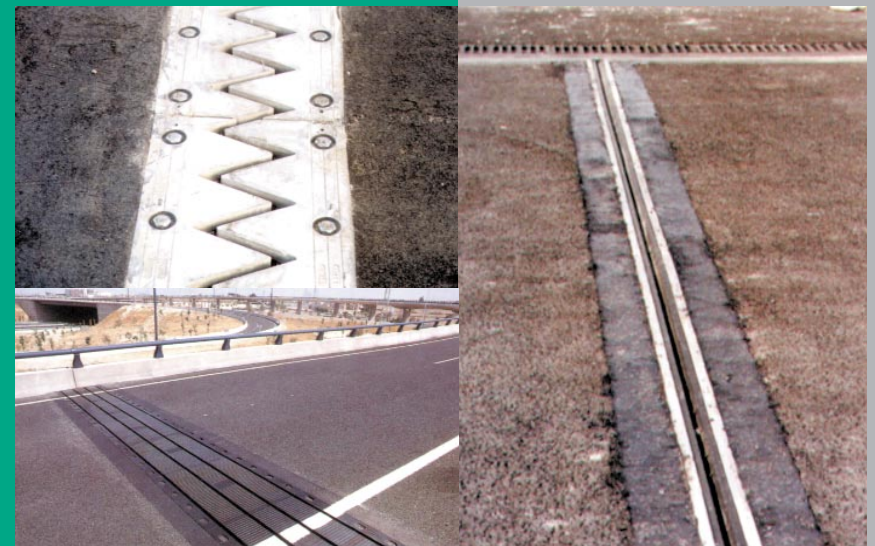


JUNTAS PARA PUENTES DE CARRETERA CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

JUNTAS PARA PUENTES DE CARRETERA CONSIDERACIONES PRÁCTICAS



N O V I E M B R E 2 0 0 3

Subvencionado por:



asociación técnica
de carreteras
comité español de la A.I.P.C.R.



JUNTAS PARA PUENTES DE
CARRETERA
CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

Noviembre 2003

Depósito Legal: M - 49.513 - 2003

ISBN: 84-95641-06-2

Edita: Asociación Técnica de Carreteras
Monte Esquinza, 24
28010 MADRID (España)

Fotocomposición: Inforama, S.A.
Príncipe de Vergara, 210
28002 MADRID

Imprime: Ibergraphi 2002, S.L.L.
Mar Tirreno, 7 bis.
28830 SAN FERNANDO DE HENARES (Madrid)

PRESENTACIÓN

Las juntas de puentes son elementos que están presentes en muchas de nuestras obras de paso, de los que, sin embargo, no existen muchas referencias técnicas que sirvan de guía para su diseño, colocación y conservación. Tratando de llenar, en parte, este vacío se creó un Grupo de Trabajo en el seno del Comité de Puentes de la Asociación Técnica de la Carretera con el fin de reflexionar sobre el particular y producir un documento. Así nace esta publicación, de carácter eminentemente práctico, dirigida tanto al proyectista como a los constructores o directores de obra.

El contenido de este documento se refleja claramente en su índice:

Capítulo 1.- Introducción

Capítulo 2.- Tipología

Capítulo 3.- Proyecto

Capítulo 4.- Instalación

Capítulo 5.- Durabilidad, patología y mantenimiento

Capítulo 6.- Homologación. Ensayos de fábrica. Documentación de una junta

Bibliografía

En el Capítulo 1 se analizan aspectos generales, incidiendo en el funcionamiento de las juntas, sus movimientos y deformaciones, su razón de ser, los requisitos funcionales, etc. Se incluye también un apartado de definiciones de términos relacionados con las juntas de calzada.

El Capítulo 2 establece una clasificación racional de las juntas y analiza cada una de los distintos tipos utilizados en España, resaltando el rango, características fundamentales y aplicaciones más adecuadas. Contiene finalmente un cuadro-resumen con datos prácticos de todos los tipos considerados.

En el Capítulo 3 se dan recomendaciones para el proyecto, datos útiles para la elección del tipo de juntas adecuadas en cada caso, orientaciones para el cálculo de movimientos y esfuerzos, indicaciones precisas sobre la forma de realizar el reglado de la junta en el momento de su colocación, detalles a tener en cuenta en la elaboración del proyecto y se exponen las características exigibles al elemento junta que deben quedar claramente especificadas en el proyecto.

EL Capítulo 4 recoge todos los aspectos a tener en cuenta para la instalación de cada uno de los distintos tipos de juntas, enumerando la serie de operaciones a realizar para la correcta instalación, incluyendo temas relativos al cajetín para su alojamiento, anclajes de fijación, impermeabilización, interacción con bordillo y barreras, etc.

La patología, que es el gran problema actual de las juntas, se estudia en el Capítulo 5; se analizan sus causas y se dan indicaciones para la solución de los problemas de

durabilidad, proporcionando las operaciones básicas para llevar a cabo un buen proceso de mantenimiento. Contiene también este capítulo orientaciones prácticas para la reparación y reposición de juntas.

El Capítulo 6 contiene una propuesta de actuaciones (cálculos, ensayos, documentación, etc) que debería desarrollar el fabricante para llegar a la homologación de un sistema de juntas, como requisito previo a su comercialización. Incluye también el tipo de documentación que debe proporcionar el fabricante de una junta para facilitar su elección y adaptación al proyecto del puente y para conseguir la instalación correcta y duradera.

Al final del documento se incluye una bibliografía a la que puede acudir el lector que desee ampliar su conocimiento sobre algún asunto específico relativo a las juntas de calzada de puentes de carreteras.

Es importante remarcar que el documento trata de dar indicaciones que orienten sobre la correcta conservación de juntas bien proyectadas e instaladas. Así puede ser que se consiga modificar la actual situación en que las juntas se consideran como elementos rápidamente perecederos, con necesidad de frecuentes reparaciones y vida útil limitada, para pasar a tratarlas como elementos con necesidad de mantenimiento mínimo, con una prestaciones y vida útil más prolongadas, similares a las del resto de los elementos estructurales del puente.

Finalizar esta presentación recordando el nombre de los técnicos integrantes del Grupo de Trabajo del Comité de Puentes de la Asociación Técnica de Carreteras que han intervenido en la redacción de este documento:

M. Julia Alberruche (*Geocisa*)
Carlos Alzórriz (*Trelleborg - IESA*)
Olga Calvo Lucas (*Ministerio de Fomento*)
J. Emilio Herrero Beneitez (*Ferrovial*)
Luis Peset González (*Dragados y Construcciones*)
Jaume Sabater i Albalull (*Generalitat de Catalunya*)
Luis Villamonte Varela (*Grupo Mecanotubo S.A.*)

Coordinador: José Luis Lleyda Dionis (*ALVISA*)

y agradecer a las empresas GEOCISA, MECANOTUBO, PREVIAL y TRELLEBORG-IESA, las figuras y fotografías que han aportado para ilustrar el documento.

ÍNDICE

	Pág.
CAPÍTULO 1	
INTRODUCCIÓN	11
1. Definiciones	12
2. Requisitos funcionales y criterio económico. Condiciones y exigencias mínimas	15
3. Movimientos de las juntas. Causas	19
4. Selección de la junta	21
CAPÍTULO 2	
TIPOLOGÍA	23
1. Junta sellada con material elástico	24
1.1. Descripción	24
1.2. Aplicaciones	24
1.3. Rango	25
1.4. Características	25
2. Perfil de caucho comprimido	26
2.1. Descripción	26
2.2. Aplicaciones	27
2.3. Rango	27
2.4. Características	27
3. Juntas de betún modificado	28
3.1. Descripción	28
3.2. Aplicaciones	29
3.3. Rango	29
3.4. Características	29
4. Banda de caucho plegada	30
4.1. Banda de caucho plegada con bordes metálicos	30
4.1.1. Descripción	31
4.1.2. Aplicaciones	31
4.1.3. Rango	31
4.1.4. Características	32
4.2. Banda de caucho con bloques de elastómero armado	32
4.2.1. Descripción	32
4.2.2. Aplicaciones	33
4.2.3. Rango	33
4.2.4. Características	33
5. Perfiles de elastómero armado	34
5.1. Descripción	34
5.2. Aplicaciones	35
5.3. Rango	35

5.4. Características.....	35
6. Juntas con placas deslizantes	36
6.1. Descripción	37
6.2. Aplicaciones	37
6.3. Rango	37
6.4. Características.....	37
7. Juntas modulares.....	38
7.1. Descripción	38
7.2. Aplicaciones	38
7.3. Rango	39
7.4. Características.....	39
8. Juntas de peine	40
8.1. Descripción	40
8.2. Aplicaciones	40
8.3. Rango	40
8.4. Características.....	41
9. Chapa deslizante exterior	41
9.1. Descripción	41
9.2. Aplicaciones	42
9.3. Rango	42
9.4. Características.....	42
10. Cuadro resumen	42

CAPÍTULO 3

PROYECTO	45
1. Distribución de juntas.....	45
2. El desarrollo de la selección de juntas.....	46
2.1. Recorridos.....	47
2.2. Cargas locales.	47
2.3. Tipo de tráfico.	47
2.4. Necesidades de impermeabilización.	47
2.5. Huelgo o separación máxima entre los elementos inmediatos de una misma junta.	48
2.6. Vida útil de la junta.	48
3. Cálculo de los movimientos y esfuerzos.....	48
3.1. Consideraciones generales.....	48
3.2. Movimientos en el plano de la junta.....	49
3.3. Movimientos fuera del plano de la junta.....	50
3.4. Combinación de acciones. Estados límites.....	51
3.4.1. Estado límite de servicio.....	51
3.4.2. Estado límite último.....	51
3.4.3. Acciones sísmicas	51
4. Reglado	51
4.1. Montaje de las juntas. Conveniencia y definición del reglado.....	52
4.2. Determinación del reglado	53
4.3. Juntas con rigidez propia no despreciable	57
5. Detalles de proyecto	58
6. Características exigibles, a especificar en proyecto	59

CAPÍTULO 4

INSTALACIÓN	61
1. Consideraciones generales.....	61
2. Acciones preliminares.....	62
3. Creación del cajetín o alojamiento.....	62
4. Ejecución de anclajes.....	62
4.1. Mecánicos.....	63
4.2. Químicos.....	63
4.3. Detalles de acabado.....	64
5. Reglado	64
6. Interacción con el equipamiento (bordillos, aceras y barreras).....	65
7. Colocación del conjunto de la junta.....	65
7.1. Junta sellada con material elástico.....	65
7.2. Junta de caucho comprimido.....	67
7.3. Junta de betún modificado.....	68
7.4. Banda de caucho plegada	70
7.4.1. Con bordes metálicos y hormigón elastomérico	70
7.4.2. Con bordes metálicos y anclajes hormigonados	70
7.4.3. Con bloques de elastómero armado.....	72
7.5. Perfiles de elastómero armado.....	73
7.6. Placas deslizantes.....	74
7.7. Juntas modulares.....	74
7.8.- Junta de peine.....	76
7.9. Chapa deslizante exterior.....	77
8. Detalles de integración en el sistema de evacuación del agua.....	77
8.1. Juntas de dilatación no herméticas.....	77
8.1.1. Unión con la impermeabilización.	77
8.1.2. Evacuación de agua bajo la junta.	79
8.2. Juntas de dilatación herméticas.....	80
8.2.1. Instaladas después de la pavimentación.	80
8.2.2. Instaladas antes de la pavimentación.	81
9. Adaptación a la geometría del tablero acabado.....	82

CAPÍTULO 5

DURABILIDAD, PATOLOGÍA Y MANTENIMIENTO	85
1. Patología más frecuente.....	85
2. Consecuencias de los daños de la junta	85
3. Causas de la patología.....	86
3.1. Juntas selladas con material elástico.....	88
3.2. Juntas con perfiles de caucho comprimido.....	88
3.3. Juntas de betún modificado	88
3.4. Juntas ancladas con pernos (juntas de elastómero y juntas deslizantes).....	89
3.4.1. Juntas de elastómero.....	89
3.4.2. Juntas deslizantes.....	89
3.5. Juntas modulares.....	90
3.6. Juntas de peine.....	90
4. Mejora de la durabilidad. Soluciones al problema.....	90

5. Mantenimiento	91
5.1. Reparación y reposición de juntas.....	92
6. Documentación gráfica de los daños más frecuentes en las juntas de calzada....	93

CAPÍTULO 6

HOMOLOGACIÓN DE JUNTAS DE CALZADA	97
1. Introducción.....	97
2. Procedimiento de homologación.....	97
2.1. Descripción completa del sistema.....	97
2.2. Cálculos y ensayos.....	98
2.2.1 Materiales.	98
2.2.2. Reacción sobre la estructura.....	98
2.2.3. Resistencia a la fatiga en movimientos de apertura y cierre.....	98
2.2.4. Ensayos dinámicos con simulación de tráfico.....	98
2.2.5. Ensayos de elementos de la junta sometidos a la rodadura.....	99
2.2.6. Impermeabilización y drenaje.....	99
2.2.7. Nivel de ruido	99
2.3. Realización de los ensayos.....	100
3. Garantía	100
4. Composición del ente homologador	100
5. Validez de la homologación.....	100
 BIBLIOGRAFÍA	 103

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Las juntas de puentes están destinadas a permitir la rodadura en condiciones aceptables a través de los espacios abiertos, para permitir los movimientos térmicos o de otros orígenes, entre los tableros de los distintos tramos del puente o entre éstos y los muretes de guarda de los estribos.

Las juntas aparecen inexcusablemente en todos los puentes, salvo en los llamados integrales. En ellos, la moderación de longitud total del tablero permite que los movimientos en su plano puedan ser absorbidos directamente por el terreno circundante, sin necesidad de muretes de guarda en los estribos y por lo tanto, sin junta alguna, en forma satisfactoria para el tránsito rodado.

En todo lo que sigue, se considerarán únicamente las juntas deformables en su plano. De acuerdo con esta premisa, quedan fuera del ámbito de este estudio las llamadas losas de continuidad, por ser rígidas en su plano. Este tipo de juntas se consigue en puentes de vigas prefabricadas, organizados en tramos simples, al dar continuidad a la losa de forjado entre tramos contiguos. Generalmente se reduce el espesor de la losa en la zona de continuidad, centrada respecto del eje entre tableros, separándola físicamente respecto de vigas y riostras. De anchura igual a la de la plataforma y canto ligeramente inferior al del forjado, su luz se fija de tal modo que la rigidez a flexión de la losa de continuidad así conseguida permita considerar despreciable su coacción a los giros de los tramos conectados. Dichas losas de continuidad son capaces, sin embargo, de constituir a todos los efectos un enlace rígido entre tableros frente a las sollicitaciones en su plano, lo cual excluye, según se ha dicho, su consideración en este documento.

El carácter dinámico de las cargas de tráfico presentes en la vida del puente y la naturaleza cíclica de la variación de temperaturas establecen, ya por sí solos, la dureza de las condiciones de trabajo de las juntas. Es necesario conocer las fuerzas y desplazamientos relativos experimentados por sus labios para conseguir soluciones satisfactorias y durables en cuanto a su capacidad estructural y cinemática.

Por otra parte, la conveniencia de resguardar la estructura de la agresión de las aguas pluviales, de los fundentes y de los vertidos ocasionales de fluidos en la calzada, añade dificultad al diseño de la junta en sí para conseguir una impermeabili-

dad efectiva que garantice la protección de la estructura. Todo ello exige una cuidadosa ponderación para elegir la junta más adecuada en cada caso.

Sin embargo, frecuentemente la atención prestada a la determinación del tipo de juntas a instalar está muy por debajo de la necesaria, tanto en lo que concierne al conocimiento de la participación estructural de la junta y sus consecuencias cinemáticas en el conjunto del puente, como al análisis de las características de estanqueidad y durabilidad.

Esta desatención empieza por manifestarse cuando la elección del tipo de juntas se aborda sólo en las fases terminales del proyecto del puente y desde el punto de vista determinante de la economía, indebidamente reducida a considerar el costo del primer establecimiento, sin examinar las cuestiones técnicas relevantes y sus repercusiones en la vida de la junta y de la estructura.

Otra muestra de este mismo enfoque viciado se da en actuaciones de conservación limitadas a la reposición irreflexiva de las juntas dañadas, sin examen de las causas del deterioro y sin haber efectuado el diagnóstico de la situación.

En ambos casos, las consecuencias prácticas para el funcionamiento del puente son graves en todos los aspectos mal resueltos, desde la seguridad de la rodadura para los vehículos, especialmente los de 2 ruedas, hasta la degradación progresiva de la junta y de la estructura. A la cruda constatación de la invalidez de las justificaciones “económicas” basadas exclusivamente en el costo del primer establecimiento se añade con dimensión propia la conflictividad producida por los cortes y restricciones del tráfico durante las reparaciones.

Es pues indudable que la importancia y la dificultad intrínseca de las funciones confiadas a las juntas reclaman atenta consideración tanto en fases muy al inicio del proceso de proyecto de los puentes como en las posteriores operaciones de conservación. Justifican, además, la redacción de este documento orientado a proporcionar elementos y pautas de análisis para la elección razonada de los tipos de junta más adecuados.

1. DEFINICIONES

Las **juntas** son dispositivos deformables principalmente en su plano, capaces de asegurar el tránsito de los vehículos a través de las zonas de discontinuidad de los enlaces entre los distintos tramos estructurales de un puente o entre estos y los muretes de guarda de los estribos, bajo cualquier sollicitación contemplada en la normativa vigente y en condiciones de seguridad, comodidad, estanqueidad y durabilidad según se detalla en el apartado 2.

La definición anterior del término junta, tal y como se emplea en este documento, excluye el sentido de separación entre unidades estructurales, extendido en el len-

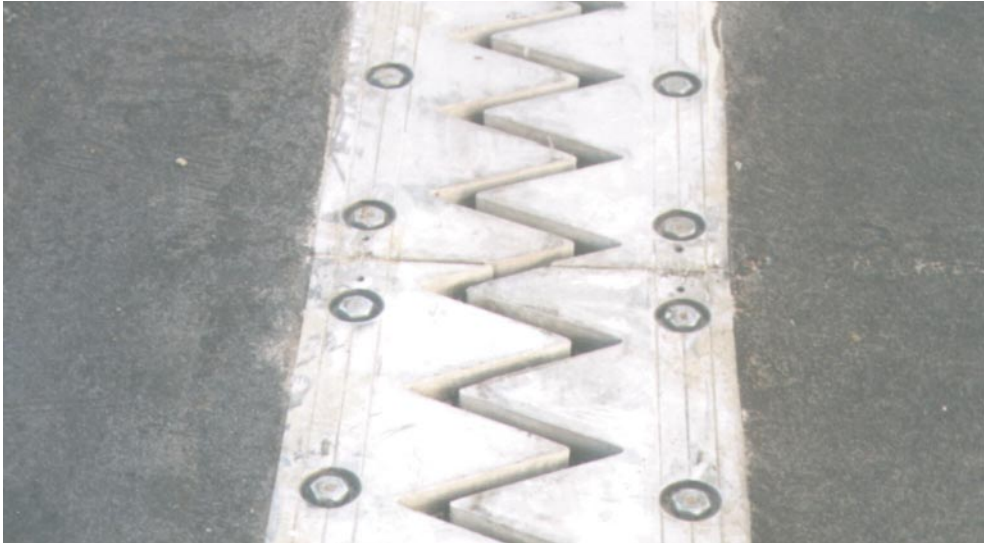


Fig. 1.1. Junta de peine.

guaje de la construcción y recogido en el diccionario de la RAE (ed 22^a), y que se corresponde con la separación o huelgo estructural definido más adelante.

Así, aunque aquel diccionario admite la validez de la palabra “junta” para designar tanto el relleno como la separación entre elementos arquitectónicos, este documento se ciñe a lo que cabría describir como una evolución del “relleno” para hacer frente, con éxito, a los condicionantes de carácter propiamente ingenieril asociados al funcionamiento de los puentes.

En lo que concierne a su participación en la funcionalidad del puente en su conjunto, debe tenerse en cuenta que la junta ha de facilitar necesariamente el paso de ruedas de los vehículos y, eventualmente, de peatones, por la zona de discontinuidad entre los tableros, lo cual puede conseguirse por transmisión directa de las acciones de los neumáticos a los bordes de los tableros, sin ninguna otra colaboración de la junta, si su separación es suficientemente reducida.

No tiene asignado el ejercicio de ningún tipo de coacción a los movimientos relativos permitidos por los enlaces entre las estructuras parciales, a los que se tiene que acomodar. Sin embargo, la rigidez propia resultante del desarrollo material de su concepción para cada tipo concreto de junta da lugar, una vez instalada en el puente, a su correspondiente participación estructural en el conjunto a través de la relación entre las fuerzas de borde y los desplazamientos relativos entre sus labios.

Separación o huelgo estructural. Es la existente, para una temperatura y edad del hormigón determinada, entre las terminaciones contiguas de los tramos de un puente, o entre estos y los muretes de guarda de los estribos, conectados por una

junta, expresada según una dirección determinada contenida en el plano de la junta, que habitualmente coincide con la directriz del puente.

El espacio hueco o solución de continuidad entre estructuras parciales de un puente, comprendido entre los paramentos adoptados como terminación geométrica de los tramos conectados por una junta, experimenta obviamente, a partir de la etapa en que se materializa la separación estructural, los cambios geométricos impuestos, en su caso, por los procesos diferidos del hormigón y por las restantes sollicitaciones que actúan sobre el puente.

En cualquier caso, el huelgo estructural de construcción debe ser adecuado para que bajo condiciones de servicio, los desplazamientos relativos experimentados por las terminaciones contiguas no den lugar a que se produzcan contactos entre ellas, ni quede un espacio excesivo, superior al permitido por el dispositivo de la junta.

Abertura. Se designa por abertura la magnitud del desplazamiento relativo de los elementos de calzada en uno y otro borde o aristas contiguas de los tableros enlazados por una junta debido a las distintas causas que aparecen en la vida del puente. La abertura negativa recibe también el nombre de **cierre**.

Aunque la componente principal es normalmente la traslación relativa según la directriz del puente, no cabe despreciar a priori la componente normal al tablero de este desplazamiento ni los giros, respecto a un sistema conveniente de referencia, ni la componente paralela a los labios de la junta. A este respecto se llama la atención hacia los desplazamientos verticales debidos a la posible pendiente del puente y, aunque no en servicio, los de levantamiento para cambio de apoyos.

Los valores de las distancias y ángulos entre los elementos de calzada, en bordes de junta, pueden obtenerse sumando los correspondientes a la configuración inicial (habitualmente reducidos a la separación según la directriz) y las variaciones de estas magnitudes, es decir, los desplazamientos y giros relativos consecuencia de las distintas acciones a las que está sometido el puente.

Juego o carrera. Consiste en la diferencia entre la abertura máxima y mínima en la vida del puente. Tal como se ha venido distinguiendo anteriormente, el concepto de juego o carrera va asociado a cada una de las componentes de un sistema determinado de referencia, aunque en principio adquiere casi siempre un papel relevante la componente longitudinal del puente.

Rango. Es el máximo desplazamiento relativo que un tipo o modelo concreto de junta admite, por sus propias características, entre sus labios extremos, según una determinada dirección. Se expresa habitualmente indicando los valores extremos de su abertura y cierre, que pueden no ser simétricos respecto de la configuración de suministro.

Además del rango según las direcciones contenidas en el plano de la junta, conviene conocer el asociado al desplazamiento relativo entre labios en sentido perpendicular a la junta, especialmente en los casos de brazos de giro considerables desde el apoyo. Obviamente, el rango del aparato de junta a instalar debe exceder el juego o carrera esperable en el puente.

Esviaje. Ángulo complementario del que forma la junta con la dirección del tráfico.

Guardacantos. Son protecciones longitudinales metálicas o ejecutadas in situ con morteros de resina epoxi o similar, destinadas a formar una transición con el pavimento para proteger los bordes de la junta y del pavimento de los impactos de las ruedas. Se suele utilizar esta denominación en el caso de la junta de perfil de caucho comprimido.

Bandas de transición. Son las zonas ejecutadas con mezclas asfálticas o morteros de resina epoxi o similar, que proporcionan una transición real entre el pavimento y el dispositivo de junta.

Labios de la junta. Son los bordes longitudinales de la junta.

Vida útil de la junta. Periodo de tiempo durante el cual la junta debe cumplir sus requisitos funcionales contando siempre con la conservación adecuada (inspección, valoración y mantenimiento, incluidas reparaciones), pero sin requerir operaciones de rehabilitación.

Taberos. Son láminas de impermeabilización que se colocan en ciertos tipos de juntas para asegurar la estanqueidad del sistema y conducir las aguas pluviales y los fluidos vertidos sobre la calzada al exterior, sin contacto con la estructura.

2. REQUISITOS FUNCIONALES Y CRITERIO ECONÓMICO. CONDICIONES Y EXIGENCIAS MÍNIMAS.

Las juntas deben satisfacer por sí mismas, independientemente de cualquier consideración sobre la calidad de la instalación, los **requisitos funcionales** que se describen a continuación, junto con el criterio económico para su análisis:

- Capacidad estructural y cinemática, para soportar los esfuerzos y admitir en condiciones satisfactorias para la rodadura los desplazamientos relativos entre sus labios que resulten de la respuesta del puente ante las acciones debidas:
 - al tráfico: cargas dinámicas verticales, fuerzas de frenado y arranque, fuerza centrífuga (especialmente giro brusco de vehículos pesados), aplicadas ya sea directamente, como acciones locales sobre la propia junta, o en otros puntos del tablero.

- al resto de las especificadas en las Instrucciones de Puentes, tanto de tipo fuerza, p. ej. viento, nieve, impactos, acciones sísmicas, etc.; como deformaciones por acciones térmicas, retracción y fluencia en los puentes de hormigón y mixtos, asentamientos diferenciales del terreno bajo las cimentaciones de pilas y/o estribos, etc.

Se debe conseguir una adaptación continua a los movimientos de la estructura (con desplazamientos y giros en los tres ejes), condicionados por la forma del puente, los materiales, y las dimensiones, tipología y distribución de los apoyos en relación con la ubicación de la junta, sin olvidar el efecto de la pendiente del tablero o los movimientos ocasionales producidos durante una sustitución de apoyos.

En el análisis teórico o experimental del comportamiento de un determinado tipo de junta deben tenerse en cuenta los efectos de fatiga asociados a todos los estados de carga cuya aplicación sea rápidamente variable, como es el caso, por ejemplo, de las acciones del tráfico rodado, tanto a nivel local, en el impacto contra los elementos de la propia junta, como a nivel de la estructura completa, excitada dinámicamente por el desplazamiento de las cargas de los vehículos y las posibles irregularidades de la superficie de la rodadura. Dado que la moderación de los esfuerzos en los anclajes de la junta reduce los efectos de fatiga en los casos de sollicitación dinámica y disminuye siempre, evidentemente, las fuerzas transmitidas, conviene disponer juntas flexibles, con poca resistencia a la deformación, cuyas características de funcionamiento se acerquen todo lo posible a las de un mecanismo. En todo caso, el diseño industrial de una junta teniendo en cuenta los efectos de fatiga, exige realizar mediciones bajo carga real, con pruebas de paso y frenado, a fin de evaluar las cargas que se producen y realizar pruebas de laboratorio de los productos fabricados basadas en los datos de campo obtenidos.

- Calidad de la rodadura para conseguir, dentro de todo el rango de funcionamiento previsto, que el tránsito por encima de la junta mantenga, respecto del resto del tablero, unas características de variación aceptables desde los puntos de vista físico y geométrico.

En cuanto a propiedades físicas cabe citar el ruido producido y la adherencia.

El ruido producido, tanto sobre la calzada como bajo ella, depende principalmente del enrase de la superficie de la junta con el pavimento y de que no haya elementos sueltos o con articulaciones mecánicas. Por ello es conveniente evitar pendientes longitudinales en la zona de la junta, ya que distorsionan el enrase como consecuencia de los movimientos horizontales del borde de los tableros, así como controlar la geometría en toda la planta ocupada por la junta para evitar las discontinuidades de la superficie portante realmente ofrecida a los vehículos.

Aunque la junta supone siempre una discontinuidad en el pavimento, a fin de garantizar la seguridad, el confort del tráfico y la durabilidad, esta discontinuidad debe ser mínima para una buena rodadura de los vehículos, sin necesidad de tratamientos antideslizantes adicionales.

Dependiendo del emplazamiento y el tipo de tráfico, el diseño de la junta proporcionará una superficie que no cause perturbaciones para cualquier usuario, incluyendo ciclistas, peatones y, en su caso, animales.

- **Durabilidad.** Entre los factores principales que influyen en la vida útil de una junta destacan la adecuación de su resistencia o robustez respecto de la categoría del tránsito que debe soportar, y su coherencia cinemática con los requerimientos del puente. Son también fundamentales el anclaje y buen enrase con la calzada, para disminuir en lo posible los impactos, así como la estanqueidad final de la junta (consecuencia de su diseño y del cuidado en el montaje), y la facilidad de inspección y mantenimiento.

La resistencia de la junta debe evitar la posibilidad de roturas locales con grandes huecos o levantamientos parciales, que entrañarían riesgos graves de accidentes de tráfico.

En cuanto a las condiciones a satisfacer por los materiales constitutivos de una junta durable, conviene que los elementos metálicos sean insensibles a la oxidación o tengan la protección adecuada para evitarla. Es aceptable la galvanización en caliente o en frío, imprimación con resinas epoxi apropiadas, disposición de láminas de material elastomérico, etc. A su vez, los elementos no metá-

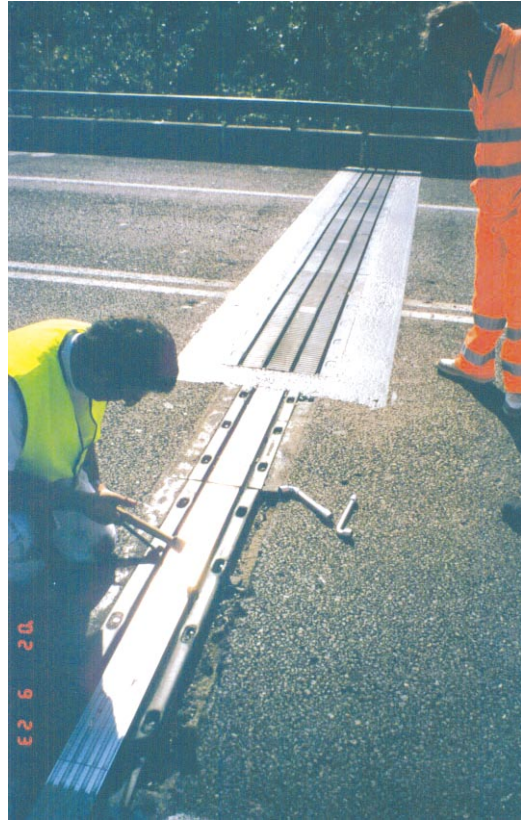


Fig. 1.2. Sustitución y colocación de junta en perfil de elastómero armado.

licos deben resistir a los ataques atmosféricos y a los productos químicos habituales en la calzada.

En lo que concierne a las propiedades mecánicas, aquellos elementos que estén en contacto con el paso de las ruedas deben resistir al desgaste, mientras que los elementos elásticos deben presentar baja relajación.

Por último, es importante asegurar la utilización de materiales adecuados y cuidar al máximo la buena ejecución de los guardacantos y bandas de transición, elementos fundamentales para garantizar la durabilidad de la junta y del pavimento en su entorno.

- Estanqueidad. Para evitar los ataques a la estructura en los casos de previsible agresividad climática por lluvia, nieve y fundentes, o por vertidos ocasionales, es preciso que la junta resulte totalmente hermética en toda la anchura del tablero incluidas aceras y barreras. Esta hermeticidad debe darse tanto en la propia junta como en el encuentro de la impermeabilización del tablero con la junta.

Los elementos de hermeticidad deben ser continuos a lo largo de toda la junta, no necesitar limpiezas frecuentes y soportar las posibles presiones producidas por el paso de las ruedas, aunque se encuentren llenos de suciedad. Es importante controlar la hermeticidad en las líneas de encuentro de la calzada con las aceras o barreras.

Si la tipología de la junta no garantiza la impermeabilidad será preciso complementarla con un babero de recogida de aguas que las canalice y evite su paso por la superficie de la estructura del puente. Estos baberos serán ejecutados con dimensiones y materiales que les permita adaptarse a los movimientos de la junta, y deben resistir las acciones correspondientes, incluso la fatiga y las generadas por cuerpos extraños que puedan introducirse (suciedad, roedores, aves, etc), o bien presentar accesibilidad y facilidad de limpieza y mantenimiento. Su instalación se realizará correctamente para garantizar una durabilidad similar a la prevista para la propia junta.

Es fundamental no degradar el estudio comparativo de los distintos tipos de juntas, limitándolo a la simple consideración del coste inicial. El **concepto económico** adecuado no puede ser otro que el costo económico total, que además del gasto inicial de adquisición e instalación, comprende, necesariamente, el de la conservación (inspección, valoración y mantenimiento) durante la vida útil, incluyendo el costo social que acarrearán las interrupciones, cortes o desvíos en el tráfico en el caso de sustitución, reparación o mantenimiento.

El coste económico total, habida cuenta de los inconvenientes que siempre acarrea cualquier intervención en las juntas, generalmente encuentra su mínimo para aque-

llas que tengan una vida útil lo más larga posible y cuya conservación conlleve las mínimas incidencias en la circulación.

3. MOVIMIENTOS DE LAS JUNTAS. CAUSAS

La determinación del funcionamiento de las juntas, caracterizables como elementos lineales de disposición más o menos ortogonal a la directriz del puente, cuyas características fuerza-deformación vienen dadas a partir de la información suministrada por los fabricantes, resulta del análisis estructural del puente sometido a las acciones que, según las Instrucciones en cada momento vigentes, hay que considerar en su proyecto.

Aún no siendo objeto de este documento desarrollar los métodos de análisis, cabe destacar que las respuestas en tensiones y movimientos entre labios de la junta sólo pueden en rigor hallarse teniendo en cuenta el funcionamiento del conjunto estructural completo. Sin embargo, como es bien sabido, la organización estructural de puentes con tableros sensiblemente horizontales y canto reducido, sustentados sobre articulaciones, elásticas o no, sobre elementos verticales, admite el estudio por separado de las solicitaciones según dos grandes grupos.

- Uno de ellos está constituido por las acciones asociadas a la flexión de los tableros, como son las componentes verticales de las sobrecargas de uso, los asentamientos diferenciales de las cimentaciones, el gradiente térmico vertical, la nieve, etc. Este tipo de acciones ocasionará fundamentalmente desplazamientos relativos normales al plano de la junta como consecuencia, como mínimo, del giro de la sección de apoyo y el brazo entre el apoyo y el labio de la junta.
- El segundo comprende las acciones que provocan el trabajo del tablero en su plano, como el frenado y arranque, la fuerza centrífuga, la acción del viento, las acciones reológicas, la variación uniforme de temperatura y el gradiente térmico horizontal, etc. Este segundo tipo de solicitaciones dará lugar a movimientos relativos principalmente en el plano de la junta (apertura o cierre), cuyo valor suele ser determinante en la mayoría de los casos para la elección y dimensionamiento de la misma.

Es válida la asimilación de los tableros a placas rígidas en su plano, vinculadas elásticamente entre sí y con los estribos y pilas a través de los apoyos y las juntas, para el estudio del comportamiento general del puente frente a las solicitaciones “horizontales”, ya sean del tipo fuerza -coplanarias con las placas- o del tipo de cambio de configuración ya descritas anteriormente.

Los desplazamientos relativos normales al plano de la junta deben controlarse y, en su caso, reducirse, no sólo porque los valores que admiten la mayoría de los tipos de juntas son pequeños (para asegurar su duración y buen funcionamiento),

sino para garantizar la calidad de la rodadura de los vehículos. Las principales causas son:

- Flexibilidad estructural en las zonas inmediatas a los apoyos extremos de los tableros, que se pondrá de manifiesto sobre todo frente a la actuación de las cargas de los vehículos en sus proximidades.

Esta flexibilidad estructural crece con la distancia entre apoyos de un mismo borde, con la oblicuidad de éste, y con la delgadez de la losa de forjado, como sucede por ejemplo en los casos de tramos de nervios o vigas, excesivamente separados entre si, con losas de forjado delgadas, si no se dispone de una riostra de borde que rigidice el conjunto y reduzca los corrimientos verticales relativos a que tiene que hacer frente la junta, además de facilitar su instalación. Deberán comprobarse los extremos agudos de los voladizos de puentes esviados.

- Efecto del giro de la sección en apoyos sobre la esquina superior de la sección terminal del tablero, debido al brazo de palanca correspondiente a su distancia en planta a la vertical del apoyo inmediato. Esta distancia, que conviene reducir en lo posible, no puede desaparecer por razones obvias de espacio para una buena disposición de los elementos de introducción de fuerzas concentradas, como son las reacciones de apoyo y los eventuales anclajes de pretensado en el extremo del tablero.
- Descenso de los aparatos de apoyo, ya sea por flexibilidad del aparato en si mismo, como en el caso de la deformación de los soportes de elastómero ante cargas fuertemente variables, o por el propio funcionamiento cinemático de determinados tipos de apoyo, como los de bielas, cuyo giro respecto de la vertical para acomodarse a los desplazamientos longitudinales del tablero entraña también su descenso vertical concomitante.
- Pendiente longitudinal del tablero en la zona de juntas con los apoyos dispuestos sobre plano horizontal. La falta de paralelismo del perfil longitudinal de la calzada respecto de la horizontal de apoyos determina que los desplazamientos horizontales que éstos experimentan den una componente no nula ortogonal a la calzada.
- La propia tipología del puente, como en el caso de puentes-pórtico con vanos de compensación de voladizo.
- Movimientos y deformaciones transmitidos al tablero por las propias pilas o los estribos.
- Movimientos impuestos durante las operaciones de sustitución de aparatos de apoyo.

Los movimientos relativos entre labios de las juntas hallados en el análisis estructural del puente en los que se haya supuesto instalada una junta determinada, así como los esfuerzos que en dichos labios actúan, permiten comprobar su pertenencia, o no, al dominio aceptable definido por los fabricantes, así como la validez del diseño del enlace junta-tablero.

4. SELECCIÓN DE LA JUNTA.

Las propiedades y características relevantes en el proceso de selección de un tipo de junta de entre los existentes en el mercado son, evidentemente, todas las que fundamentan los requisitos funcionales exigibles, enumerados en el apartado 2.

La comprobación de la capacidad estructural de la junta debe quedar acreditada para cada tipo de tránsito, en función de cálculos o procedimientos empíricos que tengan en cuenta los efectos dinámicos.



Fig. 1.3. Junta de banda de caucho plegada con bordes metálicos.

En cualquier caso deben revisarse los elementos estructurales del puente que acogen los anclajes de la junta ante los distintos tipos de solicitaciones. Para ello es preciso caracterizar la estructura en su conjunto, incluyendo la junta con sus propiedades elásticas intrínsecas, a fin de representar debidamente las interacciones resistentes y obtener así valores fiables de las fuerzas de enlace y de los corrimientos relativos entre extremos o labios de juntas.

Destaca claramente la importancia de los movimientos relativos esperables en todo el rango de funcionamiento, y en particular, la de los desplazamientos, cuya componente según el eje del puente acostumbra a ser determinante, sin que por ello quepa obviar el análisis de las restantes componentes, giros incluidos, especial-

mente en estructuras curvas, esviadas y en pendiente. En cualquier caso, las discontinuidades físico-geométricas que se presentan en la transición entre tableros, deben ser compatibles con las condiciones del uso a que se destina el puente, ya sea al tránsito rodado o al tráfico peatonal.

El proceso de selección culminará con las comparaciones prácticas de instalación y conservación, así como su repercusión en el costo económico total en la vida útil esperable.

En esquema, los parámetros a tener en cuenta en la elección son los siguientes:

- Movimientos y giros según tres ejes.
- Rango horizontal, vertical y esviaje.
- Intensidad y tipo de tráfico: Condicionamientos de fatiga y desgaste. Capacidad resistente.
- Emplazamiento de la junta: urbano o extraurbano. Exigencias en cuanto a emisión de ruido y confort.
- Posibilidades de inspección y mantenimiento: Si el mantenimiento resulta poco viable deben instalarse juntas duraderas capaces de resistir situaciones anómalas en condiciones de deficiente conservación, con amplia garantía de durabilidad.
- Durabilidad de la junta en relación con la esperable del pavimento (las operaciones de refuerzo de firmes, que se pueden realizar cada 7 años, tienen incidencia en las juntas).
- Costo total, en el que interviene el precio de adquisición, la facilidad de su instalación, gastos esperables de conservación, etc.
- Hermeticidad de la junta en sí misma que, además, debe permitir garantizar la impermeabilización global del puente.

Capítulo 2

TIPOLOGÍA

Se describen en este apartado diferentes tipos de juntas utilizados en puentes de carretera, viaductos y pasarelas. Algunos no son de aplicación frecuente ahora, pero se exponen de cara a la conservación de los ya colocados. Para cada uno se indica su composición o elementos intervinientes, el tipo de puente en el que tiene aplicación, su rango y características propias (impermeabilidad, sustituibilidad, conservación, etc.).

Los valores y características indicados para cada tipo son los más frecuentes y normales, pero pueden existir otros diferentes que vengan avalados y garantizados por el fabricante. Por ello, en cualquier caso, deben tenerse en cuenta los valores expresados por cada fabricante en sus catálogos u hojas de especificaciones siempre que estén adecuadamente garantizados. En cuanto al rango, se expresan unos valores máximos indicativos, pudiendo ser menores los alcanzados al tener en cuenta la interacción entre los indicados para movimientos horizontales, verticales, esviajes y giros.

Al final de este capítulo (punto 10) se incluye un “cuadro resumen” que recoge esquemáticamente las características de cada uno de los tipos de junta para permitir un encaje rápido del tipo a utilizar en un caso concreto.

Entre los tipos de juntas más conocidos se pueden enumerar los siguientes:

1. Junta sellada con material elástico.
2. Perfil de caucho comprimido.
3. Juntas de betún modificado.
4. Banda de caucho plegada.
 - Con bordes metálicos
 - Con bloques de elastómero armado.
5. Perfiles de elastómero armado.
6. Juntas con placas deslizantes.
7. Juntas modulares.
8. Juntas de peine.
9. Juntas de chapa deslizante exterior.

1. JUNTA SELLADA CON MATERIAL ELÁSTICO

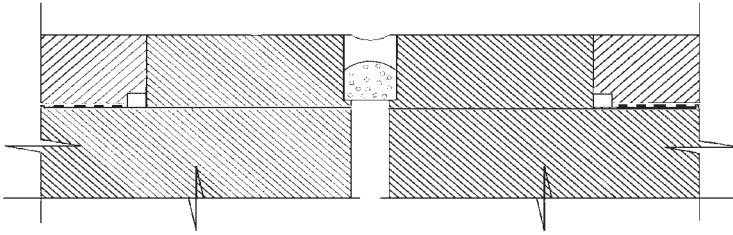


Fig. 2.1. Junta sellada con material elástico

1.1. DESCRIPCIÓN

Consiste en un cordón de un producto o masilla elástica sellante con buena adherencia a los labios de la junta y con estabilidad volumétrica garantizada (algunos poliuretanos, thiokol, siliconas, etc.).

Previamente se coloca un material de relleno de la junta (espuma de poliuretano o producto similar de célula cerrada) que sirve de base o apoyo para la masilla.

Si el pavimento es de hormigón el sellado se realiza directamente; pero si el pavimento es asfáltico, se deben acondicionar los bordes de la junta mediante un cajeadado relleno de mortero epoxi o mortero sin retracción de alta resistencia inicial. Sin embargo, en el caso de marcos y pórticos, es práctica generalizada el serrado – sellado del pavimento asfáltico sin cajeadado de mortero.

Anchura de sellado: de 20 a 40 mm
Espesor de sellado: 20 mm

1.2. APLICACIONES

Se utiliza en pasarelas, pontones o puentes con tráfico ligero y con luces (L) pequeñas para no sobrepasar el rango de aplicación del sellante (normalmente $L \leq 12$ m en el caso de estructuras de nueva construcción de hormigón pretensado; podría incrementarse hasta aproximadamente los 20 m en estructuras nuevas de hormigón armado o mixtas, y a los 25 m en el caso de las metálicas, siempre que no haya limitación por sobrepasar los máximos movimientos verticales admisibles).

1.3. RANGO

Depende de la elasticidad del sellante, pero en general no se superan los siguientes valores:

RANGO HORIZONTAL:	± 5 mm
RANGO VERTICAL:	± 1 mm
ESVIAJE	$\leq 90^\circ$

1.4. CARACTERÍSTICAS

Se trata de una junta con bajo coste de instalación y mantenimiento que, sin embargo, requiere una inspección periódica frecuente y tiene una vida útil corta (unos 5 años).

Es fácilmente reparable y sustituible, siendo su tiempo de colocación bajo.

Se adaptan perfectamente a cualquier directriz (queiebros, bordillos, curvas, etc.).

Aunque su estanqueidad dependerá del tratamiento de sus bordes y de su incardinación con el drenaje global del tablero, si está bien realizada y en perfecto estado de conservación, es estanca. No obstante, lo normal es que presente una estanqueidad baja.

Son silenciosas y proporcionan buena continuidad a la rodadura cuando están correctamente ejecutadas.

2. PERFIL DE CAUCHO COMPRIMIDO

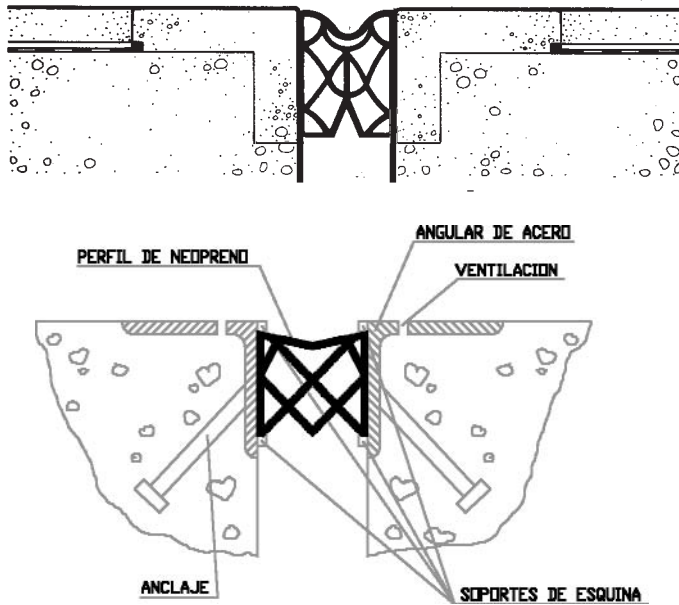


Fig. 2.2. Juntas con perfil de caucho comprimido

2.1. DESCRIPCIÓN

Perfil de caucho natural o sintético hueco, fácilmente compresible, que se instala de forma tal que se mantenga siempre en compresión durante todo el ciclo de movimientos de la junta, y rehundido para que nunca sobresalga de la superficie de rodadura incluso en la posición más cerrada de la junta.

Se utilizan en juntas serradas o preformadas.

Puede ser colocado entre perfiles metálicos (ahora infrecuente) o entre guardacantos de mortero epoxi o mortero de alta resistencia inicial sin retracción.

Si la rodadura es asfáltica, se debe realizar un cajeadado que se rellenará con el mortero tras encofrar correctamente los labios de la junta. Este cajeadado se dimensionará para resistir el esfuerzo al que le somete el tráfico. En general cada guardacantos tendrá una anchura doble que su espesor y, si esto no es posible, será preciso armarlo en conexión con el hormigón del tablero o muro estribo.

En el caso de pavimento de hormigón, debe formarse la junta por simple serrado a la anchura calculada. Cuando esto no sea posible, se formará con guardacantos

de mortero especial. En este caso la geometría del guardacantos es menos crítica. Se recomienda una profundidad algo mayor que la del perfil, y una anchura de cada guardacantos igual a la profundidad.

El ancho del perfil instalado suele variar entre 30 y 100 mm, y su altura desde la superficie entre 90 y 150 mm.

2.2. APLICACIONES

Pasarelas y puentes. La distancia entre juntas estará de acuerdo con el rango correspondiente al perfil utilizado ($L \leq 60$ m en el caso de estructuras de hormigón pretensado de nueva construcción, podría incrementarse hasta aproximadamente los 100 m en estructuras mixtas, y a los 125 m en el caso de las metálicas, siempre que no haya limitación por sobrepasar los máximos movimientos verticales admisibles).

2.3. RANGO

Dependiendo del tamaño del perfil de caucho se puede llegar a :

RANGO HORIZONTAL:	± 25 mm
RANGO VERTICAL:	± 3 mm
ESVIAJE:	$\leq 30^\circ$

2.4. CARACTERÍSTICAS

Junta de bajo coste de instalación y mantenimiento, aunque se deberá inspeccionar tanto el propio perfil (situación correcta, limpieza, etc.), como los guardacantos de mortero, siendo conveniente reparar posibles fisuraciones antes de que se llegue a su disgregación o rotura.

Tiene una vida útil aproximada de 5 años, pero se ha de tener en cuenta que la bondad del sistema depende de las propiedades del perfil, de la correcta concepción y realización del alojamiento, de la calidad de los guardacantos y del pavimento en las inmediaciones de la junta y, en pavimentos asfálticos, de la incorporación de un drenaje efectivo en la zona del guardacantos (de esta forma se evita el bombeo y consiguiente erosión de la capa de rodadura asfáltica).

Es fácilmente sustituible.

Para garantizar la impermeabilidad es necesario un sistema de evacuación adicional.

Deben colocarse longitudes continuas a lo largo de toda la anchura de las estructura, sin cambios radicales en la dirección. En el plano vertical, se puede doblar el perfil con un radio mínimo de tres veces la profundidad de su sección.

La emisión de ruido se puede considerar baja cuando el perfil está colocado entre guardacantos de mortero epoxi o mortero de alta resistencia inicial sin retracción, y media en el caso de perfiles metálicos.

3. JUNTAS DE BETUN MODIFICADO

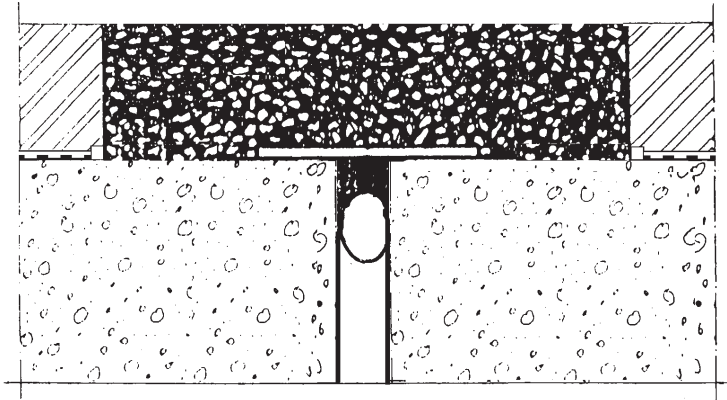


Fig. 2.3. Juntas de betún modificado

3.1. DESCRIPCIÓN

Están constituidas fundamentalmente por una mezcla en caliente de betún modificado con elastómeros y árido silíceo o basáltico.

Para su ejecución se realizará un cajeadado en el pavimento de anchura comprendida normalmente entre 350 y 550 mm.

Después se colocará un cordón flexible entre los dos tableros para evitar que se cuele el aglomerado elástico que, durante la ejecución de la junta, se encuentra en estado fluido.

A continuación se posicionará una chapa metálica en el fondo, que permite una mejor distribución de tensiones y deformaciones en la masa elástica.

Luego, tras imprimir la caja con el mismo ligante que se utilizará posteriormente en la ejecución de la junta, se realizará el relleno de la caja por tongadas. Es conveniente asegurar una mezcla y proceso de aplicación que produzcan una masa final homogénea. El espesor, entre 6 y 10 cm, debe ser aproximadamente igual al 1/5 del ancho del cajeadado.

Por último, una vez enfriada, se compactará y se procederá al sellado superficial para protegerla de la acción de los agentes climáticos. Ocasionalmente se podrá extender árido silíceo de 3 mm de tamaño máximo.

3.2. APLICACIONES

Puentes sometidos a cualquier tipo de tráfico con luces adecuadas al rango de la junta, función de la elasticidad del aglomerado y de su anchura. La distancia entre juntas será ≤ 60 m en el caso de estructuras de hormigón pretensado de nueva construcción, podría incrementarse hasta aproximadamente los 100 m en estructuras mixtas, y a los 125 m en el caso de las metálicas, siempre que no haya limitación por sobrepasar los máximos movimientos verticales admisibles.

Hay que tener en cuenta que la ejecución de este tipo de juntas en tableros con fuerte pendiente o peralte, puede revestir mucha dificultad dada la fluidez de la mezcla.

Es muy útil en la sustitución de otros tipos de juntas en puentes en los que se ha producido ya la mayor parte del acortamiento por retracción y fluencia.

3.3. RANGO

Como se ha dicho, depende de la anchura de la banda de betún modificado. Se puede llegar a:

RANGO HORIZONTAL:	± 25 mm
RANGO VERTICAL:	1/10 del RANGO HORIZONTAL
ESVIAJE:	$\leq 45^\circ$

3.4. CARACTERÍSTICAS

El coste de su instalación es bajo, y lo mismo ocurre con el de mantenimiento, siendo suficiente una inspección y actuaciones periódicas.

Su vida útil es del orden de 5 años. Para garantizar la durabilidad se requiere un control exhaustivo de la calidad de los productos componentes y del proceso de aplicación, ya que si no es así se puede producir una degradación prematura y la necesidad de su sustitución.

Deben tener flexibilidad para adaptarse a los movimientos de la estructura y ser capaces de resistir el paso de los vehículos sin deformación excesiva bajo las ruedas. Al igual que el pavimento asfáltico, pueden ser susceptibles de ataques por aceites y grasas.

Son fácilmente reparables, pudiendo reponerse exclusivamente la zona dañada aunque sea muy pequeña y localizada.

En general son impermeables si están en buen estado de conservación.

Son silenciosas y proporcionan excelente confort de tráfico.

4. BANDA DE CAUCHO PLEGADA

Se basan en la utilización de una banda de caucho, muy flexible, fijada en sus bordes laterales a unos elementos rígidos. Según la naturaleza de estos elementos se distinguen dos tipos de juntas con características totalmente diferentes: con bloques de elastómero armado o con bordes metálicos. La multiplicación de bandas y elementos rígidos da lugar a otro tipo de juntas, las juntas modulares, tratadas en el apartado correspondiente.

4.1. BANDA DE CAUCHO PLEGADA CON BORDES METÁLICOS

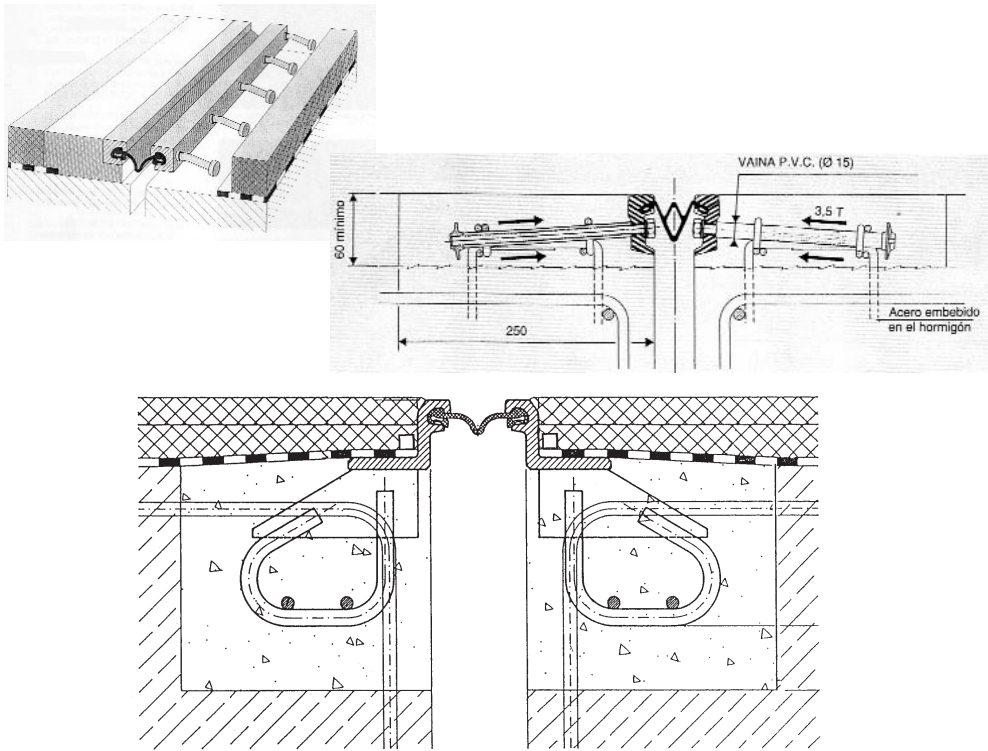


Fig. 2.4. Juntas con banda de caucho plegada con bordes metálicos.

4.1.1. DESCRIPCIÓN

En este caso, los bordes de la banda se fabrican con un regreoso y se encajan a presión en el espacio longitudinal apropiado de un perfil metálico especial, con sección adecuada para recoger la banda y adaptarse al tablero.

De los modelos que se muestran en las figuras, los dos primeros se suelen emplear fundamentalmente en el caso de sustitución de una junta preexistente, ya que se colocan dentro del espesor de la capa de rodadura. Para ello se requiere que como mínimo éste sea de 50 mm en el primer caso y de 60 mm en el segundo. Su diferencia fundamental radica en que, en el primer caso, el anclaje de la junta al tablero se realiza a través de conectores embebidos en las dos bandas de transición de hormigón elastomérico, mientras que en el segundo, en las bandas de transición de mortero de resina o micro hormigón de calidad, actúan unos vástagos pretensados puestos en carga que se unen a unas armaduras previamente colocadas en el tablero.

En el tercer caso el perfil metálico se ancla al tablero mediante armadura soldada o pernos atornillados, y se debe instalar antes del extendido de la capa de rodadura del pavimento. El ancho de la junta suele ser de 50 a 130 mm, y el espesor total, incluido el cajeadado, suele ser superior a 300 mm.

4.1.2. APLICACIONES

Puentes de tráfico ligero y pesado con luces pequeñas o medias. La distancia máxima entre juntas será ≈ 100 m en el caso de estructuras de hormigón pretensado de nueva construcción, podría incrementarse hasta aproximadamente los 160 m en estructuras mixtas, y a los 200 m en el caso de las metálicas, siempre que no haya limitación por sobrepasar los máximos movimientos verticales admisibles.

4.1.3. RANGO

Se puede llegar hasta:

RANGO HORIZONTAL: ± 35 mm

RANGO VERTICAL: ± 10 mm

ESVIAJE: $\leq 45^\circ$

La limitación del rango horizontal a ± 35 mm responde a la necesidad de que la separación entre elementos rígidos de la junta no resulte excesiva para el paso del tráfico (≤ 80 mm.). Las limitaciones del rango vertical y del esviaje responden análogamente a consideraciones de comodidad para la rodadura.

4.1.4. CARACTERÍSTICAS

Tienen un coste de instalación moderado. El anclaje al hormigón de los tableros del puente mediante armaduras o perfiles anclados es sencillo y reviste garantía de durabilidad.

Su coste de mantenimiento es bajo si se considera el periodo de vida útil normal de una junta. Como en este caso la vida útil es mayor, habría que tener en cuenta la posible sustitución de la banda de caucho. No obstante, esta operación se puede llevar a cabo sin grandes alteraciones en el tráfico y aproximadamente en unas 5 horas/10 m.

La estanqueidad de las juntas y su unión con la impermeabilización del tablero queda garantizada si se respeta la previsión de que la banda plegada sea de una sola pieza en toda la longitud de la junta, el encaje a presión en el perfil metálico esté correctamente proyectado y ejecutado, los perfiles metálicos sean de una sola pieza en toda la longitud o la unión entre trozos sucesivos de perfil está bien soldada.

La emisión de ruido y molestias al tráfico, aunque son sensibles a la abertura entre perfiles, fundamentalmente dependen del enrase entre estos y la superficie del pavimento. Se puede considerar que en condiciones normales darán lugar a una emisión de ruido media.

4.2. BANDA DE CAUCHO CON BLOQUES DE ELASTÓMERO ARMADO.

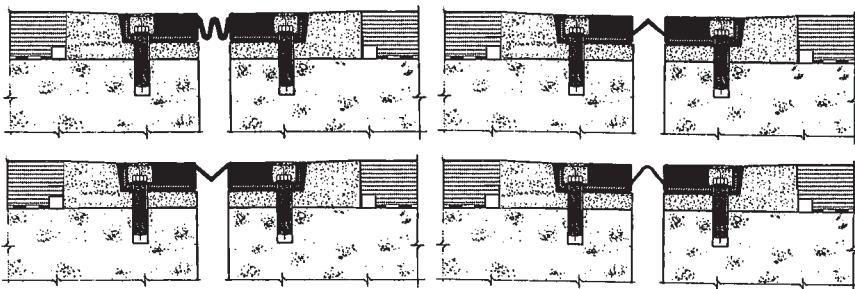


Fig. 2.5. Juntas con banda de caucho con bloques de elastómero armado

4.2.1. DESCRIPCIÓN

Los bordes de la banda se integran en un bloque de elastómero armado, siendo la banda una prolongación del mismo. La junta se conecta al tablero mediante anclajes fijados químicamente. La continuidad con el pavimento se materializa mediante una banda de transición a base de mortero epoxi o mortero sin retracción.

La anchura del cajeadado en el pavimento, necesario para la instalación de la junta, es igual a la anchura de la junta más las bandas de transición. Esta anchura del cajeadado varía de 200 a 550 mm.

El suministro se realiza en elementos, en su caso con extremos machihembrados, de aproximadamente 1,50 a 2,00 m de longitud (banda más bloques elastoméricos), por lo que se producen juntas entre cada dos elementos que impiden la estanqueidad. Para subsanarlo se sellará el machihembrado y se colocará un sistema de evacuación adicional (faldón, babero, canal, etc.).

4.2.2. APLICACIONES

Puentes de tráfico ligero y pesado con luces pequeñas o medias. Distancia máxima entre juntas será ≈ 90 m en el caso de estructuras de hormigón pretensado de nueva construcción, podría incrementarse hasta aproximadamente los 140 m en estructuras mixtas, y a los 175 m en el caso de las metálicas, siempre que no haya limitación por sobrepasar los máximos movimientos verticales admisibles.

4.2.3. RANGO

En función de la anchura de banda dispuesta:

RANGO HORIZONTAL:	± 35 mm.
RANGO VERTICAL:	± 10 mm.
ESVIAJE:	$\leq 30^\circ$

4.2.4. CARACTERÍSTICAS

Tienen un coste de instalación moderado y un coste de sustitución medio.

Es necesario el control y mantenimiento periódico de los anclajes y del estado de las bandas de transición de mortero, aunque el costo de mantenimiento es bajo.

Suele tener una vida útil de 10 años. Requiere que el anclaje a la estructura se realice correctamente para garantizar la durabilidad. La rotura de la banda, aunque no es frecuente, obliga a la sustitución del elemento completo con reposición de la cama de asiento, bandas de transición, pernos de anclaje, etc.

Como se ha indicado, para intentar conseguir la estanqueidad se precisa un sistema adicional de evacuación.

Se puede acomodar a cambios de nivel en aceras. Para ello habrá que cortar el elastómero y hacer una muesca por el punto de doblado del acero, formando el ángulo requerido para el cambio de nivel. Posteriormente se rellenarán los huecos producidos en el módulo con un producto adecuado para proteger de la corrosión al acero descubierto.

La emisión del ruido se puede considerar de cuantía media.

5. PERFILES DE ELASTÓMERO ARMADO

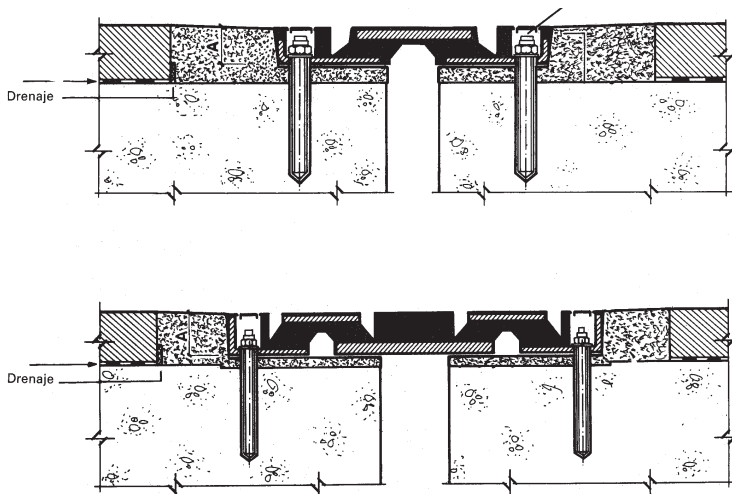


Fig. 2.6. Juntas con perfil de elastómero armado.

5.1. DESCRIPCIÓN

Consisten en un bloque prismático de caucho entallado y armado con chapas de acero embutidas, con una morfología adecuada para permitir deformaciones en su plano, normales al mismo y giros, con cuantía en función de sus dimensiones y diseño.

Se disponen anclados a ambos lados de la junta mediante anclajes fijados químicamente. No obstante, para evitar una excesiva proximidad de los pernos al borde de la junta, se pueden anclar mediante un sistema de “pipa-garrota”, que proporciona mayor flexibilidad en las operaciones de colocación además de mejorar la capacidad de anclaje.

Entre la junta y el pavimento asfáltico es fundamental disponer una zona de transición con mortero u otro producto que garantice la protección de la junta.

El ancho de la junta suele ser de 230 a 1200 mm.

5.2. APLICACIONES

Puentes con cualquier tipo de tráfico, ligero o pesado, con luces medias o grandes, permitiendo distancia entre juntas de valor importante (hasta \approx 400 m en el caso de estructuras de hormigón pretensado de nueva construcción, que podría incrementarse hasta aproximadamente los 650 m en estructuras mixtas, y a los 825 m en el caso de las metálicas, siempre que no haya limitación por sobrepasar los máximos movimientos verticales admisibles).

5.3. RANGO

En función del tamaño y diseño del perfil:

RANGO HORIZONTAL:	hasta \pm 165 mm
RANGO VERTICAL:	hasta \pm 6 mm (4% del rango horizontal)
ESVIAJE:	\leq 90°

La colocación de una junta con fuerte esviaje limita el rango, disminuyéndolo con respecto a los valores sin esviaje.

5.4. CARACTERÍSTICAS

Admiten grandes movimientos, pero presentan rigidez apreciable que se traduce en esfuerzos de tracción o compresión que deben ser tenidos en cuenta en el cálculo de la estructura del puente y, sobre todo, en el dimensionamiento y disposición de los propios anclajes, sometidos a esfuerzos cortantes importantes que transmiten al hormigón circundante.

Si se prevén giros o desplazamientos verticales en juntas de gran tamaño, la zona central, entre ranuras de deformación, debe tener recubrimiento inferior de elastómero de suficiente espesor para adaptar su apoyo en la cama de asiento a ambos lados del espacio entre tableros y evitar su deterioro.

El coste de la junta instalada es medio-alto, en función del rango. Debe realizarse con la calidad y precisión adecuada para identificar su plano con el del pavimento y garantizar un buen anclaje. El tamaño de los perfiles de alto rango conlleva necesariamente un peso de cada pieza que precisa el concurso de pequeñas grúas para su manipulación y colocación.

Tiene una vida útil de unos 10 años. La sustitución es costosa puesto que, normalmente, lleva consigo la demolición de las camas de asiento y zonas de transición, y la colocación de nuevos pernos de anclaje.

Para adaptarlos a directrices diferentes de la recta, bordillos de aceras, etc., se utilizan piezas especiales y artificios que resuelven cualquier disposición complicada.

Para obtener una buena durabilidad, además de su correcta instalación (que es fundamental) se precisa limpieza periódica y vigilancia del estado de los anclajes, de la zona de transición y del nivel del pavimento anexo a la junta.

La estanqueidad se consigue con un babero flexible de recogida de aguas entre los labios de la junta, conduciéndola hasta un punto de evacuación que no afecte a la durabilidad de la estructura.

La emisión de ruido depende de la perfección de la instalación y del comportamiento del pavimento anexo, aunque en general se puede considerar que varía entre media y alta en función del tamaño de la junta y del estado de conservación.

Es uno de los tipos de junta más utilizados actualmente ya que, aunque se trata de una elemento que requiere gran atención en su instalación y mantenimiento, proporciona buenas prestaciones en un amplio abanico de estructuras viarias.

6. JUNTAS CON PLACAS DESLIZANTES

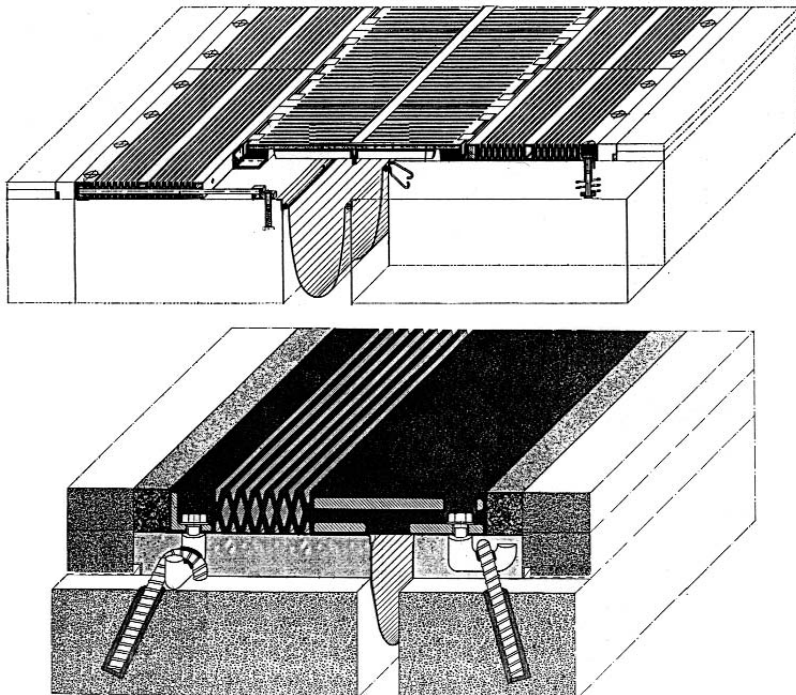


Fig. 2.7. Juntas con placa deslizantes

6.1. DESCRIPCIÓN

Están formadas por varios bloques de caucho armado unidos entre sí mediante fuelles, también de elastómero, que permiten amplios desplazamientos horizontales entre los bordes de la junta, deslizando el bloque rígido sobre la superficie preparada del tablero a ambos lados de los labios de la junta.

Los bloques extremos se fijan a la estructura mediante pernos atornillados y se precisa, al igual que en las juntas de perfil de elastómero armado, una zona de transición de mortero especial.

6.2. APLICACIONES

Puentes de tráfico ligero o pesado, con luces grandes, permitiendo grandes distancias entre juntas.

6.3. RANGO

Depende de la configuración de la junta:

RANGO HORIZONTAL: ± 300 mm

RANGO VERTICAL: 4% del Rango Horizontal

ESVIAJE: $\leq 30^\circ$

6.4. CARACTERÍSTICAS

Admite muy grandes movimientos horizontales sin gran rigidez frente a esfuerzos de tracción o compresión. El resto de características es en todo muy similar a las juntas de elastómero armado.

El coste de la junta instalada es alto, en función del rango. La instalación será cuidadosa para hacer coincidir su plano con la superficie del pavimento, requiriendo la utilización de pequeñas grúas en consonancia con el peso de las piezas.

La durabilidad es similar a la de las juntas de elastómero armado, unos 10 años, aunque los anclajes sufren menos ya que los esfuerzos consecuencia de la tracción-compresión en la junta son más pequeños.

El coste del mantenimiento se podría considerar medio y el de sustitución alto.

Para asegurar la estanqueidad se precisa disponer el babero inferior de recogida de aguas. Presentan una emisión de ruido que puede llegar a ser alta.

7. JUNTAS MODULARES

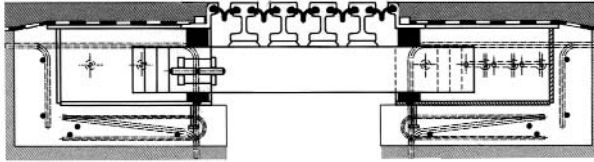


Fig. 2.8. Junta modular.

7.1. DESCRIPCIÓN

Están formadas por la yuxtaposición de bandas de elastómero plegadas y perfiles de acero. Estos perfiles (vigas) se apoyan sobre otras vigas transversales a la junta (travesaños), que sirven de puente para salvar el espacio entre los labios de ésta y que quedan alojadas en unas cajas (cajas de travesaños). Incluyen además dispositivos mecánicos o elásticos que reparten la apertura total de la junta uniformemente entre todas las bandas plegadas.

Los travesaños, que son móviles, según su disposición darán lugar a las juntas de travesaños en batería o a las juntas de travesaños giratorios. Estas últimas se suelen disponer en situaciones en las que hay poco sitio en uno de los lados, cuando el rango del movimiento es de una magnitud inusual, cuando es preciso acomodar movimientos en diferentes direcciones, o bien cuando hay que ampliar el rango de aplicación de las juntas.

Las bandas elásticas, sin función resistente frente a las cargas de tráfico, se sitúan más bajas que la rasante. Tanto éstas como los perfiles metálicos son de una pieza en toda la longitud de la junta (por lo que resulta totalmente hermética) adaptándose a la geometría del puente acabado (calzada, aceras, etc.).

Los perfiles de borde mantienen y protegen la posición del aglomerado y pueden estar provistos de sistema de fijación de la entrega de las láminas impermeabilizantes.

El anclaje al hormigón de la estructura se realiza mediante barras y placas soldadas a los perfiles de borde (módulos extremos). En puentes metálicos los perfiles de borde y las cajas de travesaños se sueldan directamente a la estructura.

7.2. APLICACIONES

Se utilizan en puentes que precisan movimientos importantes, ya sean verticales u horizontales, con cualquier combinación y magnitud de movimientos.

7.3. RANGO

Según el número y características de los módulos o bandas plegadas integrantes de la junta, se puede llegar hasta un:

RANGO HORIZONTAL:	± 600 mm
RANGO VERTICAL:	± 20 mm
ESVIAJE:	$\leq 45^\circ$

7.4. CARACTERÍSTICAS

El costo de instalación varía en función del tamaño de la junta, pero puede llegar a ser muy alto. Requiere disponer de un espacio importante en uno o ambos lados de la junta (según el tipo) para alojar los dispositivos de anclaje y los mecanismos que permiten la apertura y cierre del sistema. Precisa personal adiestrado para la correcta colocación y la asistencia de una grúa adecuada para su manipulación.

El coste de conservación, que puede considerarse de valor medio durante su vida útil (>25 años) corresponderá a un programa preparado por el fabricante que contendrá las indicaciones a seguir, puntos de inspección, necesidades de pintura protectora, etc.

No es probable la necesidad de sustitución de partes importantes de la junta si la instalación y conservación ordinaria se llevan a cabo correctamente. La sustitución de las bandas de neopreno e incluso de los perfiles longitudinales intermedios puede ser realizada en breve plazo, sin prolongadas interrupciones de tráfico.

A pesar de su complejidad, se fabrican piezas especiales para adaptarse a directrices curvas, bordillos, aceras, etc., incluso a la forma exterior de la imposta.

La estanqueidad está basada normalmente en la hermeticidad de la propia junta. Las juntas llegan a obra en una sola pieza a menos que no sea transportable, en cuyo caso se unen por soldadura los elementos metálicos y se vulcanizan las bandas elásticas.

Es posible disminuir la emisión de ruido tanto por aislamiento inferior como por modificación de la superficie de contacto con el tráfico. En algunos modelos todos los elementos móviles tienen fijación elástica en vez de mecánica, de forma que no produzcan vibraciones y las cargas sean amortiguadas. No obstante, de cara a disminuir la emisión de ruido, se destaca la importancia de proporcionar una unión al mismo nivel entre la superficie de la carretera y los bordes de la junta de dilatación.

8. JUNTAS DE PEINE

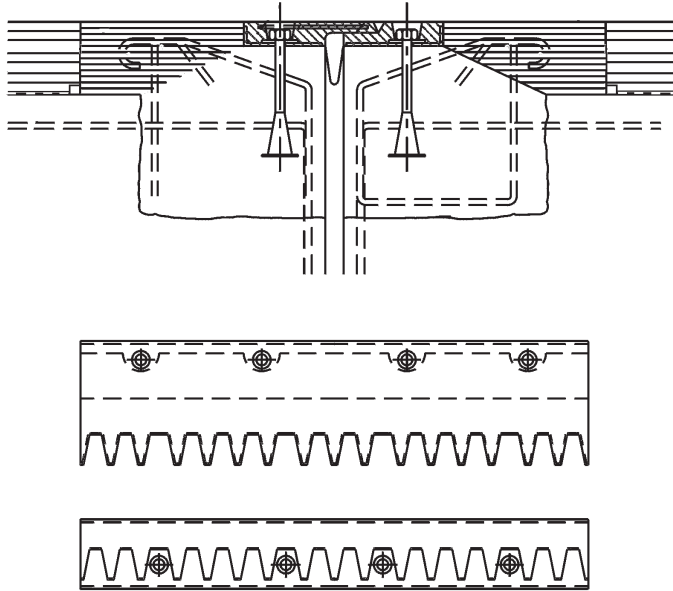


Fig. 2.9. Juntas de peine

8.1. DESCRIPCIÓN

Se forma con dos peines metálicos que encajan uno en el otro y que están anclados cada uno en un lado de la junta. Los dientes en planta pueden ser rectangulares o con forma triangular para adaptarse mejor a los posibles movimientos transversales.

Algunos modelos constan de doble peine (superior e inferior) teniendo un perfil de elastómero comprimido entre ambos para conseguir cierta estanqueidad y evitar el paso de piedras u otros objetos a través de los peines.

8.2.- APLICACIONES

Se usa en puentes muy largos con separaciones grandes entre juntas (> 300 m.) y tráfico pesado.

8.3. RANGO

El rango horizontal depende del tamaño de la junta, pudiéndose llegar a ± 500 mm. Admite grandes esviajes, siempre que se orienten los dientes en la dirección del

movimiento, ya que tienen muy limitada la posibilidad de movimientos horizontales en dirección normal a los dientes.

Los desplazamientos verticales pueden afectar a la seguridad del tráfico, por lo que no admiten giros ni movimientos verticales.

8.4. CARACTERÍSTICAS

Es una junta de costo elevado que requiere mantenimiento (limpieza) frecuente para evitar que la introducción de cuerpos extraños entre las púas de los peines la pueda deformar e incluso romper.

La sustitución es fácil pero requiere precisión para garantizar el buen funcionamiento de los peines.

Es muy importante colocar siempre los dientes paralelos a la dirección del movimiento relativo entre los labios de la junta.

No se adaptan a directrices distintas de la recta ni a la forma de bordillos, aceras, etc.

Para la impermeabilización se requiere disponer baberos de recogida de agua.

9. CHAPA DESLIZANTE EXTERIOR

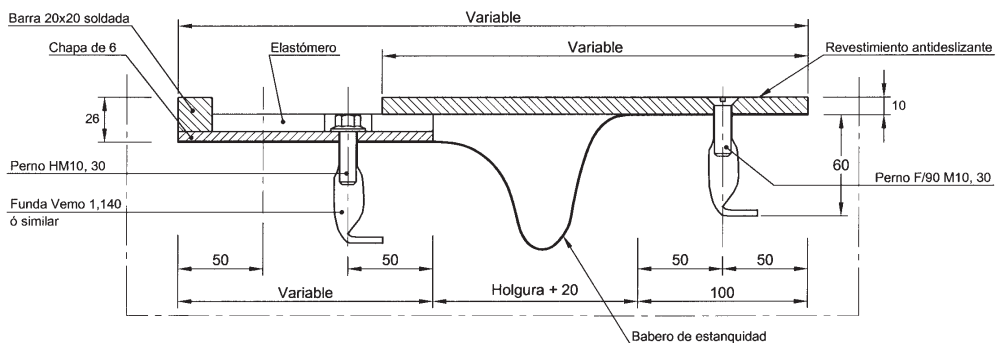


Fig. 2.10. Junta con chapa deslizante exterior

9.1. DESCRIPCIÓN

Constituida por una chapa de acero, que puede estar revestida de elastómero, anclada en un lado de la junta, que apoya y desliza sobre una superficie lisa (posiblemente elastómero) fija en el otro lado de la junta. La cara superior de la junta está a nivel con la superficie del pavimento.

El extremo deslizante de la chapa superior puede tener terminación en diente de sierra con encaje en el elemento inferior.

La posición depende del sentido de circulación, debiendo pisar las ruedas antes en la chapa superior y después en el otro lado.

El anclaje de los elementos (chapa y elemento inferior) se efectúa con pernos de acero.

9.2. APLICACIONES

Se puede utilizar en puentes con tráfico ligero o medio y en zonas peatonales.

9.3. RANGO

Aunque se fabrican juntas para rangos horizontales importantes (± 200 mm), no es frecuente utilizarlas con rangos por encima de ± 50 mm.

El rango vertical no supera los 3mm y no hay limitación práctica en cuanto al esviaje.

9.4. CARACTERÍSTICAS

No son de uso muy extendido, ya que a igualdad de precio presentan mejores prestaciones otros tipos de juntas.

Requieren una limpieza continuada para evitar que la suciedad penetre debajo de la chapa y pueda levantarla y deformarla.

La estanqueidad se consigue con babero inferior de recogida de agua.

10. CUADRO RESUMEN

Para facilitar la elección de la junta adecuada a cada problema específico se reúnen en el siguiente cuadro las características principales de los diferentes tipos de juntas.

Se indican las características más frecuentes, por lo que debe utilizarse el cuadro con prudente reserva ya que los diferentes fabricantes pueden producir modelos con características dispares para un mismo tipo. Igualmente, los rangos indicados pueden ser sobrepasados en algunos casos.

TIPO	RANGO MÁXIMO INDICATIVO (mm)		ESVAJE (3)	COSTO DE JUNTA INSTALADA	COSTO DE MANTENIMIENTO	COSTE DE SUSTITUCIÓN	IMPERMEABILIDAD (9)	EMISIÓN DE RUIDO (4)	VIDA ÚTIL (AÑOS) (5)	TIPO DE TRÁFICO	ANCHO DE LA JUNTA (mm)
	HORIZONTAL R _h (1)	VERTICAL R _v									
SELLADA CON MATERIAL ELÁSTICO	± 5	± 1	≤ 90°	BAJO	BAJO	BAJO	BAJA	BAJA	5	LIGERO	2 0–40
PERFIL DE CAUCHO COMPRIMIDO	± 25	± 3	≤ 30°	BAJO	BAJO	BAJO	REQUIERE SISTEMA EVACUACIÓN ADICIONAL	BAJA/MEDIA	5	PESADO	3 0–100
BETÓN MODIFICADO	± 25	± 3	≤ 45°	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIA/ALTA	MUY BAJA	5	PESADO	350–550
BANDA DE CAUCHO CON BORDES METÁLICOS	± 35	± 10	≤ 45°	MEDIO	BAJO/MEDIO	MEDIO/ALTO	ALTA (7)	MEDIA/ALTA	>10	PESADO	50–130
BANDA DE CAUCHO CON BLOQUES DE ELASTÓMERO	± 35	± 10	≤ 30°	BAJO	BAJO	MEDIO	REQUIERE SISTEMA EVACUACIÓN ADICIONAL	MEDIA	10	PESADO	200–550
PERFIL DE ELASTÓMERO ARMADO	± 165	± 6	≤ 90°	MEDIO/ALTO	MEDIO	MEDIO/ALTO	REQUIERE SISTEMA EVACUACIÓN ADICIONAL	MEDIA/ALTA	10	PESADO	230–1200
PLACAS DESLIZANTES	± 300	4% R _h	≤ 30°	ALTO	MEDIO	ALTO	REQUIERE SISTEMA EVACUACIÓN ADICIONAL	ALTA	10	PESADO	S/RANGO
JUNTAS MODULARES	± 600	± 20	≤ 45°	MUY ALTO	MEDIO/ALTO	MUY ALTO	ALTA	ALTA/ MUY ALTA	>25	PESADO	S/RANGO
JUNTA DE PEINE	± 500	± 0	≤ 45°	MUY ALTO	MEDIO/ALTO	ALTO	REQUIERE SISTEMA EVACUACIÓN ADICIONAL	ALTA	>10	PESADO	S/RANGO
CHAPA DESLIZANTE EXTERIOR	± 50 (6)	± 3	≤ 90°	MEDIO/ALTO	MEDIO	MEDIO/ALTO	REQUIERE SISTEMA EVACUACIÓN ADICIONAL	MEDIA/ALTA	10	MEDIO	S/RANGO

(1) El esvaje puede limitar el valor del rango horizontal, disminuyéndolo con respecto a los valores sin esvaje.

(2) Se entiende por esvaje el ángulo que forma la normal a la junta con la dirección del tráfico.

(3) Valores que presentan normalmente tras llevar un tiempo en servicio.

(4) El ruido puede aumentar sensiblemente si la instalación es deficiente, el nivel de rodadura sufre cambios, o se producen movimientos fuera del plano.
 (5) Se indican los valores que suelen ser normales por envejecimiento del material. No obstante hay que tener en cuenta que una mala ejecución de las bandas de transición o blandones que se produzcan antes de la entrada en la junta, pueden hacer disminuir estos valores. También hay que tener en cuenta que a veces, refuerzos necesarios del pavimento (que suelen requerirse cada 7 años, pueden obligar a un cambio de juntas que estén en buenas condiciones)

(6) Valores máximos de utilización frecuente, aunque puede llegar hasta ± 200

(7) Algún tipo puede requerir sistema de evacuación adicional.

Capítulo 3

PROYECTO

En lo que sigue, las cuestiones relevantes para el proyecto de las juntas, como son las solicitudes a que deben hacer frente en su etapa de servicio y el proceso de selección, ya apuntadas en la Introducción (ver apartados 2, 3 y 4 del cap. 1) se desarrollan con un cierto detalle de las comprobaciones a efectuar. También se describen las operaciones de reglado más convenientes para su racional explotación y se dan algunas recomendaciones de orden práctico.

En todas las referencias a normativas o instrucciones específicas, se sobreentiende que la cita se refiere a dicho documento o al que en el futuro pueda sustituirle.

1. DISTRIBUCIÓN DE JUNTAS

Las juntas como elementos de conexión viaria entre los tableros adyacentes de un mismo puente, introducen zonas singulares en la superficie de rodadura. Entre los requisitos que deben cumplir, enumerados en el apartado 2 del cap. 1, destacan los destinados a garantizar al usuario la calidad de rodadura y la reducción de las restricciones al tránsito por las operaciones de mantenimiento.

La severidad de las condiciones de trabajo de las juntas dificulta el buen cumplimiento de los requisitos citados durante intervalos suficientemente grandes entre las operaciones de mantenimiento y eventual sustitución. De ahí que, para luces moderadas, hayan tenido una cierta aceptación en algunos países los puentes sin juntas, también llamados integrales.

En cualquier caso, se tenderá a disponer el menor número posible de juntas en el tablero, una vez sopesada la contrapartida de mejores prestaciones a satisfacer por juntas y aparatos de apoyo, inevitablemente sometidos a mayores recorridos. A título orientativo, la distancia máxima entre juntas puede estar entre 200 y 500 m, aunque existen puentes de longitud mucho mayor con juntas exclusivamente en sus extremos. En su separación y elección tipológica intervendrá como uno de los criterios prioritarios, especialmente en zonas habitadas, la baja emisión de ruido al paso de los vehículos.

Desde un punto de vista estructural, la disposición y características de las juntas influirán en el comportamiento del puente a través de la línea de articulación intro-

ducida y de la sustitución de la rigidez plana del tablero por la propia de la junta. En puentes de tablero sensiblemente horizontal, de canto reducido respecto de sus dimensiones en planta y sustentado por elementos verticales, es decir, aquellos en que cabe estudiar por separado su respuesta frente a acciones verticales y horizontales (ver apartado 3 del cap. 1), las consecuencias de una determinada disposición de las juntas, en cuanto a su carácter de articulación, se analizarán en el estudio del tablero a flexión frente a las cargas verticales. En tableros hiperestáticos, la posición de las juntas condiciona la distribución de luces, ya que los vanos que se sitúan junto a ellas se convierten en vanos extremos. En lo que concierne al comportamiento plano del tablero, la disposición de las juntas y sus rigideces planas, caracterizan, con los elementos sustentativos constituidos por pilas y estribos con sus respectivos aparatos de apoyo, las subestructuras fundamentales para el análisis del funcionamiento global del puente en su plano. Todo ello se pone de relieve en el reparto de la fuerza horizontal de frenado entre los elementos de la infraestructura de un puente en función del número, distribución y rigidez plana de las juntas que se dispongan en el tablero.

El proceso propio del proyecto llevará a la determinación óptima de la disposición y tipos de junta que satisfaga las condiciones de sollicitación exigidas por la normativa vigente. La combinación de acciones para las que se ha calculado la junta, con el correspondiente desglose de efectos, así como los datos necesarios para su reglado, deberán quedar claramente definidos en el proyecto.

2. EL DESARROLLO DE LA SELECCIÓN DE JUNTAS

La fuente exclusiva de cuantificación de las magnitudes que intervienen en el proceso de selección expuesto en el apartado 4 del cap. 1 es el análisis estructural completo del puente, representado con todos sus enlaces internos y externos, incluidos juntas y aparatos de apoyo, bajo las sollicitaciones especificadas en la normativa vigente. Se recuerda que para los casos expuestos en el apartado 3 del cap. 1, este análisis puede efectuarse por separado para las acciones verticales y horizontales.

El esquema de seguridad habitual en estructuras contempla la comprobación en estados límites últimos y en estados de servicio. Sin embargo, la rotura de una junta supone, en la mayor parte de los casos, una reparación menor y ningún daño para la estructura, por lo que no puede considerarse de la gravedad habitual para las consideraciones de estado límite último. Sólo en el caso de grandes juntas que funcionan en sí mismas como estructuras de dimensión apreciable, puede darse que su rotura suponga una reparación importante. En estos últimos casos deberán hacerse comprobaciones en estado límite último.

Para la aplicación de la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de Carretera (IAP), en general la mayoría de las comprobaciones con-

sistirán en verificar que, bajo las combinaciones de solicitaciones establecidas para ELS, los valores alcanzados por las magnitudes físicas de referencia –desplazamientos, giros, fuerzas– en las juntas, mayoradas por el coeficiente 1,2, no superen los correspondientes valores característicos proporcionados por el fabricante. El coeficiente de mayoración indicado (1,2) intenta reflejar la posible diferencia entre el resultado de aplicar los valores considerados en el cálculo como coeficientes de dilatación, retracción, fluencia, etc, y los movimientos reales que sufra la estructura a lo largo de su vida útil.

El proceso de selección de la junta comprenderá las siguientes comprobaciones

2.1. RECORRIDOS.

Se comprobará que los recorridos máximos de apertura y cierre de la junta, con los valores concomitantes para el resto de sus desplazamientos relativos, calculados en la estructura sometida a combinaciones analizadas como ELS, no sobrepasen los valores característicos correspondientes a la junta propuesta.

Dichos valores característicos se deducirán de los datos suministrados por los fabricantes, validados según los ensayos especificados en el sistema de homologación. Los datos del fabricante serán considerados como valores medios, los cuales, afectados por el coeficiente 1/1,1 darán lugar a los valores característicos correspondientes.

2.2. CARGAS LOCALES.

Las juntas deberán soportar, en todos sus elementos, especialmente en los anclajes a la estructura, las cargas locales. Su comprobación puede darse por efectuada a través de la presentación del certificado de homologación.

2.3. TIPO DE TRÁFICO.

Las especificaciones del fabricante deberán incluir el tipo de tráfico (TO, T1, etc) adecuado para la junta en función de su vida útil.

2.4. NECESIDADES DE IMPERMEABILIZACIÓN.

Las juntas deben ser impermeables, especialmente en zonas de vialidad invernal con uso probable de sales fundentes. En zonas sin peligro de heladas y con pluviometría baja pueden colocarse juntas sin garantía de impermeabilidad.

2.5. HUELGO O SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE LOS ELEMENTOS INMEDIATOS DE UNA MISMA JUNTA.

Esta distancia, que debe salvar la rueda de un vehículo al pasar sobre aquella, no será superior a 8 cm en ELS en aras de la comodidad del tráfico y de la reducción de ruido por la junta. Se tendrá en cuenta la vecindad de asentamientos, rurales o urbanos, para optar por la máxima insonoridad disminuyendo, si fuese preciso, el huelgo indicado.

2.6. VIDA ÚTIL DE LA JUNTA.

Se dará como dato de diseño, cuya comprobación se basará en la garantía del fabricante. Su determinación tendrá en cuenta los costes totales de instalación, mantenimiento y sustitución, valorándose también las molestias ocasionadas al tráfico para su sustitución.

3 CÁLCULO DE LOS MOVIMIENTOS Y ESFUERZOS

3.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

Como ya se ha expuesto en el apartado 3 del cap. 1, los desplazamientos relativos entre labios de las juntas del puente, necesarios para la comprobación de la idoneidad de su elección, se obtendrán de la respuesta del modelo estructural adoptado para el puente a las distintas sollicitaciones actuantes.

Sin duda, el grado de refinamiento del modelo empleado influirá en la aproximación obtenida para los desplazamientos relativos experimentados por la junta. En los casos de estructuras de gran canto, con los apoyos inmediatos a uno y otro labio de la junta situados considerablemente por debajo de la superficie de la calzada, se deberá tener en cuenta la influencia de los giros en el desplazamiento horizontal experimentado por las juntas.

El uso de las superficies de influencia, fácilmente obtenibles en los modelos de tipo emparrillado, permitirá determinar las contribuciones máximas y mínimas de las cargas verticales en los desplazamientos relativos de las juntas.

Por otra parte, en los cálculos correspondientes, se tomarán los valores de las propiedades físicas de los materiales del puente que correspondan al carácter lento o instantáneo de cada sollicitación, tal como establece la IAP, y en cuanto a los fenómenos diferidos se tendrá en cuenta la edad del hormigón para determinar los desplazamientos de la junta debidos a la retracción y fluencia residuales después de su instalación.

En lo que sigue, se enumeran las consideraciones básicas a tener en cuenta para las distintas solicitaciones de las juntas en cuanto a desplazamientos y esfuerzos.

3.2 MOVIMIENTOS EN EL PLANO DE LA JUNTA.

Son producidos por

- a) Deformaciones impuestas o cambios de configuración por retracción y fluencia del hormigón estructural, si lo hay, y por los cambios térmicos sufridos por el tablero. Los desplazamientos relativos en las juntas dependen de la situación y rigideces de apoyos, juntas y pilas y se obtienen del modelo estructural adoptado, en el que figurarán los distintos materiales con sus propiedades elásticas, correspondientes a acciones lentas.

La determinación de las acciones bajo las que se analizará la estructura seguirá las instrucciones vigentes (EHE, RPX, IAP ...). Tendrá en cuenta que los desplazamientos por retracción y fluencia del hormigón significativos para la selección de las juntas corresponden a la parte residual de estos procesos diferidos desarrollada desde la instalación de la junta hasta el fin de la vida útil del puente. Como éstos desplazamientos son un componente importante del total, cabe perfectamente la posibilidad de que la reposición de una junta pueda hacerse con otra de menor rango y distinta tipología, con las consiguientes economías.

Entre los datos de recorrido de la junta especificados en proyecto, son particularmente útiles para las operaciones de reglado las formulaciones que dan las aperturas y cierres de las juntas en función de las variables de temperatura ambiente T y edad del hormigón t , cuyos efectos aparecen necesariamente en el montaje de las juntas. Estas formulaciones pueden ser sustituidas por gráficos o tablas numéricas.

- b) Fuerzas debidas al frenado, aceleración centrífuga, viento y sismo.

Las instrucciones vigentes sobre las acciones a considerar en el cálculo de puentes caracterizarán estas solicitaciones cuyos efectos relevantes para la determinación de las juntas se obtendrán de acuerdo con el modelo estructural adoptado para el puente, en el que se considerarán las propiedades elásticas de los materiales asociadas a las acciones rápidas.

Los desplazamientos planos entre labios de la junta, correspondientes a las distintas combinaciones a analizar, deberán expresarse según la normal a la junta y según su directriz, para poder efectuar la comprobación de aptitud de movimientos de acuerdo con las capacidades reales en abertura y cierre del tipo de junta que se tantea, teniendo en cuenta que en abertura y cierre estas capacidades no son necesariamente iguales entre sí y que, en algunos casos, pueden ser muy distintas.

3.3 MOVIMIENTOS FUERA DEL PLANO DE LA JUNTA

Además de los movimientos en el plano de la junta (longitudinales y transversales) pueden existir giros y desplazamientos relativos normales al plano de la junta, cuyas causas han sido expuestas y analizadas en el apartado 3 del cap. 1.

En el caso frecuente de tableros con pendiente longitudinal el desplazamiento relativo se obtiene según el siguiente esquema:

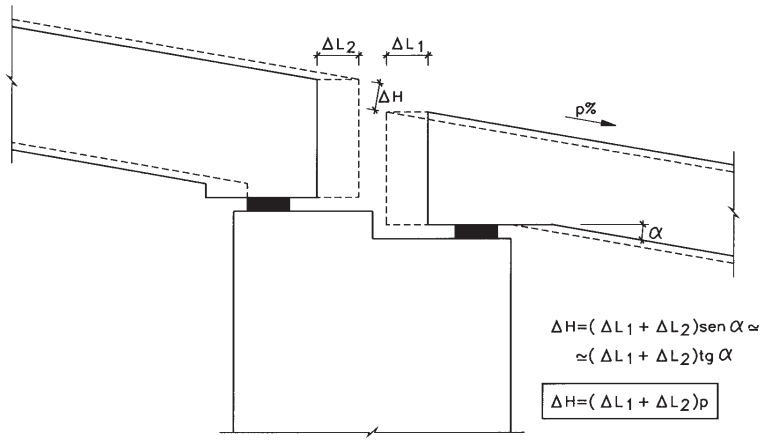


Fig. 3.1. Resalto en tableros en pendiente

El diseño del puente con sus juntas debe ser tal que no se produzca en cualquier junta un desplazamiento relativo normal a su plano superior a 2 cm. entre 2 puntos cualesquiera situados en una alineación paralela al tráfico. Estos corrimientos normales entre labios deben cumplir la condición de no superar una sobre-pendiente del 3% respecto de las rasantes inmediatas, con escalones puntuales intermedios no mayores de 8 mm.

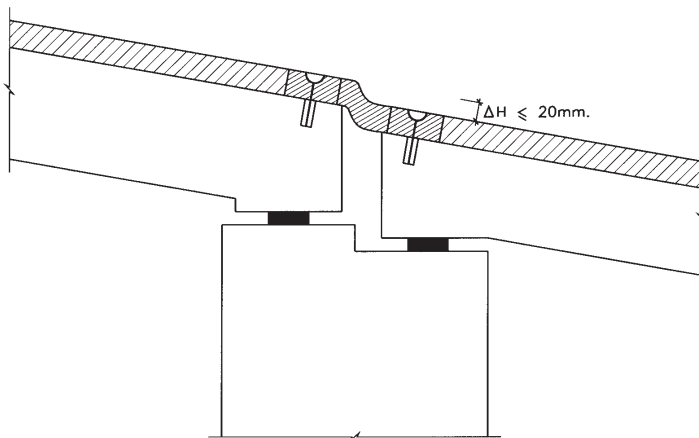


Fig. 3.2. Deformación de la junta en tableros en pendiente

3.4 COMBINACIÓN DE ACCIONES. ESTADOS LÍMITES

Las combinaciones de acciones con las que se comprobarán las juntas de dilatación serán las especificadas en la Instrucción IAP para estados límites de servicio y estado límite último. Las combinaciones en ELU se utilizarán solo en el caso de grandes juntas para las comprobaciones estructurales de éstas. Para el cálculo de los movimientos de la junta se utilizará la combinación correspondiente a ELS.

3.4.1 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

Se comprobará que, bajo la combinación pésima de acciones definida en la vigente Instrucción IAP, la junta permite y resiste todos los movimientos y cargas que la solicitan durante su vida útil garantizada. Con esta deformación la junta no producirá molestias al tráfico por encima de lo habitual, no se producirán deformaciones irreversibles, ni fisuraciones en la goma o en los morteros, mientras que en los elementos metálicos se producirán deformaciones elásticas, etc. Todo ello se garantizará, si está bien ejecutada, con los ensayos de homologación de la junta.

Para el cálculo de la acción característica térmica y debido a las dificultades de la medición de la temperatura del tablero durante el reglaje, se añadirán 3 ° C positivos y negativos sobre la variación térmica indicada en la vigente IAP.

3.4.2 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

Solo se considerarán como comprobaciones en ELU las estructurales, fundamentalmente exigidas en las juntas de mayor tamaño, teniendo en cuenta el fenómeno de fatiga de los materiales.

3.4.3 ACCIONES SÍSMICAS

En general las juntas deberán permitir el paso del tráfico después del sismo. En aquellos puentes en los que es de vital importancia su mantenimiento en servicio después de una actividad sísmica, la junta deberá absorber los desplazamientos previstos bajo la combinación de acciones correspondientes.

4. REGLADO

En este apartado se analiza la abertura más conveniente para imponer a una junta durante su montaje a fin de conseguir su óptima adaptación a los movimientos futuros previstos.

4.1. MONTAJE DE LAS JUNTAS. CONVENIENCIA Y DEFINICIÓN DEL REGLADO

Por efectuarse normalmente la operación de montaje de juntas sin tránsito de vehículos por el puente, no existirá durante su desarrollo contribución ninguna, directa o indirecta, del tráfico en los desplazamientos. Una cierta libertad para elegir el momento de la instalación permite además efectuarla en ausencia de viento o sismo, por lo que, en resumen, las separaciones entre los bordes de tablero que deben acoger los labios de las juntas al instalarlas, serán debidas a la temperatura actuante en la estructura en ese momento y a las deformaciones diferidas del hormigón –retracción y fluencia- que hayan tenido lugar por su edad, desde su fraguado hasta el montaje de junta.

A su vez, las aberturas y cierres máximos de la junta en servicio dependerán del desarrollo residual de las deformaciones diferidas desde su instalación en el puente con edad del hormigón t_i y temperatura T_i hasta su agotamiento, así como del resto de las acciones ya expuestas en la Introducción y en 3.2. De todas ellas, las debidas a todas las sobrecargas (3.2.b) contribuyen con valores bien definidos, independientes de las variables t y T .

En cuanto a la variación de temperatura en el puente, ajustada con un cierto desfase a la evolución de la temperatura ambiental, de ciclo diario y anual, habrá que considerar los desplazamientos relativos de la junta debidos a toda la gama de temperaturas (T_m, T_M) considerada en proyecto, por ser la vida útil de cualquier tipo de junta muy superior al año. Así, la temperatura de montaje T_i dará lugar a un cierre y abertura máximos de la junta debidos al aumento o disminución de la temperatura, respectivamente iguales a $T_M - T_i$ y $T_i - T_m$. En cambio, la retracción y fluencia del hormigón en los puentes con este material en su supraestructura provocan el acortamiento de los tableros y la abertura entre ellos. Estos cambios, y en concreto, las aberturas entre tableros son irreversibles y crecientes con la edad del hormigón desde su fraguado y eventual pretensado hasta un valor límite o asintótico. Su contribución a los desplazamientos relativos de la junta durante su etapa de servicio corresponderá al tramo de retracción y fluencia que se desarrolle desde la instalación en $t = t_i$ hasta el fin de la vida útil de la junta o del puente, aunque es más práctico y conservador considerar como límite final $t = \infty$ es decir, el agotamiento de las deformaciones diferidas.

La influencia de las variables t, T del montaje de la junta en los valores extremos de los desplazamientos relativos entre labios, es decir, en aberturas y cierre máximos en su etapa de servicio justifica el cálculo de la abertura más conveniente para imponer a la junta durante su instalación a fin de conseguir el máximo aprovechamiento de sus prestaciones. Prescindir de esta determinación implica exigir juntas de rango superior al necesario y aprovechar desigualmente sus capacidades de abertura y cierre.

En efecto, si el tipo de junta se coloca, cualquiera que sean las condiciones de montaje (t_i, T_i), p.ej. en posición neutra de fabricación sin ninguna predeformación ($A_i=0$), el modelo de junta necesaria debería poder absorber desde esa posición neutra, y en ambos sentidos, el recorrido de cierre o abertura máximos, generalmente desiguales, con lo cual podría desaprovecharse parte de su posible recorrido, y además, situar el régimen de trabajo de la junta durante su vida útil muy desequilibradamente dentro del rango, excesivo, correspondiente al modelo de junta instalado.

Análogamente, si la junta es, a los efectos de los movimientos relativos en su plano, un mecanismo sin rigidez, la fijación arbitraria del despliegue de la junta en el montaje, independientemente de las condiciones (t, T), conduce a idénticas consideraciones que en el caso anterior.

El reglado pretende facilitar la colocación óptima de las juntas, con rango suficiente para la carrera exigida, definiendo la predeformación A_i de instalación en correspondencia con las condiciones genéricas de montaje (t_i, T_i), de edad del hormigón y de temperatura estructural.

Puede definirse, pues, como la operación consistente en establecer la abertura de una junta durante su instalación o montaje en el puente a fin de conseguir que la abertura y cierre máximos alcanzados en condiciones de servicio, siendo inferiores a los valores admisibles propios del tipo de junta empleado, guarden respecto a éstos unas determinadas proporciones deseables.

4.2 DETERMINACIÓN DEL REGLADO

En general, para unas condiciones de montaje definidas -en ausencia de sobrecargas- por la temperatura ambiente T_i ($T_m < T_i < T_M$), la edad del hormigón t_i y la abertura A_i impuesta en dicha instalación, las aberturas alcanzadas por la junta a lo largo del período posterior a la instalación, de t_i a t , bajo toda la gama de variación de temperaturas y sobrecargas asociadas al funcionamiento del puente, presentan los valores extremos $A_{MAX}(t_i, t)$ y $A_{min}(t_i, t)$.

Con las notaciones

$A^f(t_i, t) =$ Abertura de la junta por la retracción y fluencia experimentadas por la estructura durante la etapa de su período de servicio comprendido entre su instalación y el instante posterior considerado, t . Su representación gráfica, obtenible por puntos, refleja el carácter creciente y asintótico de la evolución temporal de los acortamientos unitarios diferidos, tal como se aprecia en la figura 3.3.

$\lambda =$ Coeficiente de expansión por elevación de temperatura de la distancia entre bordes de tableros o labios de junta, calculable a través de los datos de la estructura. ($\lambda < 0$)

A^{sc} , a^{sc} = Abertura o cierre máximos (máx. cierre, $a^{sc} < 0$) debida a toda la gama de sobrecargas aplicables al puente (cargas verticales, horizontales, viento...)

\bar{A}_{MAX} , \bar{A}_{min} = aberturas extremas admisibles en la junta

Los valores extremos en abertura y cierre experimentados por la junta en el puente durante el período (t_i , t) podrán escribirse:

$$\left. \begin{aligned} A_{MAX}(t_i, t) &= A_i + A^{rf}(t_i, t) + \lambda (T_m - T_i) + A^{sc} \\ A_{min}(t_i, t) &= A_i + 0 + \lambda (T_M - T_i) + a^{sc} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &t = t \text{ (extremo superior) y} \\ &T = T_m \text{ (extremo inferior)} \\ \\ &t = t_i \text{ (extremo inferior) y} \\ &T = T_M \text{ (extremo superior) (} A^{rf}(t_i, t_i) = 0 \text{)} \end{aligned}$$

en donde se ha tenido en cuenta que en dicho período el tiempo t y la temperatura T que dan lugar a las máximas contribuciones para la abertura y cierre de la junta son los consignados a la derecha de las fórmulas como extremos superiores o inferiores de los intervalos de las variables respectivas.

Si el intervalo temporal se lleva hasta la desaparición de la retracción y de la fluencia, se tendrá $t = \infty$ y $A^{rf}(t_i, \infty)$ representará la abertura de la junta experimentada por estas causas desde la instalación de la junta hasta el agotamiento del fenómeno diferido ($t_i < t < \infty$).

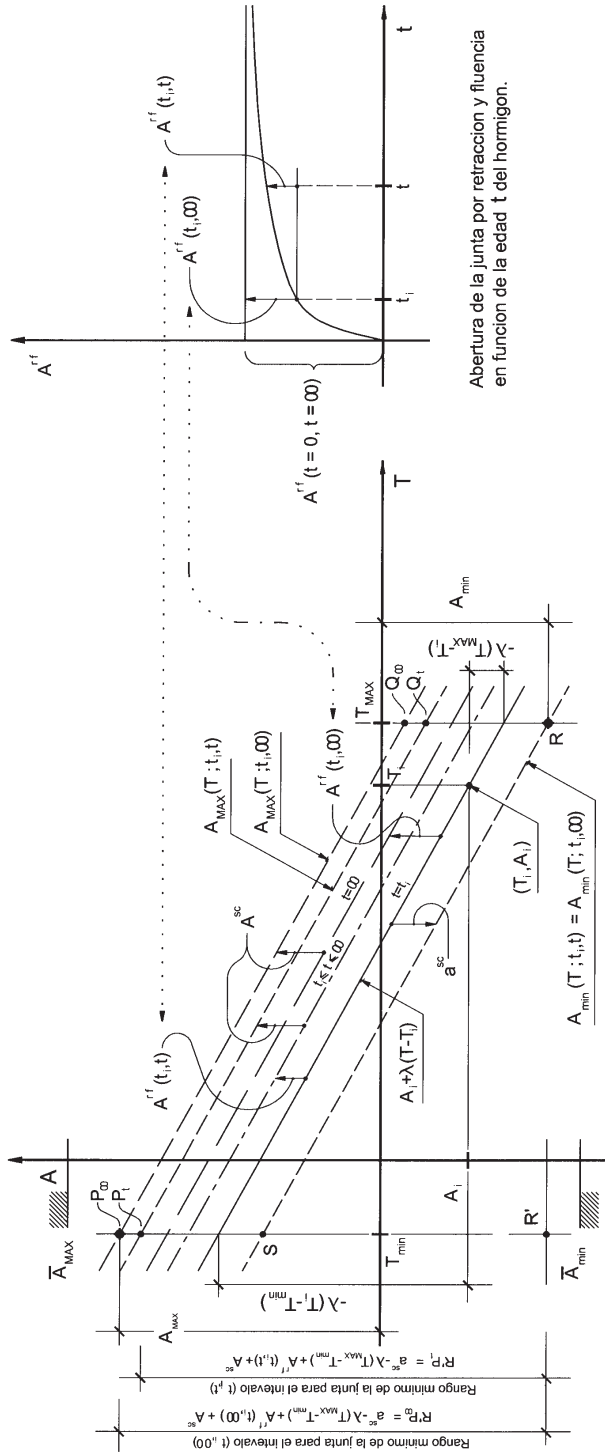
A su vez $A_{MAX} = A_{MAX}(t_i, \infty)$ y $A_{min} = A_{min}(t_i, \infty)$ serán las aberturas máxima y mínima para todo el periodo posterior a la instalación de la junta.

$$\left. \begin{aligned} A_{MAX} &= A_{MAX}(t_i, \infty) = A_i + A^{rf}(t_i, \infty) + \lambda (T_m - T_i) + A^{sc} \\ A_{min} &= A_{min}(t_i, \infty) = A_i + 0 + \lambda (T_M - T_i) + a^{sc} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} R' P \infty &= A_{MAX} - A_{MIN} = \\ &= A^{sc} - a^{sc} - \lambda (T_M - T_m) + A^{rf}(t_i, \infty) \end{aligned}$$

Estas expresiones permiten, p. ej., calcular la predeformación que hay que imponer a la junta en un montaje caracterizado por (t_i , T_i) como edad del hormigón y temperatura estructural para conseguir que la abertura máxima o mínima (cierre máx.) que experimente en servicio guarden la misma proporción respecto a los valores extremos homólogos admisibles, según catálogo, para el tipo de junta

seleccionado. Así pues, A_i será la solución de $\frac{A_{MAX}}{A_{MIN}} = \frac{A_{min}}{A_{MAX}}$ con la notación indicada.

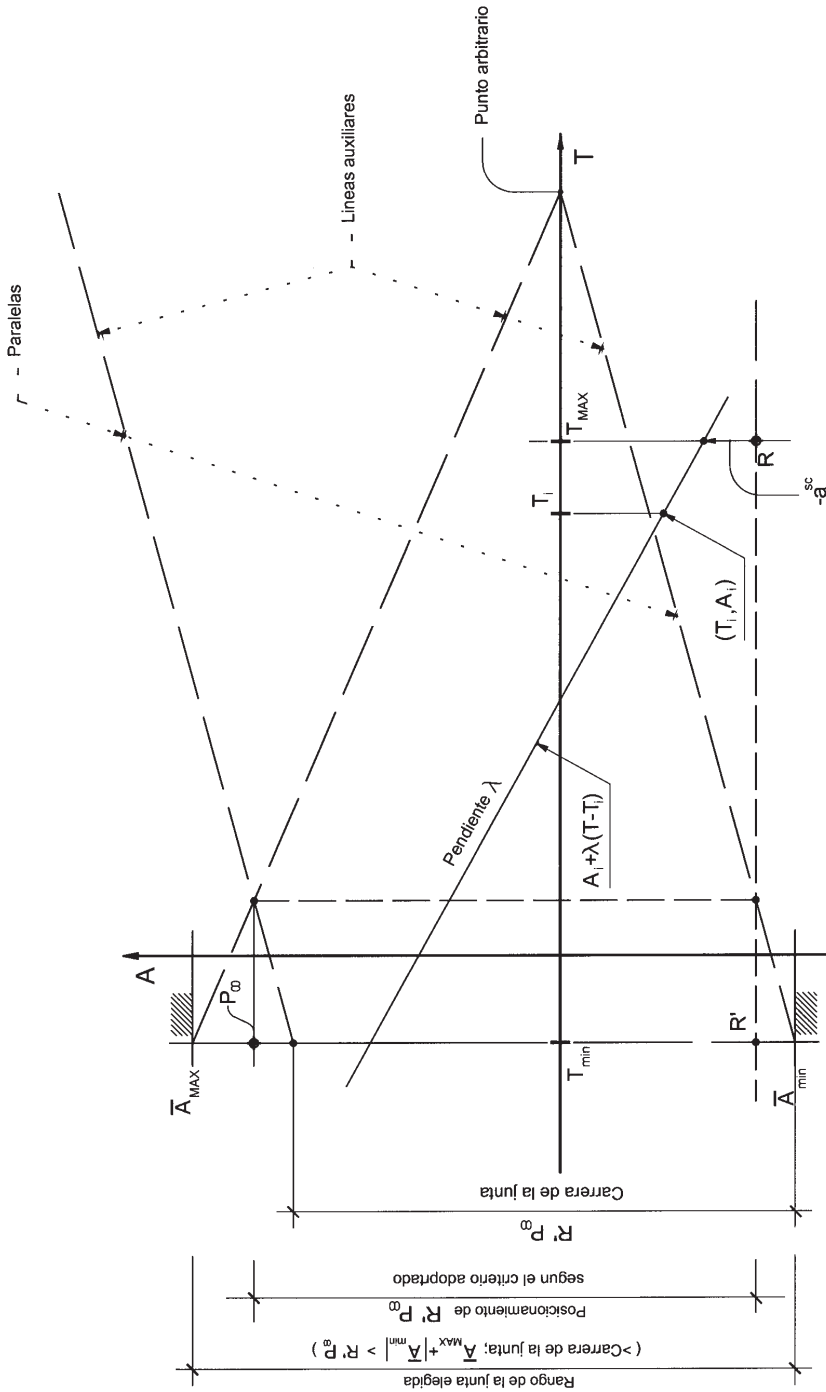
Las figuras 3.3 y 3.4 desarrollan gráficamente el razonamiento anterior, a través de la representación de las aberturas y cierres máximos de la junta, instalada con predeformación A_i en las condiciones de montaje t_i y T_i .



Abertura de la junta por retracción y fluencia en función de la edad t del hormigón.

Aberturas y cierres máximos de la junta instalada con predeformación A_i en condiciones (T_i, t_i)

Fig. 3.3. Reglado



Posicionamiento de $R' P_0$ y determinación de $A_1 + \lambda(T - T_1)$ según el criterio $\frac{A_{MAX}}{A_{MIN}} = \frac{A_{MIN}}{A_{MIN}}$. Construcción grafica

Fig. 3.4. Reglado

Este desarrollo se efectúa en un sistema de coordenadas rectangulares cuyas abscisas y ordenadas son respectivamente, la temperatura T del puente y la abertura de la junta A , partiendo de la relación lineal $A_i + \lambda (T - T_i)$ expresiva de la componente de dicha abertura debida sólo a la predeformación A_i y a la variación de temperatura $T - T_i$. De ella se obtienen las aberturas extremas totales de la junta durante las etapas de servicio (t_i, t) o (t_i, ∞) o por adición de los términos correspondientes a las sobrecargas, independientes de t y T , y a la retracción y fluencia en dichas etapas, cuya magnitud depende de los valores de t_i y t como se pone en relieve a través de la curva tipo $A^{rf} = A^{rf}(t)$.

Los paralelogramos $SP_t Q_t R$ o $SP_\infty Q_\infty R$, que delimitan el recinto en que pueden encontrarse las aberturas de la junta, son perfectamente conocidos a través de los cálculos correspondientes en todos sus elementos: lados SP_t o SP_∞ ; altura $RR' = T_{MAX} - T_{min}$ e inclinación λ de sus lados no verticales. En ellos, las distancias $R'P_t$ o $R'P_\infty$ representan evidentemente la carrera experimentada por la junta en el puente durante la etapa de servicio considerada y que debe ser superada por el rango de la que se instale.

La determinación de A_i a través de la imposición analítica del criterio preestablecido corresponde gráficamente a la fijación de la traslación vertical que hay que dar a todo el conjunto $SP_\infty Q_\infty R$ para que el segmento $R'P_\infty$ se sitúe entre los límites de abertura y cierre máximos característicos de la junta que se instale, \bar{A}_{MAX} , \bar{A}_{min} de forma que se satisfaga el mismo criterio.

Obtenido este posicionamiento de $R'P_\infty$ sobre la recta $T=T_{min}$ tal como se indica en la misma figura, la determinación de la recta buscada $A_i + \lambda (T - T_i)$, dónde se encuentran los puntos (T_i, A_i) representativos de las condiciones de montaje adecuadas para el cumplimiento del criterio adoptado, resulta inmediata teniendo en cuenta su pendiente λ y su paso, p. ej., por el punto a distancia $-a^{sc}$ de R , situado en la recta $T=T_{MAX}$.

4.3. JUNTAS CON RIGIDEZ PROPIA NO DESPRECIABLE

En cualquier tipo de junta, se deberán determinar las aberturas de montaje de las juntas a fin de que, completada su instalación, las aberturas resultantes de este proceso en cada una de ellas coincida con los valores convenientes, según lo expuesto anteriormente, para iniciar su etapa posterior de servicio en el puente.

En el caso de que el puente, de estribo a estribo, comprenda juntas con rigidez propia no despreciable frente a los movimientos relativos longitudinales entre tableros, la relación entre las aberturas de montaje, o predeformaciones – conseguidas mediante aplicación de fuerzas en las juntas con rigidez – y las alcanzadas al final de su instalación, una vez haya tenido lugar el reajuste global de los tableros, se

obtendrá de los cálculos correspondientes efectuados sobre la modelización estructural adoptada para representar el funcionamiento plano del puente.

A título de ejemplo elemental, en un puente como el de la figura 3.5. con una junta de rigidez propia, K_j , en uno de los estribos, cuyos enlaces en serie con coacción horizontal de rigidez $K_e = \Sigma K$ permiten su asimilación al esquema de la figura a efectos de su funcionamiento plano, la relación entre la abertura de montaje de la junta, A^0 y la abertura final alcanzada, $A = A^0 - \Delta A^0$, se deduce de la ecuación de equilibrio siguiente.

$$(A^0 - \Delta A^0) K_j = \Delta A^0 K_e, \text{ de donde } \Delta A^0 = \frac{K_j}{K_j + K_e} A^0 \text{ y } A = A^0 - \Delta A^0 = A^0 \frac{K_e}{K_j + K_e} (A < A^0)$$

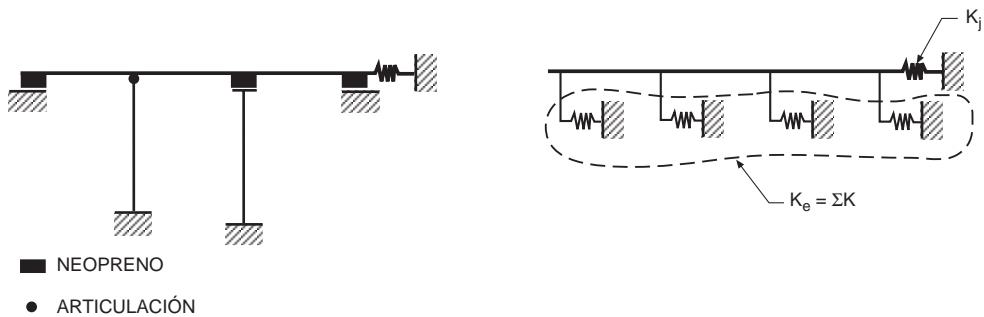


Fig. 3.5. Puente con una junta de rigidez no despreciable

5. DETALLES DE PROYECTO

En proyecto deben incluirse planos descriptivos con los detalles de definición de la junta elegida y el croquis de reglado (ver 4.2.).

Una vez se haya elegido la junta mas adecuada se comprobarán en la documentación comercial sus dimensiones. En el caso de que su espesor sea mayor que el del pavimento se dejarán en el hormigón los alojamientos necesarios para la colocación de la junta.

En el caso de que ésta sea anclada, se comprobará que la armadura activa o pasiva no interfiere con los anclajes de la junta. Además, en las juntas cuya deformación provoca acciones importantes en el borde del tablero, se colocará al menos un redondo de 10 mm. de diámetro delante de los pernos de anclaje (ver croquis), que deberá estar anclado mediante cercos, para evitar su arrancamiento por la acción de los pernos de anclaje de la junta. Se atenderán también a los detalles constructivos de la ficha técnica del fabricante, comprobando la anchura del espaldón del muro-estribo para garantizar la ubicación del dispositivo de junta.

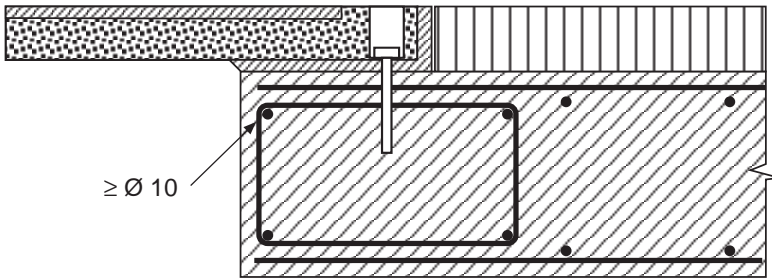


Fig. 3.6. Refuerzo en el borde del tablero

El espacio entre paramentos de hormigón a salvar por la junta deberá ser suficiente para permitir los movimientos del tablero con los márgenes de seguridad expuestos más arriba. Se comprobará que la junta elegida permite salvar ese espacio. Este hueco deberá ser tal que, con la junta comprimida al máximo, deje entre paramentos de hormigón al menos 3 cm de separación teórica.

En el proyecto se definirán los detalles que resuelvan las interferencias con otros elementos, como aceras drenaje, barandillas, etc., asegurando la impermeabilización real del sistema de junta propuesta en todo el ancho del tablero (a menos que la estanquidad no sea requerida).

Si se coloca un tipo de junta diferente del definido en proyecto, el Director de Obra exigirá la realización del plano correspondiente a la junta a colocar, recogiendo todos los detalles de colocación y reglaje expuestos anteriormente, revisando especialmente la estanquidad, cuando ésta sea necesaria.

6. CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES, A ESPECIFICAR EN PROYECTO

Además del tipo de junta, dimensiones principales y rango horizontal, con definición de los movimientos producidos por las combinaciones de acciones consideradas, se indicarán los movimientos transversales, normales al plano y giro que debe satisfacer la junta a colocar, así como el tipo de tráfico que va a soportar y la exigencia o no de estanquidad.

Se definirá en el pliego el periodo de garantía del fabricante así como las recomendaciones sobre mantenimiento y revisiones que generalmente requiera el tipo propuesto definiendo actividades y frecuencia.

Respecto a los materiales se especificará la calidad de estos, y los certificados necesarios para su aceptación.

Capítulo 4

INSTALACIÓN

1. CONSIDERACIONES GENERALES

La instalación es una parte esencial para el comportamiento correcto de una junta de dilatación. Dado que para la mayoría de los tipos las características del dispositivo de junta son fácilmente verificables en la recepción, unas instrucciones claras para su instalación y un seguimiento escrupuloso de las mismas harán posibles los objetivos que deben exigirse:

- Soportar y transmitir adecuadamente las cargas del tráfico.
- Durabilidad suficiente
- Impermeabilidad, integrándose en el sistema general de impermeabilización y drenaje.
- Permitir el tránsito cómodo y seguro.
- Acabado correcto.
- Adaptabilidad a la geometría de la estructura.

A ellos se dirigen las siguientes observaciones. Los posibles cambios que puedan imponer determinadas circunstancias de obra no deberán, en modo alguno, poner en cuestión los objetivos antes descritos.

Por principio:

- Ningún sistema funcionará correctamente si el pavimento adyacente sufre distorsiones (roturas, desgaste, asentamiento del relleno del trasdós de los estribos, etc).
- A menos que se adopten medidas especiales en las unidades que utilicen morteros, resinas o selladores, no debe acometerse ninguna instalación cuando la temperatura sea $< 5^{\circ} \text{C}$.
- Evitar plazos de ejecución excesivamente cortos que pongan en riesgo la calidad del conjunto.
- Evitar la actuación de instaladores sin experiencia suficiente o sin los medios necesarios para ejecutar correctamente su trabajo.
- Todos los materiales auxiliares-morteros especiales y anclajes-deberán ser

aprobados por la Dirección de Obra en sus características y cuantía.

- La estructura debe estar preparada para recibir la junta (espacio, geometría y disposición de armadura).

2. ACCIONES PRELIMINARES

Previamente a la terminación de los tableros y muros-estribo del puente, debe comprobarse que se cumplen todas y cada una de las previsiones de proyecto para una junta determinada. Como mínimo, debe revisarse:

- Disposición y geometría de los cajetines y esperas.
- Espesor real del aglomerado, en su caso.
- Alineamiento y abertura de la junta en la estructura.
- Anchura del espaldón del muro-estribo cuando éste sirva de soporte al dispositivo.

Todo esto facilitará una instalación sin sorpresas y sin consecuencias de costes adicionales, demora en la instalación y riesgos en su calidad.

3. CREACIÓN DEL CAJETÍN O ALOJAMIENTO.

- Cuando el cajetín se realiza por serrado del pavimento debe asegurarse que su geometría es la correcta para recibir la junta proyectada y que permite disponer, cuando la tipología de la junta lo requiera:
 - Una banda de transición a ambos lados al menos dos veces el espesor de la junta.
 - Una cama de nivelación con espesor > 30 mm.
- Si el cajetín se realiza al hormigonar el tablero, se deberá prever su correcta geometría y disposición de las esperas. Esto es de importancia especial en el caso de juntas modulares de gran movimiento (ver apartado 7.7 del cap. 4).
- Terminar el cajetín con una limpieza absoluta, sin restos de imprimación asfáltica, lechada, manchas o material suelto; todo ello tanto en los cajetines realizados por serrado como en los creados en el hormigón del tablero mediante encofrado.

4. EJECUCIÓN DE ANCLAJES

Las juntas que soportan y transmiten las cargas, realizan la transmisión por medio de su unión a la estructura del puente, mediante anclajes o bandas de hormigones o morteros especiales en algunos casos. Hay tres variantes de anclaje, en cuanto

a su forma de montaje: hormigonados con la junta; hormigonados antes de la instalación de la junta; por perforación del hormigón ya ejecutado. En el primer caso se trata de enlazar las esperas de la estructura con los anclajes de la junta, ya posicionada, siendo, básicamente, un trabajo normal de hormigón armado. En el segundo caso también se trata de un trabajo de hormigón armado, pero que requiere precisión en el posicionado de los anclajes. En el tercer caso, a la hora de hormigonar la zona, se ha de cuidar la geometría del hormigón y el posicionado de las armaduras, de forma que lleguen correctamente a los bordes, y prever el posible daño de la ferralla al taladrar para los anclajes.

En el caso de tableros metálicos, el anclaje de la junta se realiza por medio de tornillería y fundamentalmente por soldadura.

En general los anclajes por medio de tornillos requieren un pretensado para evitar problemas de fatiga que se consigue mediante el par de apriete especificado por el fabricante.

La ejecución de los anclajes se lleva a cabo de acuerdo con los siguientes indicaciones:

4.1. MECÁNICOS

- Por soldadura: soldar los anclajes a las esperas alojadas en el cajetín. Si el anclaje es parte inseparable del dispositivo de junta, controlar que el conjunto mantiene una perfecta planeidad con la superficie de rodadura.
- Pernos de expansión:
 - Colocar las vainas tras el reglaje correspondiente. Para ello se utilizará plantillas apropiadas que garanticen la correcta posición de los anclajes.

Se debe evitar en lo posible la ejecución de los anclajes mediante perforación posterior al hormigonado ya que ello puede implicar desviación de la posición correcta al topar con armaduras, o el corte indeseado de éstas.

- Después de que el hormigón de relleno tenga la resistencia recomendada por el fabricante de la junta, introducir los bulones y dar el par de apriete que corresponda.

4.2. QUÍMICOS

Se utilizarán indistintamente resinas epoxi o poliéster.

Tras el reglaje y marcado correspondiente:

- Ejecutar taladros en el tablero. Su diámetro será 2 mm superior al diámetro del perno.
- Limpiar con aire. En caso de lluvia, impedir que la pasta que pueda formarse interfiera en la limpieza de los taladros. Ante la duda, taladrar de nuevo.
- Asegurar la perfecta alineación de los taladros, longitudinal y transversalmente, con la profundidad recomendada por el fabricante de la junta.
- Mezclar la resina según instrucciones del fabricante. Verter la mezcla en los taladros hasta un tercio de su profundidad e introducir el perno, impregnado éste de la misma mezcla. Eliminar los restos de resina que rebosen sobre la cama de la junta y comprobar la perfecta perpendicularidad de los pernos.

4.3. DETALLES DE ACABADO

- Tras la colocación de la junta, colocar las arandelas y tuercas antiblocantes, respetando el par de apriete recomendado por el fabricante. Aplicar la tensión según instrucciones del fabricante del anclaje.
- Las cabezas de los pernos quedarán al menos 8 mm por debajo de la superficie de rodadura.
- Sellado final:
 - Limpiar bien las cavidades de anclaje.
 - Aplicar un sellador de estabilidad volumétrica hasta el nivel superior de la junta, si es necesario, en dos veces.

5. REGLADO

Generalmente, en el momento de montar la junta, la temperatura del tablero será diferente de la prevista en proyecto para la instalación. Además se deben prever movimientos irreversibles remanentes. Por ello se procederá como sigue, sea cual sea el dispositivo de junta a instalar:

- Estimar la temperatura media del tablero. En caso de no disponer de termómetros en la masa del hormigón, la estimación se realizará en base a la experiencia en condiciones similares. En puentes metálicos, la temperatura del acero estará muy próxima a la temperatura ambiente.
- Valorar el reglado como se indica en el apartado 4 del cap. 3. Si la temperatura estimada es diferente de la correspondiente a la posición neutra, deberá corregirse la abertura de la junta para tener en cuenta la deformación térmica del tablero correspondiente a la temperatura, y las reológicas. Si no existen indicaciones a este respecto en proyecto, la Dirección de Obra deberá proporcionar los valores de las correcciones a efectuar.
- Transmitir por escrito las instrucciones al instalador y controlar su cumplimiento.

Una junta moderadamente sobredimensionada, puede hacer innecesario su reglado pero deberá siempre comprobarse cuanto se ha descrito anteriormente.

Se recomienda instalar la junta en las primeras horas de la mañana, cuando la temperatura está distribuida casi uniformemente en toda la masa del tablero, sin gradientes a lo largo de su espesor .

6. INTERACCIÓN CON EL EQUIPAMIENTO (BORDILLOS, ACERAS Y BARRERAS).

Se deben seguir las instrucciones de instalación de cada sistema. Las variaciones de alineación o nivel que impongan bordillos, aceras o barreras, no deben alterar la impermeabilidad ni la armonía de la instalación.

7. COLOCACIÓN DEL CONJUNTO DE LA JUNTA

Para facilitar el tránsito la junta ha de quedar sensiblemente enrasada con el pavimento siendo preferible que la cota superior quede 2 ó 3 mm por debajo de la rasante del pavimento para prever el posible descenso de éste a lo largo del tiempo y evitar el impacto del tráfico contra la junta, lo que afecta a su durabilidad y a la comodidad del tráfico. En el caso de pavimentos rígidos, todas las juntas (excepto las que son un simple sellado) pueden ser instaladas antes o después de extender el pavimento puesto que, al no requerir compactación por rodillo, es fácil conseguir un enrasado con la junta, sin tener en cuenta la tipología de la misma. En caso de pavimentos flexibles, hay juntas que solo se pueden instalar después de pavimentado y otras que pueden ser instaladas antes o después, ya que al requerir rodillo de compactación, según el tipo de junta, puede ser problemático el enrasado con la junta instalada.

Cuando el tablero tiene un sistema de impermeabilización y drenaje, es fundamental que la junta no suponga una rotura del mismo, teniendo en cuenta, además, que en la zona de instalación de la junta generalmente están los aparatos de apoyo y las cabezas de pretensado. Hay que tener en cuenta que, como la protección contra el agua debe cubrir todo el ancho del tablero, la continuidad de la junta también afecta a las posibles aceras.

7.1. JUNTA SELLADA CON MATERIAL ELÁSTICO

Se coloca después de la pavimentación.

- En pavimento de hormigón:
 - Comprobación y regularización de la abertura entre bordes del tablero.

- Limpieza.
 - Inserción del soporte, asegurando que su profundidad sea la mitad de la anchura con un mínimo de 20 mm. Este soporte será un cordón de espuma de poliuretano de célula cerrada y de diámetro igual a dos veces la abertura media de la junta.
 - Mezcla y aplicación del sellador (silicona, poliuretano, thiokol)
 - Imprimir o no, según instrucciones del fabricante.
 - Sellar a nivel del pavimento o ligeramente por debajo del mismo, según la temperatura.
 - Al sellar, ayudarse de cinta de pintor para su acabado limpio.
- En pavimento asfáltico:
 - Identificar y marcar la línea de la junta.
 - Serrar el pavimento en una anchura no superior a 20 mm en toda su profundidad.
 - Limpiar cuidadosamente, extrayendo el material suelto, polvo, etc.
 - Introducir el cordón de relleno, cuidando su correcta nivelación.
 - Sellado: sólo con material que garantice su adherencia al aglomerado, como poliuretano con imprimación.
 - Aceras, bordillos, barreras: sellar exactamente igual que se ha descrito antes en pavimento de hormigón, conformando la junta de la misma forma.
 - Impermeabilización: Debe preverse un sistema de evacuación del agua, además de ejercer un mantenimiento frecuente.

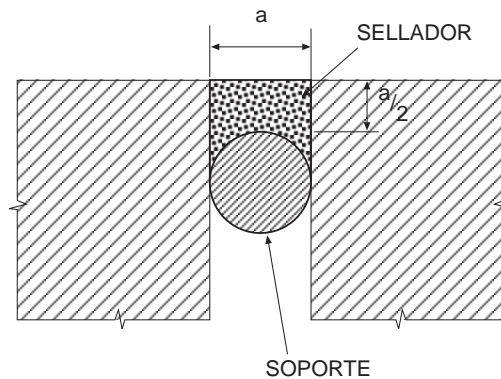


Fig. 4.1. Sellado

7.2.. JUNTA DE CAUCHO COMPRIMIDO

Se coloca después de la pavimentación.

- En pavimento de hormigón.
 - Serrar los labios de junta para crear la abertura que recomienda el reglaje (ver apartado 5 del cap. 4). Utilizar un perfil que tenga una anchura superior en 10 mm a la máxima abertura, para que resulte comprimido en cualquier circunstancia.
 - Limpieza total con aire comprimido.
 - Aplicación de un sellador-lubricante en las dos caras de la junta.
 - Introducción del perfil. Asegurar que se nivela correctamente a 2 ó 3 mm por debajo del nivel de rodadura.
 - Si no es posible la ejecución por simple serrado, se colocará la junta con guardacantos de mortero especial con las dimensiones indicadas en el apartado 2.1 del cap. 2.

- En pavimento asfáltico.

Se montan después del aglomerado. Se forman dos guardacantos habitualmente con morteros de epoxi o similar, entre los que se aloja un elemento elástico por presión (ver figura). Aunque es posible continuar la junta en las zonas de aceras, no suele ser habitual por los problemas de vulcanizar el empalme, especialmente en los quiebros.

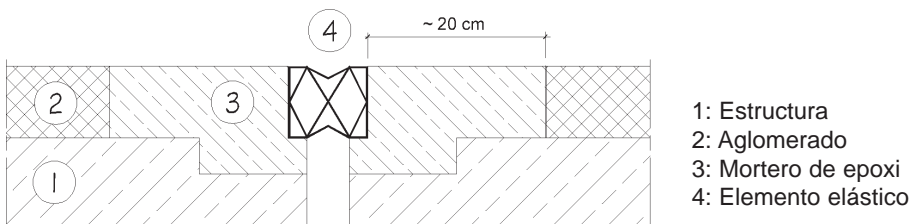


Fig. 4.2. Detalle junta caucho comprimido

- Identificar y marcar la línea de la junta.
- Serrar el aglomerado para la creación del cajetín.
- Comprobar que el cajetín tiene un ancho de 40 cm más la abertura de la junta en la estructura y que está centrado sobre la misma. Esto dejará guardacantos de 20 cm.
- Si el espesor del aglomerado es superior a 10 cm, debe contemplarse armar los guardacantos, anclando las armaduras en el tablero.

- Levantar el aglomerado dejando el tablero totalmente limpio. Esto puede hacerse por simple picado suave con la pala del martillo o chorro de arena.
 - Colocar encofrado para crear el hueco necesario para el alojamiento de la junta y evitar la perdida de mortero por la abertura entre tableros.
 - Imprimir con resina epoxi el tablero de hormigón y las caras de aglomerado.
 - Colocar sistema de drenaje, bien nivelado y en el fondo del cajetín, junto al aglomerado, hasta el final de la junta, doblándolo (al llegar al bordillo) hacia la junta de la estructura o hacia el desagüe más próximo.
 - El drenaje se colocará a ambos lados en tableros con poca pendiente o en el lado superior de la pendiente, si ésta es importante.
 - Mezclar y verter el mortero de guardacantos. Podrá ser mortero de alta resistencia de baja o nula retracción, o de resina epoxi flexibilizada. Compactar cuidadosamente y enrasar al nivel del tráfico.
 - Transcurridas 24 horas, insertar el perfil. Aplicar sellador-lubricante en las dos caras de la junta. Asegurar que se nivela correctamente a 2 ó 3 mm, por debajo del nivel de rodadura.
 - Imprimir la superficie superior del guardacantos con epoxi y espolvorear carborundo. Pasadas 6 horas, barrer el carborundo sobrante.
 - Dar tráfico transcurridas 48 horas.
- Aceras, bordillos, barreras: conformar la junta igual que se ha descrito para el pavimento de hormigón e introducir el perfil también como se ha descrito. Los quiebros necesarios se realizarán cortando la parte inferior del perfil en bisel.
 - Impermeabilización: este tipo de junta requiere la adopción de un sistema de canalización del agua debajo de la misma.

7.3. JUNTA DE BETÓN MODIFICADO

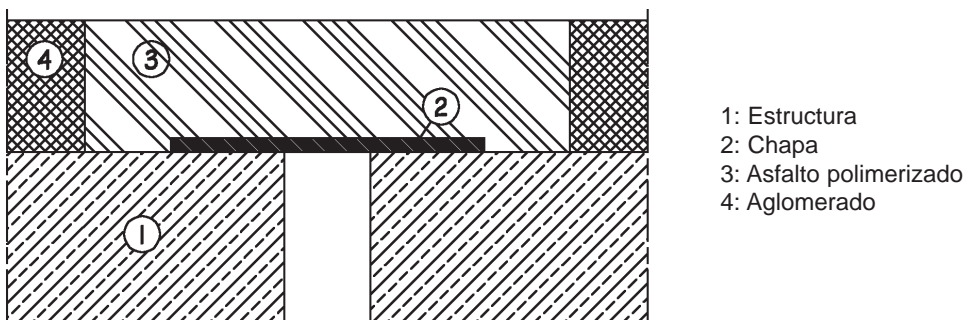


Fig. 4.3. Junta de betón modificado.

Se ejecutan posteriormente a la pavimentación, con el siguiente proceso:

- Identificar y marcar la línea de junta.
- Marcar líneas de serrado con anchura de 350 a 550 mm centrados sobre la junta en la estructura.
- Extraer la junta existente, si es el caso, y el aglomerado. Limpieza cuidada del tablero.
- Si al extraer una junta vieja se ha dañado el tablero, regularizar el mismo con materiales adecuados.
- La profundidad del cajeadado será igual al espesor del pavimento y no menor de 6 cm. Saneado el cajetín, se sella la abertura de la junta sobre cordón compresible y se coloca una chapa de acero galvanizado, centrada sobre la junta.
- Imprimir todo el cajeadado con el ligante que se utilizará posteriormente. Su temperatura deberá estar en torno a los 165 ° C.
- Rellenar el cajeadado por tongadas. Verter sobre el cajetín el árido limpio y calentado, y seguir vertiendo ligante de manera que éste rellene todos los huecos existentes. Una vez rellena la caja y enfriada hasta la temperatura adecuada, se compactará y se procederá al sellado superficial para garantizar la protección ambiental. Ocasionalmente sobre esta capa se podrá extender árido silíceo de 3 mm de tamaño máximo.
- La junta terminada, sea cual sea la temperatura del tablero, se terminará enrasada perfectamente con el nivel de rodadura. Si la calidad y dosificación del ligante son correctas, no existirá deformación significativa de la junta, al formar parte de un entorno plastoelástico similar.
- Aceras, bordillos, barreras. Este tipo de junta es adecuado sobre todo para sustitución de juntas viejas. La adaptación a relieves no es posible y debe estudiarse en cada caso la impermeabilización para adaptarla al sistema existente.

7.4. BANDA DE CAUCHO PLEGADA

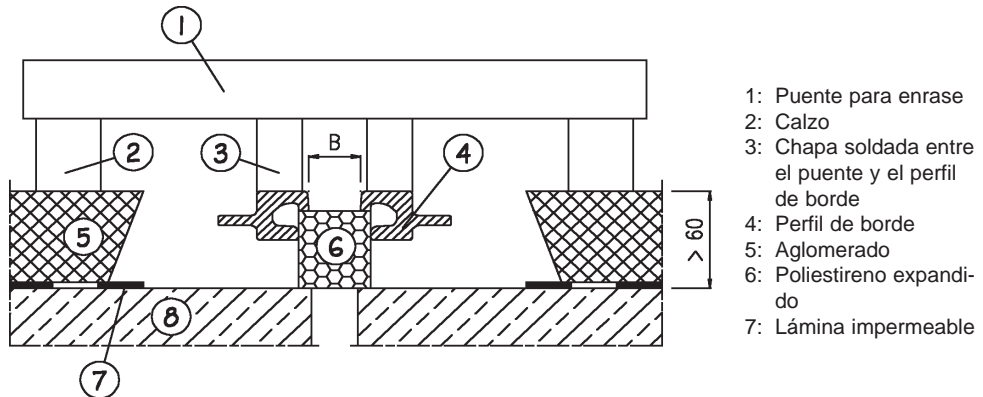


Fig. 4.4. Montaje de junta con bordes metálicos y hormigón elastomérico.

7.4.1. CON BORDES METÁLICOS Y HORMIGÓN ELASTOMERICO

Se emplean, habitualmente, para sustitución de juntas deterioradas y, por lo tanto, después del aglomerado. Son válidas en estructuras de hormigón y metálicas.

- Cortar el aglomerado a unos 120 mm del borde de la junta estructural y con un ángulo de 20° con la vertical. Retirar el aglomerado y limpiar el tablero con chorro de arena. Cuando exista lámina impermeabilizante, dejar una anchura de 30 mm que solape con el hormigón elastomérico y colocar el drenaje
- Colocar los perfiles metálicos mediante puentes que mantengan la abertura prevista de montaje.
- Insertar poliestireno expandido bajo los perfiles metálicos hasta obturar la junta estructural.
- Mezclar el hormigón elastomérico y verterlo a ambos lados de los perfiles. (En caso de pendientes fuertes, añadir un acelerante).
- Insertar la banda plegada (perfil de hermeticidad).
- En 12-24 horas se puede abrir al tráfico.

7.4.2. CON BORDES METÁLICOS Y ANCLAJES HORMIGONADOS.

Normalmente, son para obra nueva, a instalar antes que el aglomerado. Pueden emplearse en estructuras de hormigón o metálicas, en cuyo caso pueden unirse con soldadura.

Habitualmente, la junta llega a la obra en una sola pieza (salvo que su longitud total no permita el transporte), adaptada a la geometría del tablero acabado (calzada,

acera...), incorporando anclajes, perfil de hermeticidad y puentes de bloqueo (fijos o graduables) que mantienen la abertura deseada (se puede modificar en caso necesario).

- Se actúa sobre un cajetín ya dispuesto previamente, con sus esperas correspondientes.
- Entre los perfiles de borde se coloca un encofrado formado por dos láminas de contrachapado, entre las que se intercala unos bloques de poliestireno expandido, con una cierta compresión.
- Se posiciona la junta, de acuerdo a las rasantes previstas de pavimentos acabados, por medio de los puentes de bloqueo, que se apoyan por medio de calces con cuñas de madera.
- Se unen algunos anclajes de la junta a las esperas por medio de soldadura (de forma que cada perfil de borde quede solidario en su lado, para soportar el peso propio y paso de personal- en una soldadura sin misión resistente posterior).
- Una vez fijados los perfiles de borde se liberan los puentes y la junta ya tiene libertad para acomodarse a los movimientos del puente.
- Se pasan una barras de reparto por los huecos de los anclajes de la junta (según el cajeadado, pueden ser necesarios algunas barras de reparto adicionales).
- Se hormigona, con hormigón de la misma resistencia que el entorno (mínimo 30 Mpa).
- Si ha de pasar tráfico de obra, antes de extender el aglomerado, se disponen una cortas rampas de madera, a los lados de la junta.
- Cuando va a pasar la extendidora, se disponen unas rampas de entrada y salida, con el mismo aglomerado, para el paso de la máquina. Como conse-

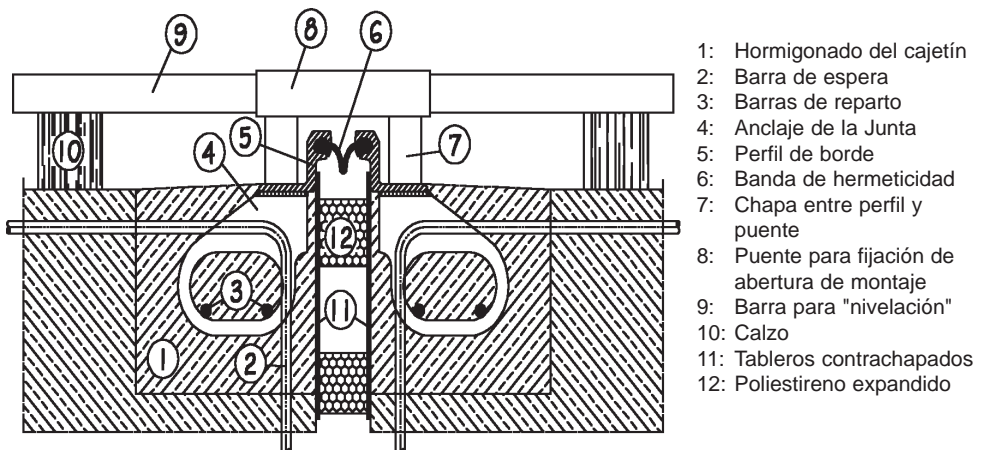


Fig. 4.5. Montaje de junta con bordes metálicos anclados en hormigón.

guir una cota exacta es difícil, se enrasa unos 3 mm por encima de la junta. La compactación se realiza como si no existiera la junta, de forma continua.

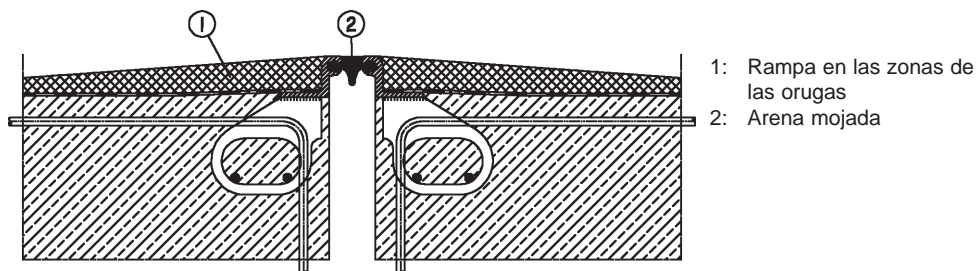


Fig. 4.6. Rampa provisional.

7.4.3. CON BLOQUES DE ELASTÓMERO ARMADO

Se instalan después del aglomerado, para evitar problemas con la compactación de las zonas contiguas a la junta.

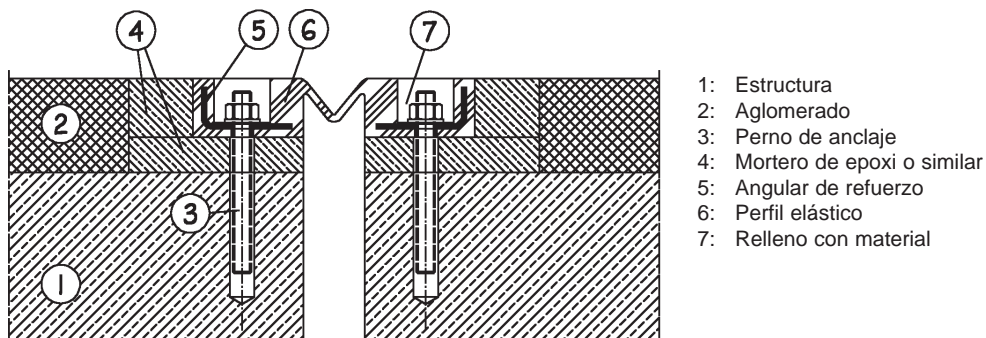


Fig. 4.7. Junta con banda de caucho plegadas y bloque de elastómero armado.

Se procede de la siguiente manera:

- Identificar y marcar la línea de junta.
- Serrar el aglomerado para la creación del cajetín (ver apartado 3 del cap. 4), con ancho de 20 cm a cada lado de la junta.
- Levantar el aglomerado y limpiar de restos bituminosos el tablero.
- Si la altura del aglomerado es superior a 10 cm, es conveniente armar la cama que se ejecuta después, anclando las armaduras en el tablero.
- Imprimir con resina epoxi el tablero de hormigón y las caras del aglomerado.
- Colocar el sistema de drenaje, bien nivelado y en el fondo del cajetín, junto al aglomerado hasta el final de la junta doblándolo al llegar al bordillo hacia la junta de la estructura.

- El drenaje se colocará a ambos lados (tableros con poca pendiente) o en el lado superior de la pendiente, cuando sea el caso.
- Mezclar y verter el mortero de cama. Podrá ser mortero de alta resistencia de baja o nula retracción, o de resina epoxi flexibilizada. Compactar cuidadosamente y enrasar para que la superficie superior de los bloques de elastómero queden al nivel del tráfico.
- Transcurridas no menos de 24 horas, efectuar reglaje y marcado de situación de pernos de anclaje. Ver apartado 5 del cap. 4.
- Ejecución de anclaje de tipo químico, como se ha descrito en 4.2.
- Introducción de los módulos, encajándolos correctamente entre sí.
- Terminar el anclaje y el sellado según se describe en 4.3. El sellado debe incluir las juntas entre módulos.
- Ejecución de las bandas de transición: repicar y limpiar el espacio entre la junta y el pavimento. Imprimir con una solución breá-epoxi toda la superficie libre (pavimento cortado, base y lado de la junta). Rellenar las bandas de transición con el material indicado por el fabricante y enrasar cuidadosamente.
- Dar tráfico a las 48 horas.

7.5. PERFILES DE ELASTÓMERO ARMADO

Se instalan después de aglomerado, por la dificultad de compactar las zonas contiguas a la junta. Se fijan por medio de pernos que se anclan en agujeros taladrados.

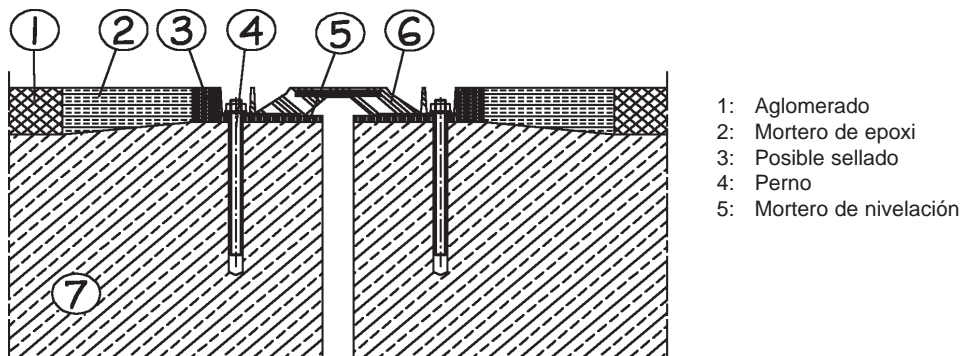


Fig. 4.8. Junta con perfil de elastómero armado.

El proceso de instalación de este tipo de junta es análogo al descrito en el apartado anterior (7.4.3) para las juntas de banda de caucho plegada con bloques de elastómero armado. El tamaño del cajetín estará en función del tamaño de los módulos del dispositivo de junta. Para el reglaje de los módulos se precisa utilizar

gatos mecánicos ó hidráulicos hasta conseguir introducirlos en sus anclajes y fijarlos con éstos.

Bordillos y barreras: instalar piezas especiales vulcanizadas que prolonguen el tratamiento al menos hasta la coronación. Tales piezas tendrán al menos dos anclajes (2 x 2) y uno de ellos sobre el bordillo. Las chapas de la junta estarán siempre cubiertas de caucho. El esviaje no constituye excepción a lo descrito.

7.6. PLACAS DESLIZANTES

Normalmente se instalan después del aglomerado. Pueden montarse con pernos en agujeros taladrados, en cuyo caso el montaje es similar a la junta de bloques de elastómero armado. Es muy importante cuidar la nivelación del mortero de asiento sobre el que desliza la placa.

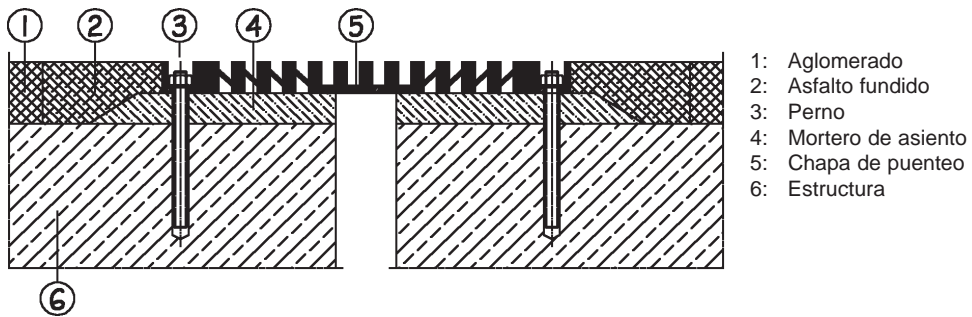


Fig. 4.9.

7.7. JUNTAS MODULARES

Normalmente se instalan en obra nueva, antes del aglomerado aunque es posible el montaje posterior, en obras en servicio.

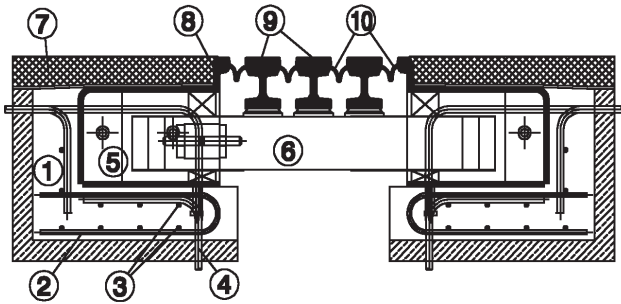
La junta es suministrada por el fabricante completamente ensamblada y fijada a la dimensión de instalación o reglaje que especifique el cliente, de una sola pieza, adaptada a la geometría del tablero acabado (calzada, bordillo, acera, etc), incorporando anclajes, perfiles de hermeticidad, puentes de bloqueo, etc.

Para la instalación se procede como sigue:

- Hacer descender la junta sobre el cajetín con ayuda de una grúa.
- El instalador debe poseer la información necesaria sobre los niveles de rodadura para posicionar la junta correctamente. Cuando esto se ha realizado,

JUNTA DE TRAVESAÑOS EN BATERIA

SE EMPLEA CUANDO LA DIRECCIÓN DEL MOVIMIENTO ES CONOCIDA

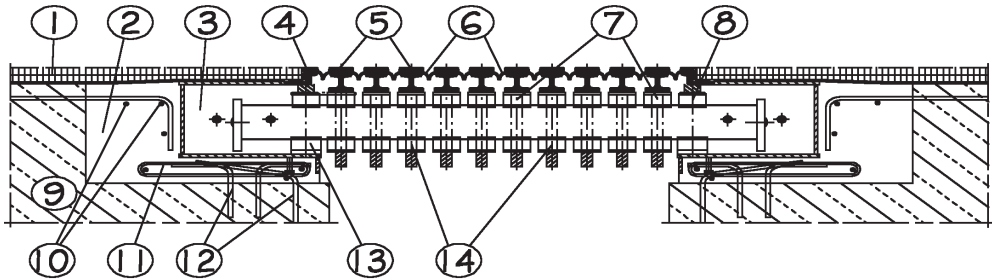


- 1: Cajetín
- 2: Armadura de refuerzo bajo caja de travesaños
- 3: Barras de reparto
- 4: Esperas
- 5: Caja de travesaños
- 6: Travesaño (uno por perfil intermedio en cada zona de travesaños)
- 7: Aglomerado
- 8: Perfil de borde
- 9: Perfiles intermedios
- 10: Bandas de hermeticidad

Fig. 4.10

JUNTA DE TRAVESAÑOS GIRATORIOS

SE EMPLEA CUANDO LA DIRECCIÓN DEL MOVIMIENTO NO ESTA DETERMINADA



- 1: Aglomerado
- 2: Cajetín
- 3: Caja de travesaño
- 4: Perfil de borde
- 5: Perfiles intermedios
- 6: Bandas de hermeticidad
- 7: Apoyos de perfiles intermedios
- 8: Contra-apoyo de perfil intermedio
- 9: Estructura
- 10: Barras de reparto
- 11: Cercos de refuerzo, bajo caja de travesaño
- 12: Esperas
- 13: Apoyo de travesaño
- 14: Contra-apoyo de travesaño

Fig. 4.11.

asegurar la estructura de la junta mediante apoyos bajo la misma y soldando sus anclajes a las esperas. A partir de aquí, puede liberarse la estructura de las mordazas que la han sostenido hasta ahora.

- Conectar los anclajes a las armaduras estructurales por medio de barras longitudinales.
- Hormigonado:
 - El hormigón a colocar a ambos lados de la estructura del dispositivo de junta debe tener la misma calidad que el hormigón estructural. Mínimo: 30 Mpa.

- Se debe tratar de evitar el tráfico de obra y, si ello no es posible completamente, hay que proteger adecuadamente el conjunto de la instalación.
- Colocación de aglomerado: hay que facilitar el paso de la extendedora sin que dañe la junta. Al aglomerar, evitar la introducción de aglomerado entre los perfiles.

7.8. JUNTA DE PEINE

Algunos tipos de juntas de peine deben ser orientados según el sentido del tráfico.

Habitualmente se instalan después del aglomerado, siguiendo el siguiente procedimiento

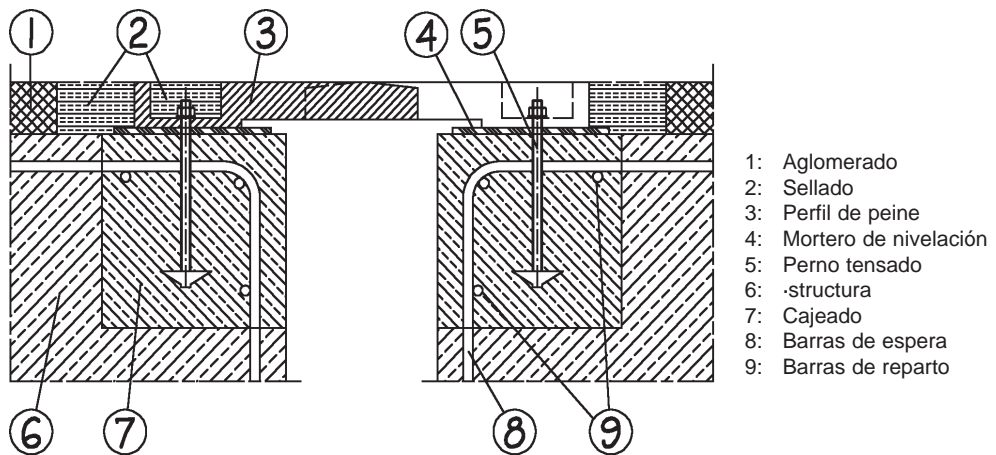


Fig. 4.12. Anclaje de la Junta de Peine.

- Cortar el pavimento para crear el cajetín, con la dimensión adecuada. En caso de sustitución de una junta existente, se corta una banda, a cada lado de la junta, algo mayor que la anchura de los cajeados y se retira el aglomerado y los materiales de relleno de los cajeados, procediendo a la limpieza de los mismos.
- Por medio de plantillas se posicionan los pernos (teniendo en cuenta la abertura de montaje).
- Se disponen las barras de reparto y el encofrado entre los dos cajeados.
- Se hormigonan los cajeados (hormigón de las mismas características que el del entorno).
- Se posiciona la junta, enrasada con el pavimento, por medio de puentes auxiliares y se vierte mortero de nivelación bajo la misma.

- Después de endurecido el mortero se procede al tensado de los pernos, y se rellenan los espacios entre junta y aglomerado con asfalto fundido o similar.
- En otros casos el hormigonado se realiza con la junta posicionada, sin necesitar mortero de nivelación posterior.

7.9. CHAPA DESLIZANTE EXTERIOR

La colocación es similar al de las placas deslizantes, pero se requieren menores espesores de cajetín.

8. DETALLES DE INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA DE EVACUACIÓN DEL AGUA.

Con objeto de que el agua existente bajo el pavimento no llegue a la junta debe colocarse un tubo-dren paralelo a la junta en toda la anchura del tablero. El dren se coloca a ambos lados de la junta o sólo en su lado alto cuando el tablero lleve pendiente importante.

8.1. JUNTAS DE DILATACIÓN NO HERMÉTICAS

8.1.1. UNIÓN CON LA IMPERMEABILIZACIÓN.

Como generalmente se trata de juntas instaladas después del aglomerado, antes de montar la junta hay que cortar la capa impermeabilizante. Se suele proceder de la siguiente manera:

8.1.1.1. UNIÓN CON BABERO.

Se dispone una lámina elastomérica de unos 2 mm de espesor por debajo de la junta y se prolonga hacia el exterior para intercalarla entre dos capas de masilla asfáltica. En la unión con la impermeabilización del tablero se dispone un pequeño tubo drenante.

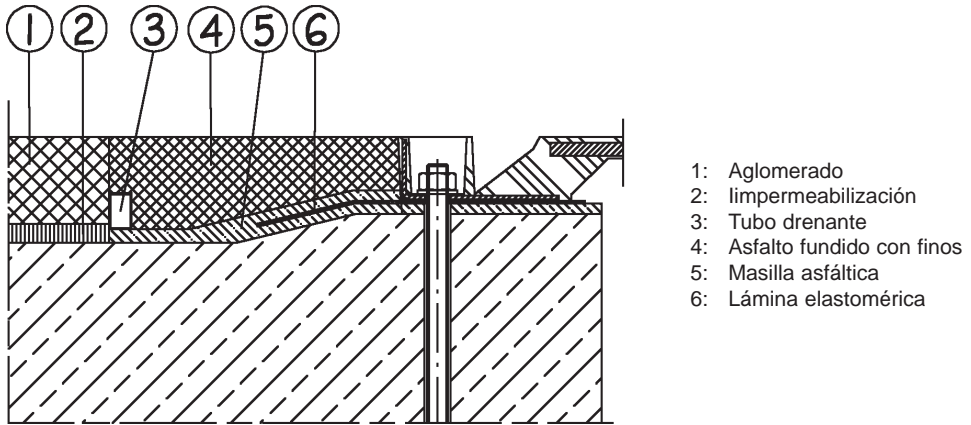


Fig. 4.13. Detalle de unión con babero.

8.1.1.2. UNIÓN CON MASILLA ASFÁLTICA.

En juntas con bordes metálicos nervados, se suele emplear una masilla asfáltica que se adapta a las nervaduras.

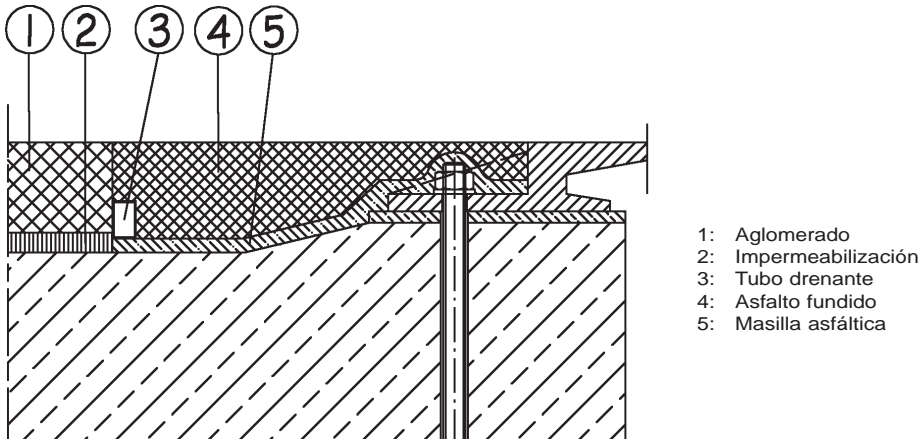


Fig. 4.14. Detalle de unión con masilla asfáltica.

8.1.1.3. RELLENO DE HORMIGÓN.

En algunos tipos de juntas se hormigona el cajead, con la junta en posición llenando hasta la rasante del aglomerado. En estos casos se suele disponer unos elementos para drenaje.

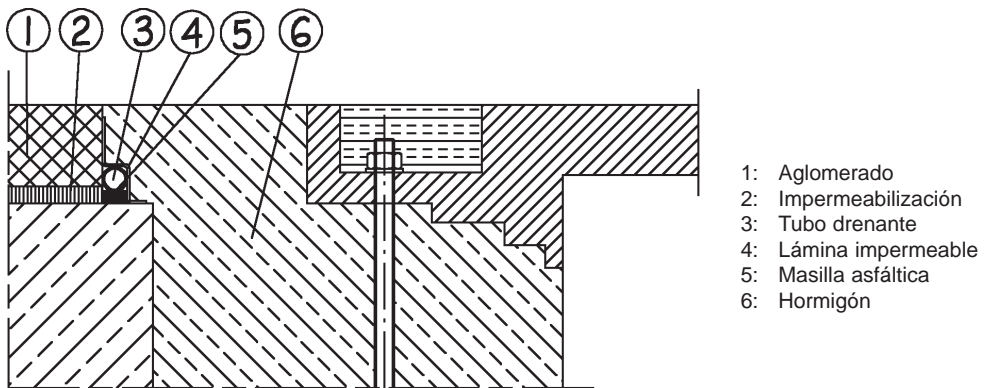


Fig. 4.15. Detalle de evacuación del agua con relleno de hormigón.

8.1.2. EVACUACIÓN DE AGUA BAJO LA JUNTA.

Para recoger el agua que pasa por una junta no hermética (o pseudo-hermética) se suele disponer una especie de canalón, de distintos materiales y formas geométricas, que pueden estar cogidos por debajo de la junta o en los paramentos.

Cuando está fijado por debajo de la junta (ver figura 4.16), se emplea normalmente una lámina de elastómero (o similar), que puede estar armada o no.

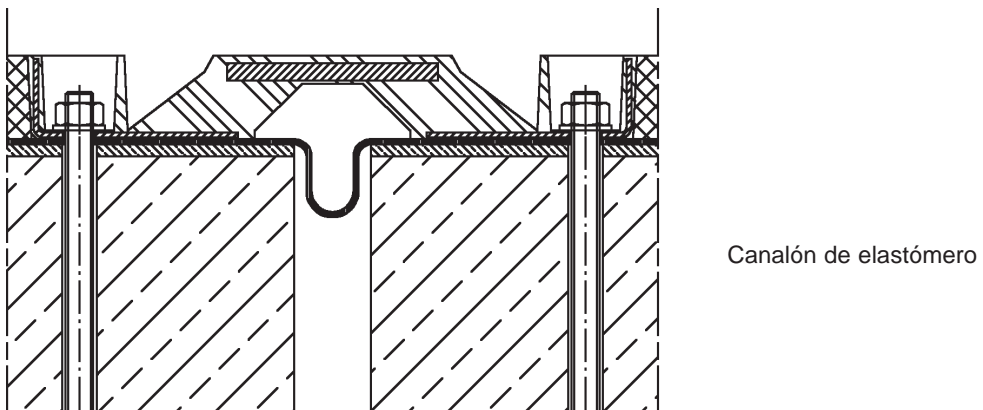


Fig. 4.16. Evacuación de agua con tablero flexible.

En las soluciones a partir de canalón rígido, éste queda en una posición baja y se emplean bandeletas que escurren el agua hacia él. Las bandeletas pueden arrancar próximas a la junta, cuando hay anchura suficiente, o bajo los vuelos, en caso de abertura pequeña. En ambos casos quedan zonas desprotegidas ante las acciones agresivas del agua y otros.

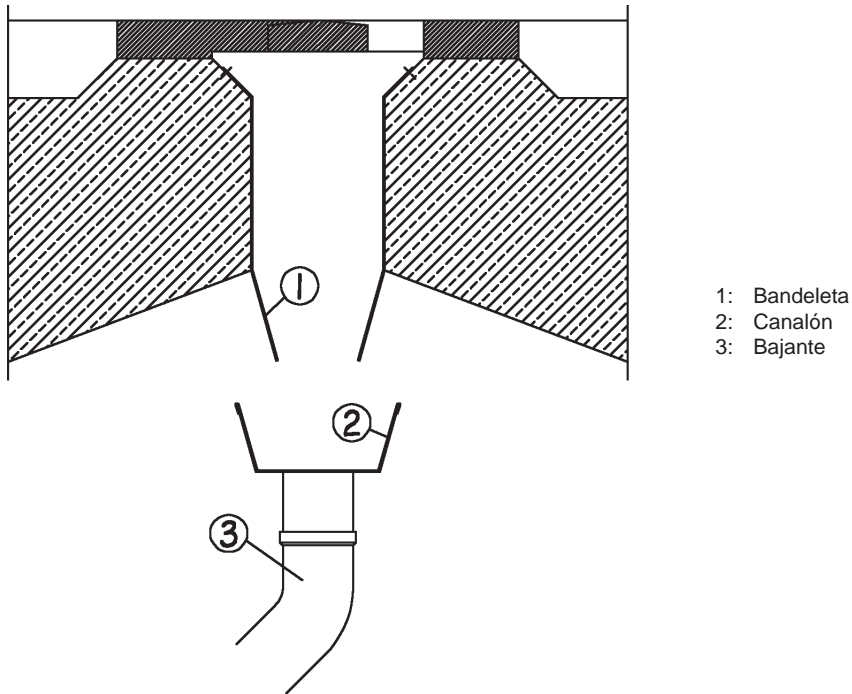


Fig. 4.17. Evacuación de agua con canalón rígido

8.2. JUNTAS DE DILATACIÓN HERMÉTICAS

8.2.1. INSTALADAS DESPUÉS DE LA PAVIMENTACIÓN.

Cuando se instalan con hormigón elastomérico, al cortar el aglomerado se cuida que quede un saliente de la impermeabilización de unos 3 cm para conseguir el cierre hermético. (Ver figura 4.18).

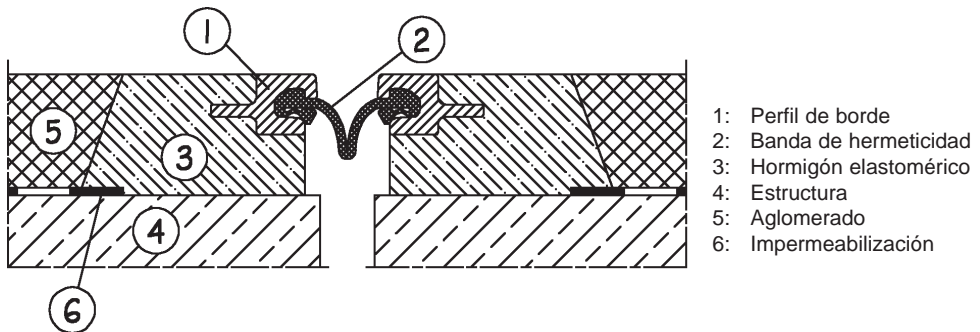


Fig. 4.18. Hermeticidad de junta con hormigón elastomérico.

8.2.2. INSTALADAS ANTES DE LA PAVIMENTACIÓN.

Según el tipo de impermeabilización empleado, láminas prefabricadas o in situ, se puede disponer una lámina fijada herméticamente en el perfil de borde, que se intercala entre las láminas de la impermeabilización. Cuando la lámina es in situ, ésta remata en la aleta y el lateral del perfil de borde.

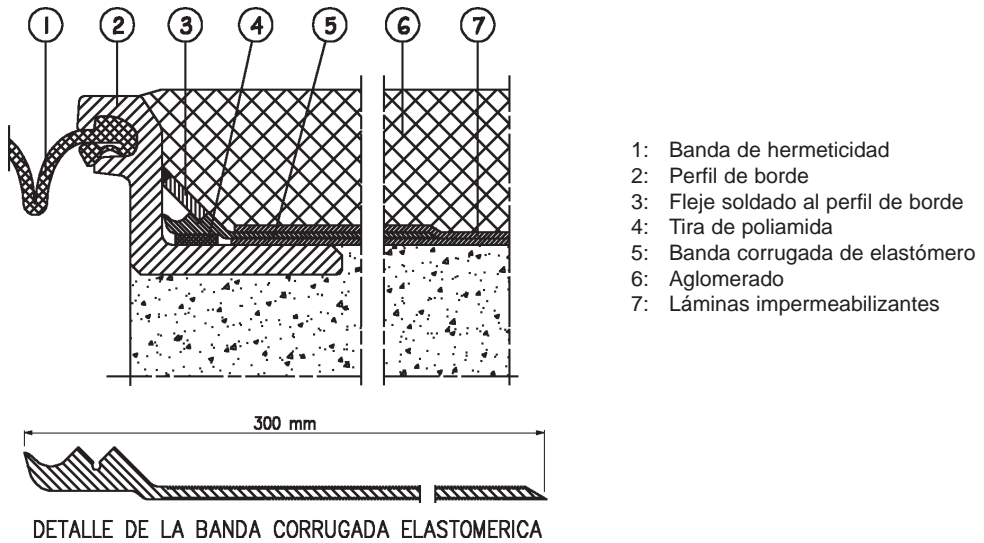


Fig. 4.19. Impermeabilización con lámina de elastómero prefabricada.

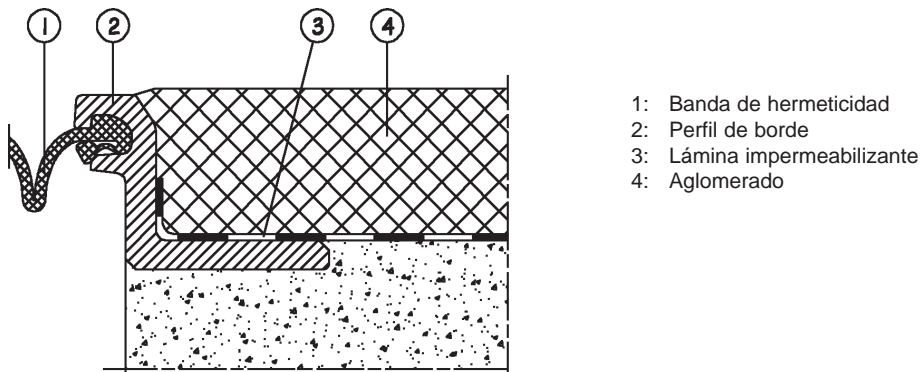


Fig. 4.20. Impermeabilización con lámina "in situ".

9. ADAPTACIÓN A LA GEOMETRÍA DEL TABLERO ACABADO.

Para mantener la estética y la total hermeticidad, la junta debe adaptarse a las formas del tablero acabado y al desarrollo en planta (ver figuras 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25 y 4.26).

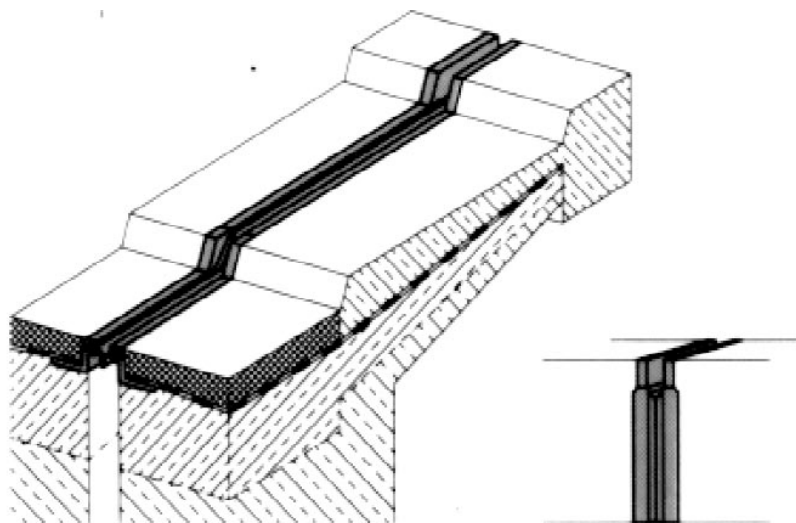


Fig. 4.21. Adaptación a la acera.

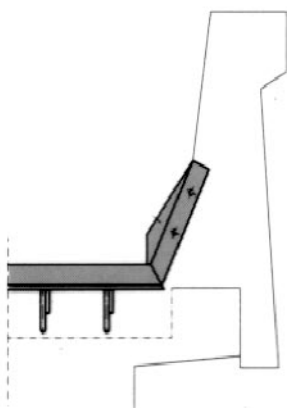


Fig. 4.22. Adaptación a la barrera rígida.

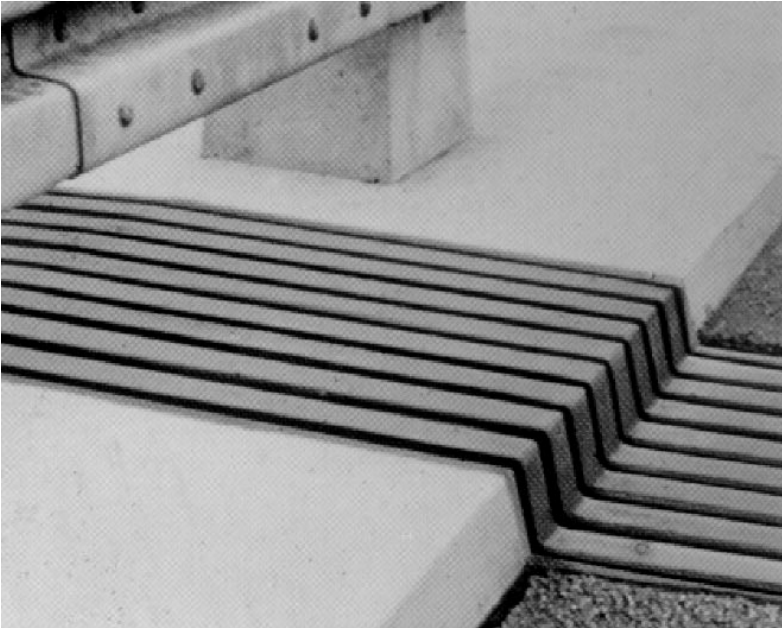


Fig. 4.23. Adaptación a la acera.



Fig. 4.24. Adaptación a la curva en planta.

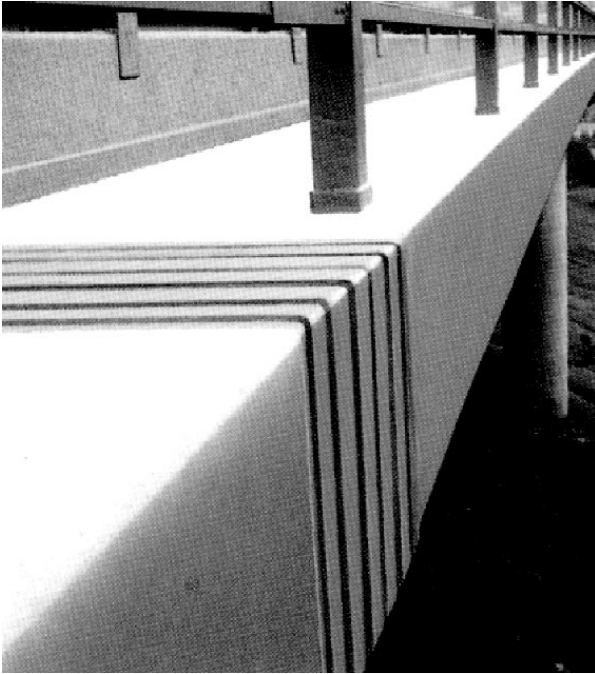


Fig. 4.25. Adaptación a la imposta.

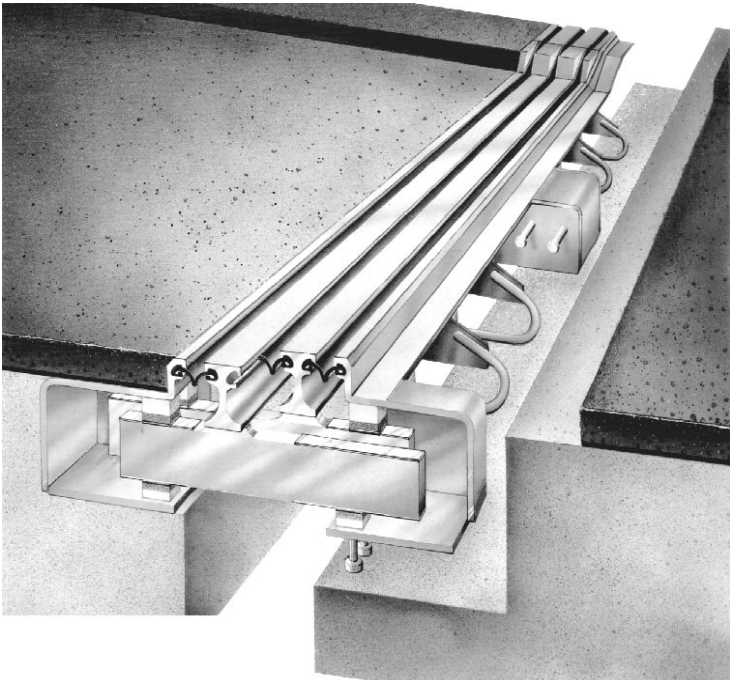


Fig. 4.26. Junta modular.

Capítulo 5

DURABILIDAD, PATOLOGÍA Y MANTENIMIENTO

1. PATOLOGÍA MÁS FRECUENTE

Las juntas de dilatación de tableros de puentes o de calzada son probablemente el elemento más delicado del equipamiento del puente debido a su complejidad de funcionamiento estructural ante las cargas que recibe al estar en contacto directo con el tráfico en los puntos de discontinuidad de los tableros.

- Su reparación o sustitución comporta normalmente trastornos importantes en el servicio del puente debido a la interrupción provisional del tráfico en la zona de trabajo, lo que implica la necesidad de habilitar desvíos o restringir la capacidad de la vía.

Por ello es importante analizar los problemas que afectan a estos elementos, sus consecuencias, sus causas y las acciones a llevar a cabo para minimizar los posibles daños:

- Rotura o desprendimiento parcial o total del dispositivo de juntas.
- Degradación con expulsión de material en las bandas de transición o en el pavimento.
- Deterioro en el sistema de drenaje.

En líneas generales el origen de la patología de una junta puede estar en el propio dispositivo de junta, en su entorno inmediato (morteros, resinas, anclajes, etc), en la estructura del puente (asientos de cimentación, desplazamientos del muro-estribo), en el pavimento limítrofe con la junta y en la agresión accidental durante el servicio.

2. CONSECUENCIAS DE LOS DAÑOS DE LA JUNTA

Los deterioros producidos en la junta o en su entorno tienen consecuencias inmediatas que afectan al servicio del puente y que pueden llegar a ser graves si no se toman a tiempo las medidas correctoras oportunas. Entre las consecuencias más habituales podemos señalar:

- Molestias en los vehículos que circulan sobre la calzada, tanto en la rodadura como en el nivel acústico del tráfico, a tener muy en cuenta en estructuras urbanas.

- Posibilidad de provocar accidentes de tráfico, por proyección de un trozo de junta, impacto de una rueda en el hueco dejado por una junta desprendida, etc.
- Provocar daños en otros elementos del puente. El paso a través de la junta de agua, tierra u otros materiales puede dañar los aparatos de apoyo del puente. En muchas ocasiones su deterioro tiene el efecto de aumentar las cargas dinámicas del tráfico, las cuales se transmiten directamente a la estructura.
- Empujes del tablero sobre los estribos como consecuencia de errores en el dimensionamiento o reglaje de las juntas o macizamiento de aberturas estrechas.
- Pérdida de estanquidad de la calzada. La posible falta de impermeabilización de la junta ocasiona que se viertan aguas por sitios inadecuados y no controlados, con posibilidad de atacar gravemente los hormigones estructurales del puente y ocasionar el inicio de corrosión en las estructuras metálicas que se encuentren a su paso. Este proceso puede verse agravado en caso de que las aguas lleven sales para el deshielo.

3. CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

Para evitar estas consecuencias se deben investigar las causas de los daños descritos, como primer paso para poder adoptar las medidas correctoras en los procesos que abarcan desde el proyecto del puente hasta la instalación de la junta. Como causas de patología más habituales señalamos las siguientes:

- Separación o huelgo estructural erróneo.
- Tamaño o tipología de juntas inadecuada para las sollicitaciones previstas.
- Rango o recorrido inadecuado de la junta, bien por un mal dimensionamiento, bien por una mala instalación del punto neutro de la junta (reglado), por lo que la capacidad de apertura de la junta en uno y otro sentido no coinciden con los movimientos reales del tablero del puente.
- Este problema origina que la junta no trabaje como en principio debe estar previsto, creando compresiones o tracciones excesivas en el material elástico (reventamiento o expulsión de la junta) provocando la rotura de sus anclajes al tablero.
- No tener en cuenta otros movimientos que los típicos horizontales en la dirección longitudinal del puente, por un mal dimensionamiento. Cuando los movimientos transversales y giros tienen relevancia deben ser considerados en la elección de la junta proyectada.
- Instalación incorrecta. En múltiples ocasiones no se presta a la ejecución de estos elementos la atención necesaria por realizarse en la proximidad de la

finalización de las obras, de forma apresurada, sin la debida planificación y en condiciones ambientales no siempre adecuadas, con falta de atención en la manipulación de los morteros y en la aplicación de productos de imprimación. También es frecuente encontrar juntas de tablero que no se prolongan en las aceras, o que no se colocan adecuadamente en las aceras y en las zonas de barreras, permitiendo el paso de agua y ocasionando los daños antes mencionados.

- Interferencia entre los anclajes de la junta y la armadura del tablero.
- Separación insuficiente entre los anclajes y el borde del tablero o muro estribo (labios de la junta). Los esfuerzos en la dirección del tráfico pueden arrancar los anclajes.
- Desnivelación entre el firme y la propia junta o entre ambos lados de la junta. Ello produce el aumento de las cargas de impacto sobre la junta y desde el punto de vista del tráfico un aumento del ruido y de la incomodidad. En el caso de juntas de peine puede ser incluso peligroso desde el punto de vista del tráfico si este desnivel ocasiona el levantamiento del propio peine. La desnivelación puede estar producida incluso por una defectuosa ejecución de los elementos de la propia estructura constitutivos de ambos lados de la junta (asentamiento de estribos, incorrecta nivelación entre tableros, etc.).
- Desnivelación entre los dos lados de la junta en instalaciones en zonas con rasante en fuerte pendiente como consecuencia de los movimientos horizontales de apertura y cierre. Por ello es conveniente situar las juntas en zonas con rasante horizontal, o disminuir al máximo la pendiente en el entorno de la junta.
- Drenaje inexistente o mal ejecutado, sin continuidad entre el sistema del tablero y el de la junta, con las consecuencias anteriormente descritas y la disminución de la calidad de la rodadura.
- Utilización de materiales inadecuados o defectuosa colocación en obra de los mismos. Esto se produce a menudo en las bandas de transición pavimento-junta y en el material de guardacantos en los bordes de las juntas, debido a una escasa resistencia del material, excesiva rigidez, falta de adherencia perfecta con el hormigón del tablero, no poseer nula retracción, diferente coeficiente de dilatación de los materiales, o concentración de tensiones en las zonas de anclaje.
- Degradación por contacto continuo con el ambiente y por fatiga de trabajo de los elementos elásticos constitutivos de la junta (masillas, elastómeros, etc.), y de las bandas de transición de masilla epoxy produciendo su fisuración y desprendimiento.
- Degradación de los elementos constitutivos de la junta por agresión accidental de vehículos (cortes o arrancamientos producidos por máquinas quitanieves, daños de fuego por incendio de vehículos, impactos en accidentes de vehículos, etc).
- Carencia de mantenimiento y limpieza adecuados. Se debe evitar la forma-

ción de depósitos de suciedad en las ranuras entre las distintas partes de la junta y reparar cuanto antes pequeños elementos o zonas deterioradas (pernos arrancados, bandas de transición deterioradas, etc.). La obstrucción de los huecos de las juntas puede inducir importantes esfuerzos en los anclajes.

3.1. JUNTAS SELLADAS CON MATERIAL ELÁSTICO

Además de la casuística anteriormente indicada, la problemática de este tipo de juntas está ocasionada principalmente por la pérdida de adherencia, de elasticidad, o degradación del propio material de relleno constitutivo de la junta. Ello conlleva la fisuración de la junta y la pérdida de estanquidad de la misma.

Durante la ejecución de las juntas de material elástico es importante, tanto no quedarse escaso, como colmar en exceso en el relleno de la junta, dado que durante el funcionamiento de la misma, o se desprenderá de uno de los lados por falta de material, o rebosará y expulsará el material sobrante con los consiguientes problemas de incomodidad del tráfico.

3.2. JUNTAS CON PERFILES DE CAUCHO COMPRIMIDO.

En las juntas con perfiles de elastómero comprimido los problemas pueden provenir también por la pérdida de compresión de la junta, debido al relajamiento del propio perfil de caucho. En este tipo de juntas, una excesiva compresión debido a un mal reglaje de la junta puede provocar la expulsión del perfil de elastómero.

Pueden presentarse problemas de degradación del mortero de transición y de hermeticidad si el mantenimiento no es suficiente

3.3. JUNTAS DE BETUN MODIFICADO.

Dimensionamiento incorrecto del espesor y anchura del relleno elástico que ocasionará excesivo hundimiento y abultamiento en los movimientos de apertura y cierre de la junta, que afectarán al nivel de comodidad del tráfico.

Utilización en áreas de giro brusco de vehículos pesados.

Debe utilizarse una formulación adecuada del betún modificado y un proceso correcto de ejecución, a la temperatura precisa, para evitar problemas de degradación del material o falta de adherencia.

3.4. JUNTAS ANCLADAS CON PERNOS (JUNTAS DE ELASTÓMERO Y JUNTAS DESLIZANTES).

Este tipo de juntas siempre llevan algún elemento metálico que potencialmente puede sufrir corrosión incluso rotura, si no está debidamente protegido.

Otras causas de deterioro en este tipo de juntas son:

- Falta de profundidad y por lo tanto de longitud de anclaje de los pernos, que puede ocasionar su arranque y desprendimiento.
- Falta de recubrimiento de hormigón en los pernos, a borde o a profundidad, que puede ocasionar su arranque o desprendimiento, y la fisuración y rotura de las capas superiores de protección de mortero, formando una vía de corrosión de los elementos metálicos.
- Mala colocación de la armadura de final de losa, ocasionando que los pernos se anclen a un soporte inadecuado.
- Concentración de tensiones en los pernos debido a la acción de cargas dinámicas de tráfico; este efecto se ve disminuido con la colocación de placas de anclaje.
- Degradación de las bandas de transición.

3.4.1. JUNTAS DE ELASTÓMERO

En las juntas de elastómero (de banda de caucho plegada y de perfil elastómero armado), la falta de limpieza periódica repercute en la disminución de su durabilidad.

3.4.2. JUNTAS DESLIZANTES

Las juntas deslizantes requieren una instalación muy cuidadosa para garantizar su correcto funcionamiento. En caso de un mal funcionamiento de la junta y por efecto de las cargas continuadas de tráfico, puede producirse el levantamiento de alguna de las partes de la junta.

En estas tipologías de juntas se deben realizar operaciones de mantenimiento periódicas que eviten su deterioro prematuro:

- Las juntas de chapa deslizante exterior se deben limpiar periódicamente para evitar que la suciedad penetre debajo de la chapa y pueda levantarla y deformarla.

3.5. JUNTAS MODULARES

- Para su correcto funcionamiento se requiere una instalación adecuada y un mantenimiento ajustado a las indicaciones del fabricante.
- Los elementos metálicos deben quedar protegidos frente a la corrosión.

3.6. JUNTAS DE PEINE

- Como se ha mencionado en el punto 3.4. la deficiente colocación de los pernos de anclaje puede ser origen de daños importantes.
- Las juntas de peine deben ser limpiadas periódicamente para evitar la introducción de cuerpos extraños entre las púas y debajo de los peines que las pueda deformar e incluso romper.
- Los elementos metálicos tendrán la adecuada protección frente a la corrosión.

4. MEJORA DE LA DURABILIDAD. SOLUCIONES AL PROBLEMA

De los comentarios incluidos en el apartado anterior sobre diferentes tipos de junta se deducen algunas acciones a llevar a cabo para conseguir un mejor funcionamiento de la junta, que debe tener una vida útil igual o mayor que la del pavimento.

Las reglas universales para todo tipo de junta, encaminadas a obtener una durabilidad aceptable pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Buena comunicación previa entre el proyectista y los industriales (fabricantes e instaladores), para contemplar el conjunto del sistema de la junta en todos sus detalles y resolver bien la transición a la estructura.
- Elección del rango y tipo de junta adecuado, tras su dimensionamiento teniendo en cuenta la tipología y emplazamiento de la estructura, con suficiente margen de seguridad.
- Disponer espacio suficiente y refuerzo de armadura en la estructura para recibir la junta.
- Buena colocación a cargo de profesionales especializados con buenos materiales, sin urgencia en la puesta en circulación del puente, definiendo bien los materiales y su cuantía.
- Situación de las juntas en tramo con rasante horizontal o poca pendiente.
- Estudio en proyecto del drenaje global del tablero cuidando el detalle del entorno de la junta, asegurando la continuidad de la impermeabilización.
- Desarrollo del programa de mantenimiento que garantice la constancia del buen estado de la junta en servicio.

- Buena compactación de la capa de rodadura del pavimento en el entorno de la junta.

5. MANTENIMIENTO

Normalmente las juntas de calzada son los primeros elementos del puente que necesitan una reparación y que por lo tanto condicionan su mantenimiento general, por comportar una gran parte del mismo. En efecto, por las razones que se analizan a continuación, a menudo, las juntas de calzada son los elementos que se deterioran más rápidamente del propio equipamiento del puente:

- Menor vida útil, cuando se escatima el coste inicial de la instalación.
- Soportar continuamente las cargas dinámicas del tráfico.
- Estar expuestas a las condiciones ambientales de forma permanente y sin ningún tipo de protección.
- Estar expuestas a residuos arrastrados por el tráfico y por la lluvia.
- Ser objeto en muchos casos de una definición e instalación en obra inadecuadas.
- Su deterioro, una vez iniciado, progresa rápidamente y no precisamente de forma lineal.

El mantenimiento es una operación fundamental de cara a conservar las juntas de calzada en óptimo estado de funcionamiento. Las principales operaciones de mantenimiento son:

- Inspección general, visual y periódica, que debe efectuarse tras una limpieza oportuna para impedir que residuos depositados puedan ocultar daños. En esta inspección se debe comprobar:
 - Daños en la protección de elementos metálicos.
 - Fisura por fatiga en elementos metálicos.
 - Daños en elementos elásticos (desgastes, roturas, etc)
 - Funcionamiento de elementos móviles deslizantes.
 - Obstrucción o daños en el sistema de drenaje.
 - Estado de guardacantos, bandas de transición y pavimento anejo a la junta.

Además de la inspección se realizarán labores rutinarias de mantenimiento tales como:

- Limpieza de la junta de forma que la introducción de elementos extraños en su interior no dificulte su trabajo o provoque roturas o desgarros.
- Limpieza de tableros.

- Sellado de fisuras, reposición del pavimento anexo a la junta y del material de las bandas de transición o guardacantos.
- Aplicación de pintura protectora, engrase, conservación del apriete necesario en aquellas partes susceptibles de desatornillarse por efecto de las cargas cíclicas del tráfico, etc.
- Cuidado de la buena nivelación entre junta y pavimento retirando cualquier protuberancia que aparezca o rellenando las posibles oquedades que se puedan producir. En el caso de repavimentación conviene escarificar previamente para no ocasionar un desnivel entre firme y junta.

5.1. REPARACIÓN Y REPOSICIÓN DE JUNTAS

Para evitar mayores trastornos al tráfico es aconsejable proceder a la reparación o sustitución de la junta coincidiendo con operaciones de repavimentación, si los daños no aconsejan una actuación urgente.

Las reparaciones de las juntas pueden comprender desde una simple reinstalación de la misma junta hasta su completa sustitución.

Es importante en cualquiera de los casos evaluar previamente los motivos específicos que han provocado la necesidad de esta reparación con el fin de que no vuelvan a repetirse.

En la reparación o sustitución de juntas es de gran importancia realizar una planificación de los trabajos, con el fin de realizarlos lo más eficientemente posible y causar las menores molestias al usuario del puente en cuestión.

Para juntas de movimientos menores de 10 mm., el sistema de sellado con masillas elásticas suele ser suficiente y está adecuadamente resuelto.

Generalmente se acomete la reparación de la junta cuando se altera la superficie de rodadura en la zona de la junta, bien por deterioro de la misma, rotura de anclajes, degradación de las bandas de transición, etc.

Normalmente la reparación de la junta de calzada conlleva las siguientes operaciones:

- Señalización temporal del tráfico en las proximidades de la zona de trabajo.
- Serrado del aglomerado del firme en la zona de influencia de la junta.
- Picar y levantar las zonas de transición junta-firme.
- Limpieza y saneamiento de las zonas de contacto con el hormigón del tablero.
- Es importante sellar la impermeabilización del tablero a los bordes de la junta para garantizar su perfecta estanquidad.

- Confirmar los movimientos residuales debidos a retracción y fluencia del tablero que pueden haberse reducido de forma importante, incluso haber desaparecido, dependiendo del tiempo transcurrido desde la ejecución de la estructura. Por esta razón la nueva junta a instalar, probablemente necesite un menor movimiento y por lo tanto, una reducción de sus dimensiones o cambio a otra tipología de junta.
- Las juntas del tipo de elastómero armado necesitan solamente para su sustitución el aflojar los pernos y su retirada, sin otros trabajos de demolición cuando los bordes de la losa, las zona de anclaje y el pavimento se encuentran en buen estado.

6. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE LOS DAÑOS MÁS FRECUENTES EN LAS JUNTAS DE CALZADA.



Fig. 5.1. Falta de junta



Fig. 5.2. Falta de limpieza y aterramiento de la junta



Fig. 5.3. Falta de junta en aceras.



Fig. 5.4. Aterramiento de la junta de peine que impide su movimiento de cierre.



Fig. 5. Falta de mantenimiento.



Fig. 5.6. Deterioro de junta por repavimentación sobre la misma.



Fig. 5.7. Hundimiento elemento de junta por instalación inadecuada.



Fig. 5.8. Deterioro de junta de perfil de elastómero armado por envejecimiento.



Fig. 5.9. Deterioro en junta de perfil de caucho comprimido.



Fig. 5.10. Reparación incorrecta por repavimentación en zona de elementos perdidos.



Fig. 5.11. Deterioro junta de betún modificado por mala ejecución y subsiguiente arrastre.



Fig. 5.12. Rotura y hundimiento de junta en voladizo de tablero.

Capítulo 6

HOMOLOGACIÓN DE JUNTAS DE CALZADA

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de juntas utilizados en puentes deben de estar homologados como garantía, emitida fundadamente por organismos cualificados, de la aptitud de sus elementos para las funciones que les corresponden. Este capítulo debe considerarse como un simple esbozo indicativo del sistema de homologación que en su momento se adopte.

2. PROCEDIMIENTO DE HOMOLOGACIÓN

De cada uno de los sistemas a homologar, el fabricante deberá presentar, en apoyo de su solicitud, la siguiente documentación.

2.1. DESCRIPCIÓN COMPLETA DEL SISTEMA.

Con planos de definición suficientemente detallados, fotografías, esquemas a escala, y con las explicaciones convenientes e instrucciones oportunas, incluirá las siguientes cuestiones:

- Proceso detallado de instalación, incluyendo la cuantía y calidad de todos los materiales auxiliares, especificando las necesidades de espacio en la zona en la que se instale el dispositivo.
- Funcionamiento
- Movimientos admisibles
- Materiales constitutivos
- Tipo de tráfico admisible
- Condiciones de accesibilidad para inspección y mantenimiento
- Mantenimiento y reparación: Recomendaciones para lograr la durabilidad adecuada e instrucciones para posibles reparaciones o sustituciones. Se deben detallar los puntos a inspeccionar y los procedimientos de mantenimiento o reparación en su caso.
- Vida útil.

2.2. CÁLCULOS Y ENSAYOS

Se analizará mediante cálculos oportunos o bien a través de la realización de ensayos el comportamiento de los distintos elementos de la junta frente a las acciones a las que se ven sometidos, siguiendo las siguientes directrices:

2.2.1 MATERIALES.

Las características resistentes de los materiales normalizados seguirán lo dispuesto en las normas vigentes. En materiales no normalizados, los valores admisibles o característicos adoptados para una determinada propiedad se obtendrán mediante ensayos. Dichos ensayos deben reflejar, si procede, la influencia del envejecimiento, fluencia, temperatura y velocidad de aplicación de las cargas. Los coeficientes de seguridad para dichos materiales serán determinados por el Ente Homologador.

2.2.2. REACCIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA.

En su caso, diagramas de fuerza en anclajes y deformación de la junta

Los ensayos correspondientes determinarán estos diagramas en procesos de carga noval y, como mínimo, en una muestra o probeta después de haber sido sometida al ensayo de fatiga.

2.2.3. RESISTENCIA A LA FATIGA EN MOVIMIENTOS DE APERTURA Y CIERRE

Las muestras representativas de las juntas se someterán a un número de ciclos no inferior a 10^3 con la amplitud garantizada en servicio. El material de la junta no deberá presentar, al final de las pruebas, fisuración o defectos que afecten las características garantizadas (anclaje, hermeticidad, nivel de ruidos, etc.)

2.2.4. ENSAYOS DINÁMICOS CON SIMULACIÓN DE TRÁFICO

Consistirán en comprobar el buen estado del material de la junta después de la repetición en 2×10^6 ciclos, de

- Paso de una rueda doble de $V = 6,5$ t de peso total
- Aplicación de una carga local de $V = 6,5$ t y $H = 1,3$ t, representativa de las acciones de frenado.

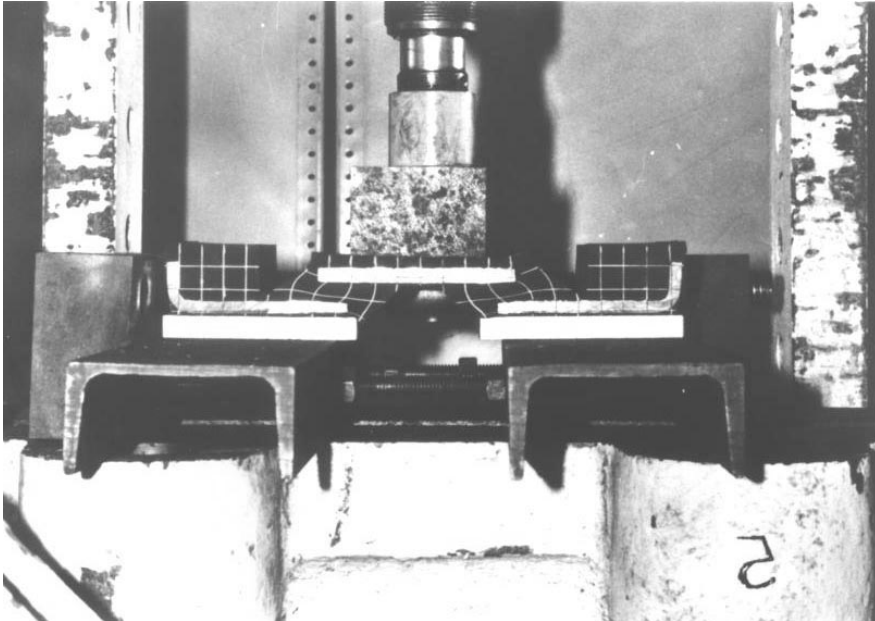


Fig. 6.1. Ensayo de carga en junta.

2.2.5. ENSAYOS DE ELEMENTOS DE LA JUNTA SOMETIDOS A LA RODADURA

Se determinará:

- La resistencia al desgaste
- El coeficiente de rozamiento entre la rueda tipo y la junta

2.2.6. IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE

La muestra ensayada será representativa de la junta y de sus elementos ensamblados, y reproducirá fielmente su integración con el sistema general de impermeabilización de tableros. Los ensayos deberán comprobar la estanqueidad del conjunto ante la aplicación de una carga hidráulica definida en altura de lámina y tiempo de exposición para distintas posiciones de abertura de la junta.

2.2.7. NIVEL DE RUIDO

En puentes cuyas condiciones de entorno exijan juntas de funcionamiento particularmente silencioso, podrá requerirse la acreditación de esta característica a través

de la medición de ruido en casos reales de juntas ya instaladas. Esta medición se efectuará en puntos situados por encima y por debajo de la calzada del puente y recogerá la posibilidad del efecto acústico como membrana vibrante de la junta si ésta experimenta desnivelación en alzado entre sus anclajes.

2.3. REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS

Los ensayos se llevarán a cabo por laboratorios independientes y autorizados por el ente homologador.

En el caso de ensayos específicos (v.g. dinámico bajo el paso de las ruedas) se admite su realización en las instalaciones del fabricante, pero dirigidos, controlados y certificados por técnico responsable del laboratorio elegido para el resto de ensayos de homologación.

Todos los ensayos deberán dar resultados favorables con valores iguales o superiores, a los expresados por el fabricante en su petición de homologación.

3. GARANTÍA

La garantía debe incluir el período de validez, los aspectos cubiertos y las circunstancias que deben concurrir en la misma.

Cuando el fabricante y el instalador sean distintos, cada uno de ellos deberá dar la garantía que afecte a su parcela de actuación.

4. COMPOSICIÓN DEL ENTE HOMOLOGADOR

Estará formado por personal experto de las Administraciones Públicas de Carreteras, Proyectistas, Contratistas y Fabricantes.

5. VALIDEZ DE LA HOMOLOGACIÓN:

La homologación es válida mientras no se modifique ningún parámetro significativo de la junta o no se alteren las normas a que deba sujetarse. No obstante, el fabricante está obligado a realizar periódicamente una serie de ensayos de comprobación para controlar la calidad de su producción y, preferentemente, estarán recogidos en un Sistema de Calidad.

Pueden ser llevados a cabo por el propio fabricante en sus instalaciones o por laboratorio autorizado y serán dirigidos y certificados por el Director de Calidad de la empresa.

Estos ensayos comprenderán lo que afecta a características de los materiales, resistencia a la fatiga y ensayos dinámicos.

Su periodicidad será determinada por el Ente Homologador y el fabricante facilitará en cada suministro, a petición del cliente, un certificado de calidad con los resultados de los últimos ensayos periódicos realizados.

BIBLIOGRAFÍA

Libros no específicos sobre juntas de puentes, con capítulos dedicados a puentes donde se tratan temas relacionados con las juntas.

“Handbook of Structural Concrete, edited by Fk. Kong, RH. Evans, E. Cohen, F. Roll”, Pitman Books Ltd., London 1983 (Cap. 36 Bridges by AC. Liebenberg, section 5.8.3.)

Parsons Brinckerhoff, “Bridge Inspection and Rehabilitation: A practical guide”, John Wiley & Sons, Inc., N.Y. (Cap. 11. Deck Joints, by Fuat Guzaltan, PE.)

Leonhardt, F. “Estructuras de hormigón armado. Tomo IV. Bases para la construcción de puentes monolíticos”. El Ateneo Editorial. “a ed. Buenos Aires. 1979.

Libros y publicaciones sobre juntas, o sobre juntas y apoyos.

Köster,W. “Joints de chaussées pour Ponts et Routes en Béton”. Eyrolles. Paris.

“Expansion joints in Bridges and concrete roads” Mc. Laren & sons, London 1969

Lee, D.J., “Bridge bearings and Expansion Joints” 2nd ed. by E&FN Spon, London...Madras 1994.

Ramberger, G, “Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges”, IABSE-AIPC, IVBH, ETH Honggerberg, Zurich, Switzerland, 2002.

Third World Congress on Joint Sailing and Bearing Systems for Concrete Structures” Vol. I, contiene las Joints and sealants . Vol 2-Bearings and Isolators, Toronto, Canada 1991

Joints de chaussée des ponts routes. Éléments de choix. Méthodes de pose. Entretien et réparation SETRA 1986.