Juntas en la construcción y su correcto sellado

Consideremos una losa de concreto de vía de 6 metros de longitud. Siendo la retracción del concreto 2.5×10^{-4} entonces la retracción total de la losa será de 1.5 mm después de unos pocos años. Si el contratista corta una junta de 10 mm en el concreto, la retracción alcanzará solamente el 15 % del ancho de la junta.

Supongamos que la temperatura mínima en invierno es de -12°C y la máxima en verano es de $+38^{\circ}\text{C}$. Siendo el coeficiente de expansión térmica $10-5$ por $^{\circ}\text{C}$, si la losa fue vaciada en verano a 28°C su retracción será a -12°C : $6000 \times 10^{-5} \times 40^{\circ}\text{C} = 2.4 \text{ mm} = 24 \%$ del ancho de la junta.

Adicionando los dos movimientos da una retracción total de 3.9 mm = 39 % del ancho de la junta.

El máximo alargamiento a 38°C será: $6000 \times 10^{-5} \times 10^{\circ}\text{C} = 0.6 \text{ mm}$.

Las dimensiones del concreto también varían con la humedad: el se retrae cuando el clima está seco y se expande cuando él está húmedo. Estos movimientos actúan en dirección opuesta a los movimientos térmicos.

Por ejemplo el alargamiento de una losa de concreto de 6 m de longitud con humedad se espera que sea $6000 \times .0004 = 2.4 \text{ mm}$.

Por lo tanto la retracción máxima resultante de los 3 efectos será probablemente mucho menor que 3.9 mm.

La figura 24 muestra como los diferentes movimientos se combinan: la longitud mínima de la losa será probablemente mayor que $L - 3.9 \text{ mm}$ y la máxima longitud un poco mayor que $L - 0.9 \text{ mm}$. Es recomendable vaciar las losas cuando no es muy caliente con el fin de minimizar la retracción térmica entre el tiempo de vaciado y el tiempo de invierno y las juntas deben ser cortadas en el concreto cuando las losas están frías, por ejemplo, en la mañana y nunca cuando ellas estén muy calientes.



Inyección elástica con resina de poliuretano de fisuras en muro de concreto en tanque

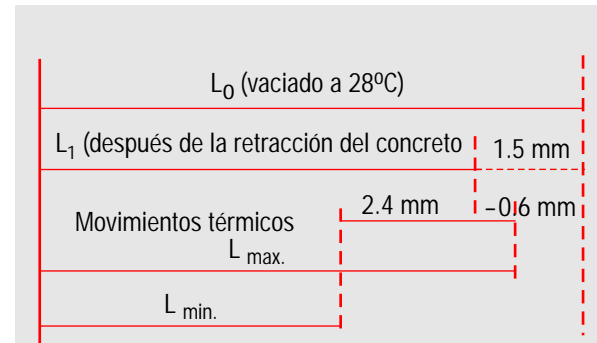


Figure 24: Variaciones dimensionales de una losa de concreto de acuerdo con la expansión térmica y la retracción del concreto [5]

De este ejemplo se puede ver que el barato asfalto modificado con caucho estaría limitado para una junta de 10 mm y aceptable si el ancho de la junta es mayor (15 mm o más) y por supuesto el PU, PU/alquitrán, plastisol/alquitrán son ampliamente satisfactorios aún en 10 mm de ancho. Para resumir, el contratista puede jugar con varias variables: ancho de la junta, temperatura y humedad en el momento de la aplicación del sellante y selección del tipo de sellante.



Inyección elástica con resina de poliuretano de fisura en tanque



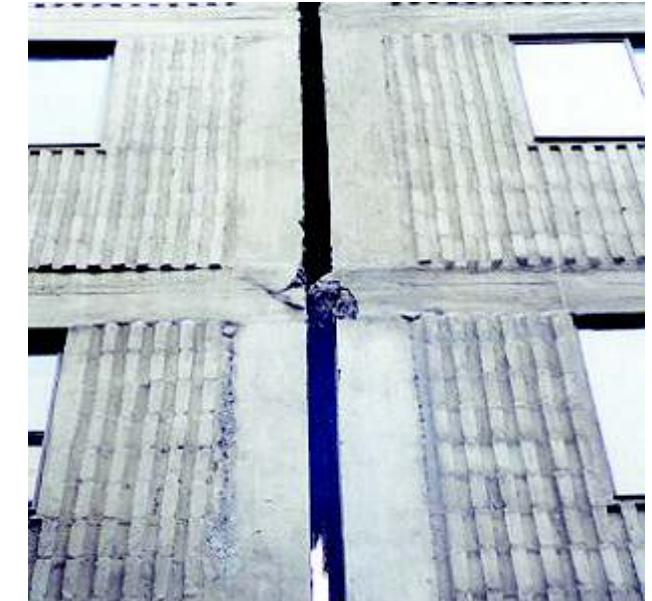
Deficiente conformación y funcionamiento de junta en tablero de puente ampliado



Deficiente funcionamiento de junta en puente, manchas por lixiviación o lavado del concreto.



Juntas de separación entre edificios luego de un sismo



Juntas de separación entre edificios por requerimiento sísmico

5. Reparación de la junta

5.1 Sello de juntas o fisuras sin movimiento

El sello de este tipo de juntas con o sin sello preformado se logra con ayuda de inyecciones. Previa a la inyección se colocan en agujeros perforados los puertos de inyección. En caso de requerirse se efectúa un sellado superficial de la fisura o juntas con un mortero epóxico de endurecimiento rápido.

Como material de inyección se utilizan resinas de poliuretano en el caso de inyecciones flexibles en fisuras con humedad y resinas acrílicas o epóxicas para inyecciones rígidas en fisuras sin humedad (ver capítulo 3.2). Aún en el caso de que no sea necesario rigidizar la fisura por razones estructurales es conveniente sellarlas para prevenir daños del refuerzo.

5.2 Sello de juntas o fisuras con movimiento

El sello de éste tipo de juntas con sello preformado se logra con ayuda de inyecciones flexibles tal como se describió anteriormente o con el uso de membranas o cintas elásticas adheridas en el caso de solicitaciones pequeñas o fijadas mecánicamente a la superficie del concreto, en el caso de grandes solicitaciones (ver capítulo 3.1).

6. Ejemplos de diferentes técnicas para juntas en obras civiles.

A continuación se presentan diferentes técnicas para juntas de algunos tipos de obras civiles [3,5].

No se puede estudiar aquí todas las diferentes técnicas ya que dependen de los tipos de obras, los países y climas, el tamaño (ancho y profundidad) de las juntas. Por esto hay que referirse a las regulaciones, reglas, códigos y prácticas en los diferentes países. Sólo se mencionarán algunas de las aplicaciones y técnicas en obras civiles:

Juntas en la construcción y su correcto sellado

Vías hechas con losas de concreto:

Aquí hay juntas transversales y longitudinales y el ensamble o de la losa puede ser reforzado con pasadores de acero o pernos o clavijas de ensamble (Figura 25 y 26), con el fin de permitir cargas pesadas de tráfico de camiones. Las juntas transversales pueden ser inducidas o de expansión, generalmente las losas son de 5 a 10 metros de longitud y las juntas son de 15 a 20 mm de ancho.

Las juntas son usualmente rellenas con compuestos de asfalto-caucho vaciado en caliente o de plastisol-alquitrán, poliuretano o poliuretano-alquitrán.

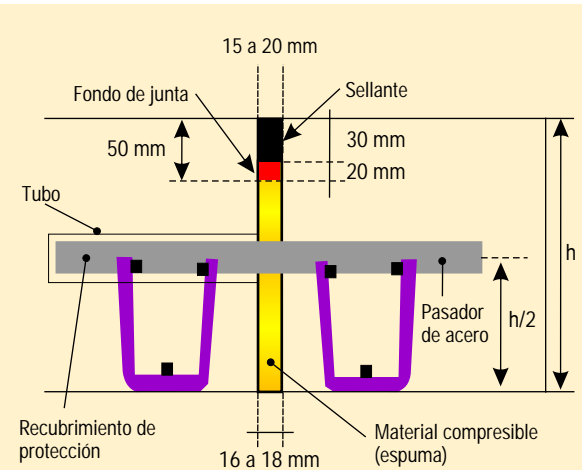


Figura 25: Juntas transversales de expansión entre losas de concreto en vía. El ensamble es reforzado por pasadores o pernos de acero [3].



Filtración por junta entre tubo metálico y muro de concreto



Inyección de fisura con resina epóxica en losa de concreto

Las losas de concreto son subdivididas en dirección transversal por juntas longitudinales. Dependiendo del ancho de ejecución estas juntas son conformadas como juntas aparentes o como juntas de presión. Para los anchos de vía en general limitados se puede prescindir de una movilidad libre de los tramos de losa divididos por las juntas longitudinales, sin el riesgo de la formación de una fisura longitudinal aleatoria. Esto posibilita la colocación de anclajes, con lo cual es evitada considerablemente una apertura de la junta longitudinal, unido con la entrada de agua superficial en el sistema de losa.

Los anclajes son contruidos, para las losas más cargadas, de acero con un diámetro de 16 mm y una longitud de 800 mm. Para losas menos cargadas el diámetro es de 14 mm y longitud 600 mm. En la zona media los anclajes se han de recubrir en una longitud de 200 mm con un recubrimiento sintético apropiado como protección a la corrosión de mínimo 0.3 m de espesor.

Los anclajes se deben colocar por lo menos en la mitad del espesor de la losa. En juntas longitudinales aparentes con una profundidad de ranura o hendidura de más del 30 % los anclajes se han de colocar en el punto tercio inferior del espesor de la losa. En tramos rectos la separación entre anclajes es de 1,5 m. En curvas con un radio de 600 m y menos así como en juntas de presión longitudinales ancladas, es de colocar el mismo número de anclajes sólo en el tercio medio de la longitud de la losa con 0.5 m de espaciamiento. Para la colocación de los anclajes son implementados hoy en día equipos combinados de colocación de anclajes y pernos.

La fabricación de juntas aparentes longitudinales se lleva a cabo de la misma manera que las juntas aparentes transversales. Las ranuras requeridas para el control de fisuramiento en la cara superior de la losa deben ser de una profundidad del 30 % y máximo del 40 % del espesor de la losa. Para losas de pavimento anchas con mas de dos franjas ancladas las ranuras deben ser de una profundidad del 40 % y máximo del 45 % del espesor de la losa. Si está previsto un llenado de la junta, se debe ampliar la ranura en la superficie de la losa a un ancho de junta, cuyo ancho y profundidad debe estar ajustado al tipo

de material de relleno. Como regla el ancho de la ranura a rellenar es de 6 mm.

Las juntas de presión, que se forman por la construcción separada de tramos de losa vecinas (también entre vía o calzada y borde) en intervalos de tiempo diferentes, obtienen en la zona superior una ranura de junta, cuyo ancho y profundidad debe estar ajustado al tipo de material de relleno. Como regla el ancho de la ranura a rellenar es de 10 mm.

Pistas de aeropuertos y zonas de parqueo:

Las pistas de concreto son construidas de la misma manera que las vías, pero el peso de los aviones es mucho mayor aunque el tráfico sea menor: un aeroplano cada minuto. Los sellantes deben resistir el queroseno y los gases calientes expulsados de los reactores. Estos requerimientos específicos son indicados en varios estándares norteamericanos y especificaciones federales SS-S 167, 200 y 1614 (ver capítulo 7).

Puentes vehiculares:

Aquí los movimientos son diferentes de aquellos de las vías:

- Hay movimientos debido a la retracción y movimientos térmicos del concreto.
- Además hay movimientos debido al viento, al asentamiento del terreno bajo las fundaciones.
- Movimientos debido al tráfico.

El movimiento total resultante es más grande que para los edificios normales y por lo tanto las juntas de puentes son hechas de perfiles de caucho o metálicos, que se pueden ajustar automáticamente a los movimientos, y sellantes químicos son raramente usados, excepto para puentes pequeños.

Presas de embalse:

Este es también un campo muy especial donde las juntas son usualmente hechas de cintas y nunca con sellantes químicos.



Detalle de los pasadores metálicos en junta de pavimento y vaciado del concreto



Junta de control, inducida o aparente en losa de pavimento de vía



Pasadores metálicos y junta de control o inducida en losa de pavimento de vía

7. Estándares y Especificaciones

A continuación se relacionan las especificaciones y normas de ensayo tanto para los sellos preformados de PVC, cobre, caucho, como para las masillas sellantes.

- A. Especificaciones Federales (Federal Specifications):
- TT-S-0227E (3) Sealing Compound, elastomeric type, Multi-component for Calking Sealing, and Glazing Buildings and other Structures.
 - TT-S-00230C
 - TT-S-001543A Stain/color change/discoloration

Juntas en la construcción y su correcto sellado

- B. Especificaciones del cuerpo de ingenieros de la Armada de los Estados Unidos:
 CRD-C 572 Specifications for Polyvinylchloride (PVC) Waterstop.
 CRD-C 513 Specifications for Rubber Waterstops.
 CRD-C 531 (ASTM D 2628)
 CRD-C 547 Standard methods of testing for jet-fuel and heat resistance of preformed polychloroprene elastomeric joint seals for rigid pavements.
 CRD-C 549 (ASTM C 509) Cellular elastomeric preformed gasket and sealing material

- C. Normas o estándares ASTM:
 ASTM B 370 Copper Waterstop
 ASTM C 510 Staining
 ASTM C 639 Flow, sag or slump
 ASTM C 679 Tack free time
 ASTM C 719 Joint movement capability
 ASTM C 792 Weight loss
 ASTM C 793 UV resistance
 ASTM C 794 Adhesion in peel
 ASTM C 920 Specification for Elastomeric Joint Sealants
 ASTM D 412 Test Methods for Rubber Properties in Tension
 ASTM D 545 Preformed asphalt ribbon
 ASTM D 573 Elastomer properties after aging
 ASTM D 624 Test Method for Rubber Property Tear Resistance
 ASTM D 638 Test Method for Tensile Properties of Plastics
 ASTM D 746 Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact.
 ASTM D 747 Test Method for Apparent Bending Modulus of Plastics by Means of a Cantilever Beam
 ASTM D 994 Preformed bituminous type
 ASTM D 1056 Specification for Flexible Cellular Materials Sponge or Expanded Rubber.
 ASTM D 1149 Ozone resistance
 ASTM D 1752 Specification for Preformed Sponge Rubber and Cork Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction.
 ASTM D 2240 Hardness



Falla del sellante plástico bituminoso en losa de pavimento por envejecimiento

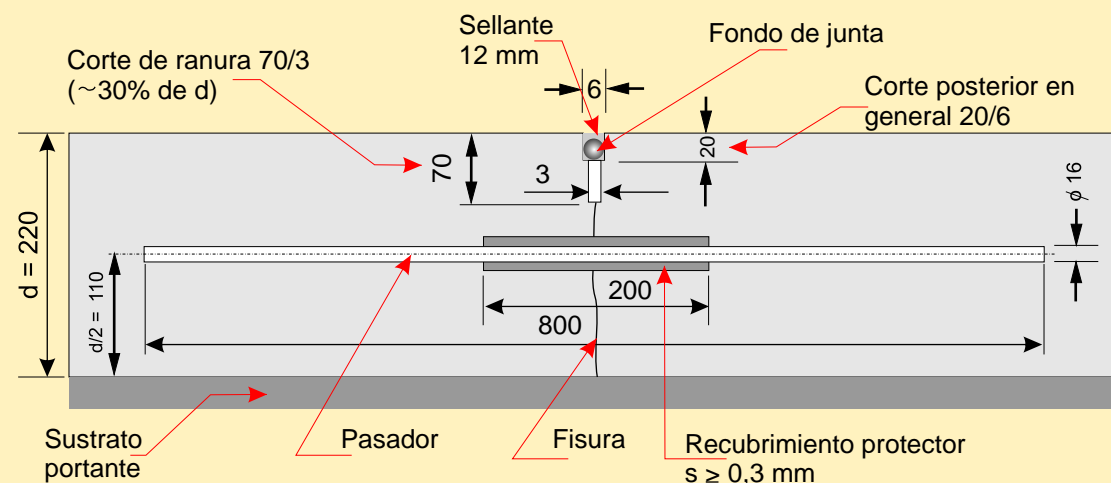


Figura 26: Juntas longitudinales inducidas entre losas de concreto de vía [3].

- ASTM D 2628 Neoprene seal (pavement use)
 ASTM D 3204 Preformed polyurethane foam joint
 ASTM D 3405 Hot poured rubberized asphaltic joint sealants
 ASTM D 3542 Neoprene seal (bridge use)
 ASTM D 5249 Backer material
 ASTM D 5329 Resilience, Ball penetration
 ASTM D 5893 Bond, artificial weathering
- D. AASHTO:
 AASHTO M 153 Preformed rubber
 AASHTO M 213 Preformed resilient bituminous types
- E. ISO 11600 Building construction, sealants, classification and requirements
- F. Department of Transportation (DOT), State of Louisiana, Standard Specifications for Roads and Bridges, Section 1005, Joint Materials for Pavements and Structures, 2000 Edition.

El estándar ISO 11600 define las propiedades para 2 tipos de sellantes:

- Tipo G: sellantes para vidrioado.
- Tipo F: sellantes de construcción para uso en juntas de edificios diferentes al vidrioado.

Las especificaciones del DOT de Louisiana presenta los requerimientos de desempeño de los siguientes materiales de juntas:

- Llenantes de juntas preformados: tipo bituminoso, de madera, celda cerrada de polietileno, caucho preformado.
- Sellante de junta vaciado y extruido: tipo asfalto con caucho vaciado en caliente, sellantes de poliuretano, sellantes de silicona (uno y dos componentes).
- Sello de juntas de compresión elastoméricas preformados: sellos de neopreno.
- Sello externo adherido: banda elastomérica pegada mecánicamente o con epóxico a la superficies.
- Sello de junta con banda de neopreno.
- Sellos de junta elastoméricos reforzados.
- Espuma de poliuretano preformada.
- Sello con cintas: cobre, PVC, caucho.



Corrosión de refuerzo por falta de sello en junta fría o de construcción en viga de concreto

8. Bibliografía

- [1] Cook, P. J., Construction sealants and adhesives, Wiley-Interscience, New York, 1970.
- [2] Kleinlogel, A., Bewegungsfugen im Beton- und Stahlbetonbau (Juntas con movimiento en construcciones de concreto y concreto reforzado), Ernst & Sohn, Berlin, 1947.
- [3] Klawns, N., Haack, A., Tiefbaufugen: Fugen und Fugenkonstruktionen im Beton- und Stahlbetonbau (Juntas en construcciones civiles), Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1990.
- [4] Linder, R., Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton (Elementos impermeables de concreto). En: Beton Kalendar, Teil II, Ernst & Sohn, Berlin, 1996.
- [5] Cognard, P., Sealants for Construction, Part I to Part VI, SpecialChem, 2004.
- [6] U.S. Army Corps of Engineers. Engineer Manual 1110-2-2102, Waterstops and other preformed joint materials for civil works structures, 1995.
- [7] Petrie, E., Sealant Joint Design, SpecialChem, 2004.
- [8] American Concrete Institute. Committee 504. Guide to sealing joints in concrete structures. ACI 504R-90 (reapproved 1997).
- [9] American Concrete Institute. Committee 302. Guide for concrete floor and slab construction. ACI 302.1R-96.
- [10] American Concrete Institute. Committee 224. Joints in concrete construction. ACI 224.3R-95 (reapproved 2001).

Publicación: Sika Colombia S.A.
 División Construcción - Mayo de 2006
 Cuarta Edición

Este documento está basado en la bibliografía relacionada y es responsabilidad del lector o usuario del documento y no de Sika el uso adecuado de la información aquí consignada. El documento es propiedad de Sika y no está autorizada la reproducción parcial o total del mismo.