

# juntas de contracción en canales y depósitos de agua

CARLOS SAFRANEZ, Dr. ingeniero

533 - 23

## sinopsis

Vista la escasa información disponible sobre las juntas de contracción en canales y depósitos de agua, siendo indiscutible su gran importancia para la estanquidad de estas obras, se han expuesto, en forma sistemática, los datos considerados esenciales para enfocar debidamente el proyecto de las juntas.

Se han indicado los tipos de juntas más corrientes, ordenadas de acuerdo con su diseño y con el procedimiento empleado para su sellado, señalando sus características. Se ha tratado de la importancia primordial del diseño y de las dimensiones de las juntas en relación con su comportamiento.

En los proyectos de las juntas ejecutadas llama la atención la falta de una unidad de criterio sobre las exigencias y condiciones mínimas que deben reunir las juntas para cumplir debidamente con su misión.

Según lo demuestra la experiencia, los resultados obtenidos con las juntas de contracción en canales y depósitos de agua no son del todo satisfactorios. En un número bastante considerable de casos, ha sido necesaria la realización de reparaciones molestas y costosas para subsanar las deficiencias observadas.

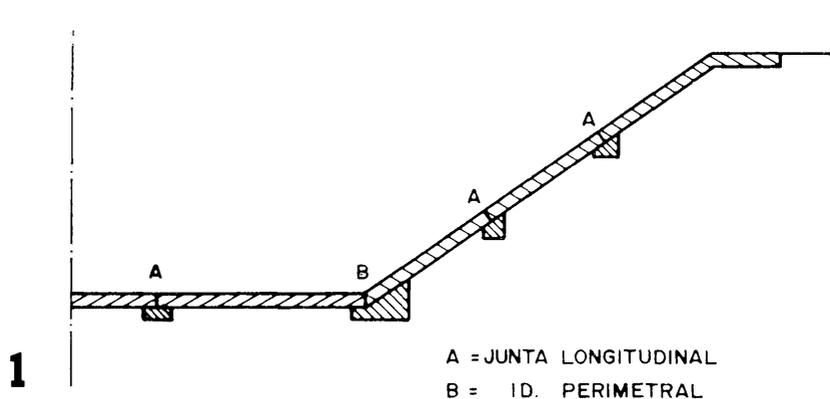
Con el fin de mejorar esta situación, se exponen los distintos factores que intervienen en el comportamiento de una junta de contracción, y a los que hay que tener en cuenta al proyectar el tipo de la misma y sus dimensiones para asegurar su eficacia.

## 1. DEFINICION

Las juntas de contracción son espacios vacíos practicados en la estructura de hormigón para romper su carácter monolítico y, de este modo, permitir y facilitar su libre movimiento, debido a las variaciones de la masa de hormigón, con el fin de evitar la formación de grietas. Al mismo tiempo, la junta de contracción debe impedir el paso del agua a través de la misma, o sea, ser impermeable.

De hecho, la junta de contracción es una grieta proyectada de forma adecuada, en un sitio previamente elegido, con el fin de evitar, precisamente, que se formen grietas caprichosas e incontrolables.

Los cambios volumétricos de la masa de hormigón se producen por dos causas distintas: los efectos del fraguado y los cambios de la temperatura ambiente. Los efectos de fraguado tienen solamente un carácter temporal, ya



que no se repiten al terminar, prácticamente, el proceso de fraguado. Los cambios de la temperatura ambiente tienen, por el contrario, un carácter permanente.

Entre los distintos efectos del fraguado hay que tener en cuenta solamente la retracción, ya que, por ejemplo, el calor motivado por la hidratación del cemento, de mucha importancia cuando se trata de grandes masas de hormigón, no influye notablemente en los revestimientos de canales y depósitos de agua, como consecuencia de su espesor relativamente reducido. La retracción de fraguado es un valor fijo, pues depende exclusivamente de las características del hormigón fresco y del modo de su colocación, pudiendo fijarlo en unos 0,25 mm/m, de acuerdo con la «Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa y Armado» del Ministerio de Obras Públicas.

Esto significa que, por ejemplo, para un tramo de 6 m de largo, la retracción total representa  $0,25 \times 6 = 1,5$  mm.

Por el contrario, el valor de la contracción y de la dilatación, debidos a los cambios de la temperatura ambiente, es una variable que depende, aparte del coeficiente de dilatación del hormigón, de las diferencias de temperatura a que puede estar expuesta la obra.

Contamos, normalmente, con una diferencia máxima de temperatura de 40° C, lo que significa para la contracción un margen comprendido, por ejemplo, entre + 30° C como temperatura de colocación del hormigón, y - 10° C como temperatura extrema de servicio.

Referente al valor de la dilatación, este margen está comprendido, por ejemplo, entre + 5° C como temperatura mínima admisible de colocación, y + 45° C como temperatura extrema de servicio. Caso de considerarse aconsejable aumentar o disminuir la citada diferencia de temperatura, ésta se fija de acuerdo con las circunstancias reales de la obra.

Con un coeficiente de dilatación del hormigón de 1/100.000 y una diferencia de temperatura de 40° C, la contracción de un tramo de 6 m de largo representa un valor de

$$\frac{6.000 \times 40}{100.000} = 2,4 \text{ mm.}$$

## 2. CONSIDERACIONES GENERALES

### 2.1. Denominación y clasificación de las juntas

Aparte de la denominación «juntas de contracción», se emplea también la de «juntas de dilatación». Pero, tomando en consideración que precisamente es la contracción del hormigón la que representa la principal causa para que se produzcan filtraciones, al ensancharse las juntas, se está generalizando el empleo de la denominación «juntas de contracción» para las obras hidráulicas.

De acuerdo con su situación en relación con el eje de la obra, distinguimos entre juntas de contracción transversales y longitudinales.

Se debe dedicar una especial atención a la unión entre la solera y las paredes laterales, donde, de hecho, se forma siempre una junta perimetral (fig. 1).

### 2.2. Anchura de la junta

La característica más destacada y de mayor importancia de una junta de contracción reside en que su anchura se halla sujeta a un cambio constante, se estrecha o se ensancha continuamente de acuerdo con la temperatura ambiente. En el apartado 11 se trata detalladamente del papel decisivo de la anchura en relación con la eficacia de la junta de contracción.

### 2.3. Impermeabilización de la junta

Tratándose de la impermeabilización de un espacio vacío, hay que emplear un material impermeabilizante, bien en forma de un relleno (fig. 2), o bien mediante una banda, formando una especie de compuerta (fig. 3), y también, combinando ambos procedimientos.

2.3.1. Impermeabilizando la junta mediante un relleno, el material de sellado debe ser una masilla adherente y plástico-elástica con objeto de poder seguir, sin desprenderse ni agrietarse, a los movimientos de la junta. Además, debe también ser resistente al envejecimiento y no fluir.

Se observa con cierta frecuencia que para la impermeabilización de una junta se prevé el empleo de láminas asfálticas pegadas a sus paredes. Este procedimiento es el adecuado cuando se trata de impedir el paso del agua a través de la superficie recubierta (fig. 4).

Pero, en el caso de la junta de contracción, es preciso tener presente que el agua actúa en sentido paralelo a sus paredes. Al dilatarse la obra y estrecharse la junta, las láminas quedan comprimidas y actúan como impermeabilizante. Sin embargo, al contraerse la obra, la junta se ensancha, y al carecer las láminas, normalmente, de la plasticidad-elasticidad necesaria rellenan solamente una parte del espacio vacío, y, por tanto, permiten el paso del agua a través de la junta (fig. 5).

Las láminas impermeables son solamente eficaces para evitar la unión de dos tramos de la obra y para impedir la penetración de agua dentro del macizo del hormigón. Para el relleno impermeable de una junta de contracción, el material debe tener una consistencia pastosa.

2.3.2. Impermeabilizando la junta mediante una banda, utilizando una cinta impermeable, se debe evitar la posibilidad de que el agua bordee sus extremos y anule, de esta forma, su efecto impermeabilizante (fig. 6). La banda debe tener una anchura mínima adecuada, ser elástica y resistente al envejecimiento.

## 2.4. Proyecto de la junta

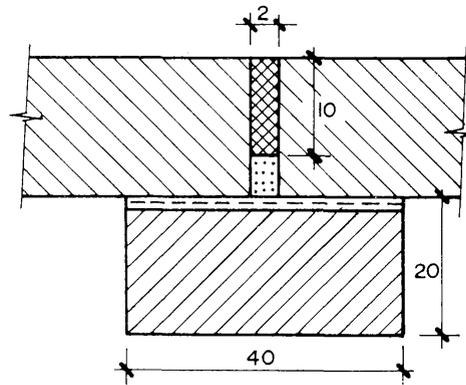
Un concepto de importancia primordial para el proyecto de una junta de contracción sellada mediante relleno, es la condición de disponer, para el material de sellado, de un adecuado apoyo para transmitir los esfuerzos debidos a la acción de la presión de agua, y para evitar que el material de sellado, de consistencia viscosa, salga a través de la junta, dejándola vacía.

El volumen necesario de material para el sellado impermeable de una junta de contracción depende de las características del mismo. La utilización de un material sintético, por ejemplo del tipo de caucho de polisulfuro, permite reducir considerablemente la cantidad necesaria, comparando con una solución a base de masillas asfálticas.

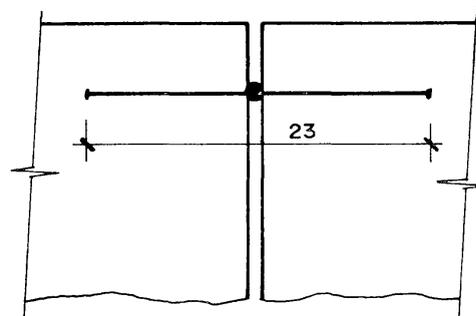
Volveremos detalladamente sobre el particular al tratar de los tipos de juntas en los apartados 7 y 8, y también en el 11.

## 2.5. Posibilidad de reparación

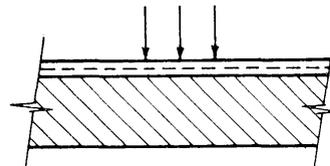
Al proyectar la junta de contracción se debe tener en cuenta la posibilidad de reparación para corregir algún fallo de su ejecución o de los materiales empleados.



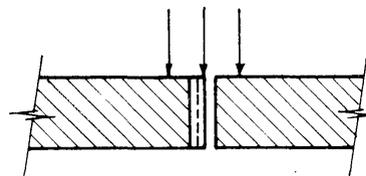
**2** Junta recta. Tipo núm. 2.



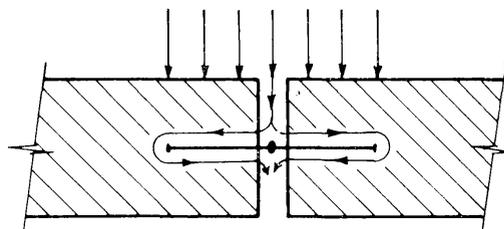
**3** Banda impermeable. Tipo núm. 8.



**4**



**5**



**6**

### **3. VALORACION DE LA IMPORTANCIA DE LAS JUNTAS DE CONTRACCION EN CANALES**

Se observa que, generalmente, se presta una gran atención al proyecto de la junta de contracción de una presa, lo cual es lógico porque se trata de una obra de gran envergadura y de máxima responsabilidad. Disponemos de numerosas publicaciones, sobre todo en el extranjero, que nos facilitan pormenores de las juntas ejecutadas.

En cambio, tratándose del proyecto de un canal, se considera la junta, normalmente, como un detalle de importancia secundaria y escasean mucho las publicaciones.

Hay que tener presente que las presas son relativamente poco numerosas, que son obras muy destacadas realizadas con mucho cuidado y que una vez terminadas se encuentran sometidas a una vigilancia constante y, consecuentemente, permiten intervenir inmediatamente en caso de observarse alguna anomalía.

Por el contrario, la red de canales se extiende en miles de kilómetros por todo el territorio nacional y son obras normalmente poco vistosas. Debido a su extensión y al difícil acceso, la vigilancia de su ejecución puede resultar en muchos casos no del todo satisfactoria. Además, una vez terminada y entregada la obra, no es siempre posible vigilar si el tipo de junta adoptado ha resultado realmente eficaz en el transcurso de los años.

Se conocen bastantes casos donde ha sido necesario realizar reparaciones de los revestimientos de canales, costosas y molestas, sea porque el agua tenía un valor elevado, o porque se produjeron averías a causa de las filtraciones.

Se recomienda el máximo cuidado para el proyecto y la ejecución de las juntas de contracción en canales que atraviesan terrenos yesosos, o los propicios al reblandecimiento, como por ejemplo ciertas margas. Filtraciones al principio insignificantes producen un reblandecimiento de la cimentación, lo que provoca un asiento y, como consecuencia de esto, se ensanchan las grietas y se aumenta la filtración a través de las juntas, repitiéndose el ciclo destructivo en mayor escala. Además, se debe contar con la acción agresiva de las aguas seleníticas sobre el hormigón.

Resumiendo lo expuesto, consideramos que, desde un punto de vista global, las juntas de

contracción en canales tienen por lo menos tanta importancia como las de presas y, por lo tanto, se les debe prestar la debida atención.

### **4. OBSERVACIONES SOBRE LAS JUNTAS DE CONTRACCION EJECUTADAS**

Al estudiar los detalles de las juntas de contracción ejecutadas, llama la atención la gran diferencia de soluciones adoptadas. Se observa algunas veces la falta de unidad de criterio sobre los conceptos básicos, citados anteriormente, que hay que respetar para que la junta pueda cumplir con su cometido dentro del margen de seguridad necesario.

Al comprobar el volumen de la masilla asfáltica para el relleno de las juntas nos encontramos con diferencias muy notables, oscilando las cantidades entre 0,5 y 2,0 litros por metro lineal de junta, indistintamente en canales pequeños y en los de gran caudal. Se debe tener presente que la cantidad adecuada de masilla es un factor esencial para la eficacia de la junta. En el apartado 11 nos ocuparemos detalladamente de este problema.

### **5. SEPARACION ENTRE LAS JUNTAS DE CONTRACCION**

Se ha intentado establecer, mediante cálculo, la distancia admisible entre las juntas de contracción, partiendo de la resistencia al deslizamiento que actúa entre el revestimiento de hormigón y el terreno sobre el cual se asienta (5). Pero ante la falta de precisión de los datos necesarios y la diversidad de las condiciones reales de las distintas obras, parece aconsejable seguir guiándose por los resultados empíricos.

Reconociendo canales antiguos sin juntas de contracción, o los que presentan una separación entre las juntas excesivamente grande, se observa la aparición de grietas cada 6 m aproximadamente, lo cual nos lleva a recomendar se adopte esta medida como separación entre las juntas de contracción en circunstancias normales y para un espesor del revestimiento de unos 15 cm. Para espesores mayores parece admisible una separación más grande.

Basándose en su experiencia, José Liria recomienda una separación entre las juntas no superior a 4 ó 5 m para revestimientos de un espesor mínimo de 15 cm (5).

Por otro lado, tenemos conocimiento de unos canales, destinados al abastecimiento de centrales hidroeléctricas, que tienen una separación de 8 m entre las juntas, siendo el espesor de la solera 30 cm y el del cajero 60 cm. Pero se debe tener presente que esta clase de canales no están nunca vacíos prácticamente, siendo mínima la variación de su cota.

En terrenos yesosos y en los propicios al reblandecimiento al estar en contacto con humedad, la separación entre las juntas no debería ser mayor de unos 4 m para aumentar el coeficiente de seguridad de la impermeabilización, de acuerdo con lo expuesto en el apartado 3.

## 6. TIPOS DE JUNTAS DE CONTRACCION

El tipo de la junta de contracción depende, naturalmente, del procedimiento previsto para el sellado impermeable de su espacio vacío.

De acuerdo con lo tratado en el apartado 2.3, disponemos, para la impermeabilización de la junta, de dos procedimientos fundamentalmente distintos: El primero consiste en el relleno de su espacio vacío mediante un material impermeable, y el segundo, en la utilización de una banda impermeable, empotrada dentro del hormigón del revestimiento, a ambos lados de la junta, estableciendo una especie de compuerta.

Como material de relleno se emplea, normalmente, una masilla asfáltica de aplicación en frío. Menos frecuente resulta la utilización de masillas a base de productos sintéticos tipo caucho de polisulfuro (thiokol), de pastas asfálticas de aplicación en caliente o de arcillas.

A continuación vamos a exponer, ordenándolo sistemáticamente de acuerdo con el procedimiento adoptado para su sellado, los ocho tipos más característicos de juntas de contracción: los cinco primeros, del número 1 al número 5, emplea una masilla asfáltica de aplicación en frío; el número 6, una masilla del tipo de caucho de polisulfuro; el número 7, una pasta asfáltica de aplicación en caliente o de arcilla, indistintamente, y el número 8, una banda impermeable.

Dentro del marco limitado de este trabajo no nos es posible ocuparnos de las juntas perimetrales, ni de las características de los materiales de sellado, por lo que hacemos referencia a la publicación del autor (7).

## 7. SELLADO DE LA JUNTA DE CONTRACCION MEDIANTE RELLENO CON UNA MASILLA ASFALTICA DE APLICACION EN FRIJO

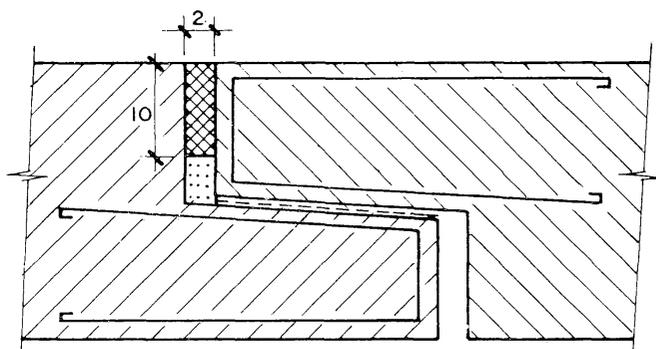
### 7.1. Tipo número 1. Junta en forma quebrada con el soporte-base incorporado (figura 7)

Representa un tipo de junta muy seguro, ya que, para que se produzca una filtración, el agua precisa recorrer un camino quebrado, fácilmente taponable debido al carácter pastoso de la masilla de sellado, actuando la presión del agua en sentido favorable para acentuar este taponamiento.

La forma quebrada de la junta proporciona el soporte necesario para el material de sellado, su ejecución es sencilla y puede aplicarse a partir de un espesor mínimo del revestimiento de unos 20 cm. Representa un inconveniente la necesidad de la ejecución del revestimiento en tramos alternos, pues es preciso que esté fraguado un paño antes de seguir hormigonando el contiguo y, por otro lado, resulta favorable a los efectos de la retracción de fraguado.

También se debe considerar la posibilidad de una rotura del revestimiento en el sitio donde su espesor queda reducido al formar el escalón, por lo que es recomendable reforzarlo con una ligera armadura.

7.1.1. Hay que distinguir entre la parte abierta de la junta, que establece el espacio vacío, en forma recta, y la parte de apoyo, que se ejecuta en forma ligeramente inclinada para facilitar el deslizamiento entre los dos paños contiguos del revestimiento.



**7** Junta en forma quebrada. Tipo núm. 1.

Con el fin de conseguir un ahorro en la cantidad de masilla, y tratándose de juntas de una profundidad superior a unos 10 cm, se puede aplicar un relleno parcial de las mismas mediante el empleo, para el encofrado, de un material del tipo de poliestireno expandido, fácilmente trabajable, que se vaciará hasta la profundidad correspondiente al volumen previsto de la masilla (fig. 5).

Del comportamiento de la masilla asfáltica en relación con su volumen y la anchura de la junta, nos ocuparemos detalladamente en el apartado 11.

La junta en forma quebrada se emplea indistintamente en solera y cajeros, con tal de disponer del espesor suficiente, o sea, a partir de unos 20 cm. Habiendo demostrado su gran seguridad, no nos parece necesario completar el quebrado en forma de escalón, hasta darle forma de un diente, solución ésta más complicada y más vulnerable (fig. 8).

### 7.2. Tipo número 2. Junta en forma recta con el soporte-base independiente (figura 2)

Las maestras, que se ejecutan previamente antes de proceder al hormigonado del revestimiento, colocadas de acuerdo con la separación prevista para las juntas de contracción, se aprovechan para formar un soporte-base muy eficaz para las mismas. Tratándose de acueductos, son los pilares los que proporcionan el necesario soporte-base para las juntas. De hecho, las juntas con el soporte-base independiente actúan como las de forma quebrada, pero sin tener sus inconvenientes. No es preciso ejecutar el revestimiento en tramos alternos, ni existe el debilitamiento del mismo en forma de escalón.

### 7.3. Tipo número 3. Junta en forma de cajetín (fig. 9)

Prescindiendo del empleo de maestras, la junta de contracción se ensancha simétricamente en la parte superior del revestimiento, en forma de cajetín. El fondo del mismo proporciona el necesario soporte-base para la masilla de sellado, pero carece de continuidad porque queda cortado por la propia junta. Resulta preciso disponer de un dispositivo en forma de tapajuntas para evitar la salida de la masilla asfáltica. Efectivamente, los fallos ocurridos por la carencia de este elemento

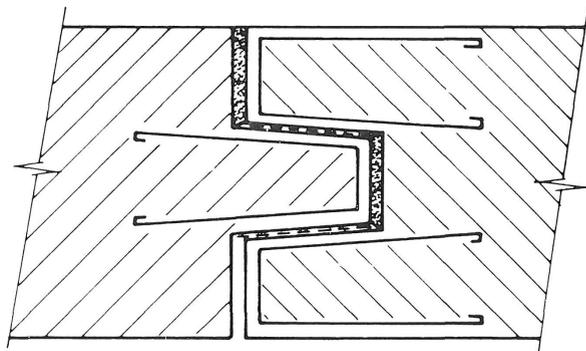
se corrigieron eficazmente, bien recubriendo el fondo del cajetín con una plaquita metálica o con una cinta de material sintético, por ejemplo tipo neopreno, o también taponando la junta con un cordón de amianto.

Normalmente, el cajetín consta de dos secciones. Solamente la sección inferior se rellena con masilla asfáltica, mientras que la superior lo hace a base de mortero de portland. Este mortero tiene la finalidad de impedir el desprendimiento de la masilla, con el consiguiente vaciado parcial del cajetín, sobre todo en tiempo caluroso, además de proteger la masilla contra el envejecimiento.

Se recomienda que el espesor de la masilla no sea inferior a unos 5 cm, y su anchura, en el fondo del cajetín, no inferior a unos 3 cm.

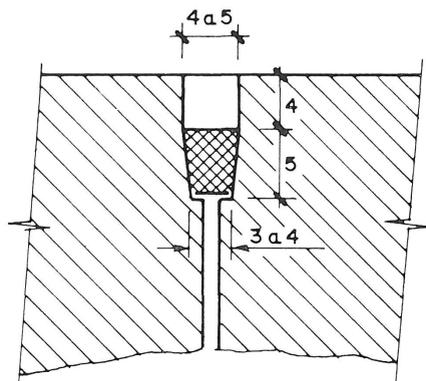
7.3.1. La junta en forma de cajetín presenta ciertas dificultades para el encofrado y para su relleno, por lo que hay que exigir una ejecución muy cuidadosa.

Antes de proceder al relleno con la masilla asfáltica, las paredes de la sección del caje-



Junta en forma de diente.

8



Junta en forma de cajetín. Tipo núm. 3.

9

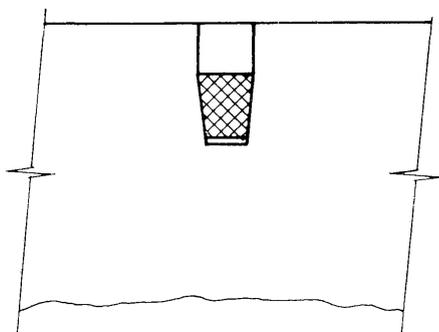
tín destinado para recibirla se pintan con una pintura asfáltica de imprimación, dejándola secar. El fondo del cajetín se recubre con un tapajuntas, por ejemplo una cinta de producto sintético tipo neopreno fijada con un adhesivo.

#### 7.4. Tipo número 4. Junta ciega en forma de cajetín (fig. 10)

Ante la creciente tendencia a la mecanización de obras en busca de su máxima simplificación y economía, se emplean juntas de contracción en forma de cajetín o similar, pero sin establecer una separación entre los dos tramos del revestimiento, conformándose con una junta ciega. Se parte del concepto, que parece lógico, de que, ante la tendencia a agrietarse el revestimiento, las grietas se producirán precisamente en los sitios cuyo espesor haya sido debilitado previamente.

Para el proyecto de una junta ciega se deben tener presentes las siguientes consideraciones:

Para tener una cierta seguridad de que las grietas se produzcan en los sitios de espesor rebajado, la profundidad del cajetín debe ser, por lo menos, de  $1/3$  del espesor total. Se debe impedir la posible salida de la masilla asfáltica a través de la grieta producida, de acuerdo con lo expuesto anteriormente al tratar de la junta-tipo número 3. Hay que contar con la posibilidad de que la grieta no se abra en el centro mismo del cajetín, sino fuera de éste, y hasta en el mismo borde, anulando, de esta forma, el efecto ventajoso del solape de la masilla y también del tapajuntas. Al carecer



**10** Junta ciega. Tipo núm. 4.

el revestimiento de tramos independientes con una separación adecuada, al producirse su dilatación, su movimiento de expansión quedará dificultado, lo que podría provocar un pandeo peligroso.

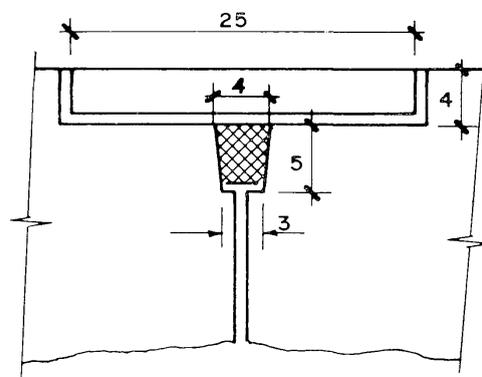
Por todo lo expuesto, parece indicado la realización de una investigación sobre los resultados prácticos de las juntas ciegas.

#### 7.5. Tipo número 5. Junta en forma de cajetín recubierta con loseta (fig. 11)

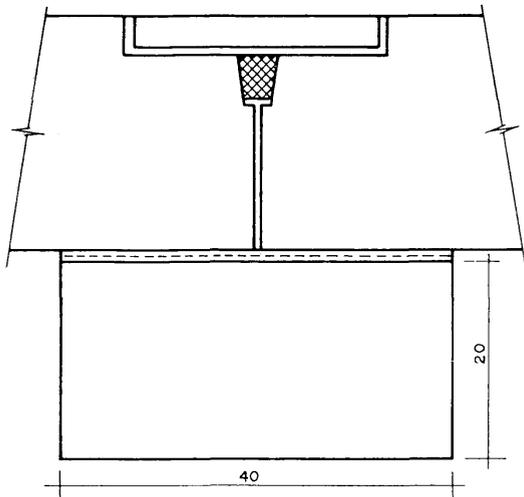
En vez de recubrir la masilla de sellado de la junta por medio de una barra de mortero de la misma anchura que el cajetín, se recubre la junta con unas losetas fijadas con mortero, por lo que es necesario rebajar el espesor del revestimiento en forma correspondiente.

La junta-tipo número 5 se emplea también en combinación con maestras (fig. 12), añadiendo así las ventajas de la junta-tipo número 2 (figura 2), sobre todo en las obras donde es preciso utilizar una junta de contracción de gran seguridad, debido a las características del terreno o a otras circunstancias.

Con el fin de evitar, en lo posible, un agrietamiento de las losetas y facilitar su deslizamiento de acuerdo con los movimientos de las juntas, cuando se trata de juntas en solera, donde no hay que tener en cuenta un desprendimiento de las losetas, tenemos la posibilidad de utilizar, para su fijación y su rejuntado, en vez de mortero, la misma masilla de sellado.



**11** Junta recubierta con losetas. Tipo núm. 5.



**12** Junta recubierta con losetas.

**8. SELLADO DE LAS JUNTAS DE CONTRACCION MEDIANTE RELLENO CON UN PRODUCTO SINTETICO A BASE DE CAUCHO DE POLISULFURO «THIOKOL»**

**Tipo número 6. Junta en forma de cajetín (fig. 13)**

Aparte de las masillas asfálticas, últimamente empiezan a utilizarse también masillas a base de caucho de polisulfuro «Thiokol» para el sellado de las juntas de contracción, a pesar de resultar su precio muchísimo más elevado. Son muy superiores a las primeras en lo que se refiere a la resistencia mecánica y elasticidad, no están sujetas ni al envejecimiento, ni al desprendimiento, por lo que no requieren una protección con cubre-juntas.

Debido a las citadas características del caucho de polisulfuro, se necesita solamente un cajetín de un volumen muy reducido, normalmente en forma de rectángulo, de unos 3 cm de anchura y unos 2 cm de profundidad.

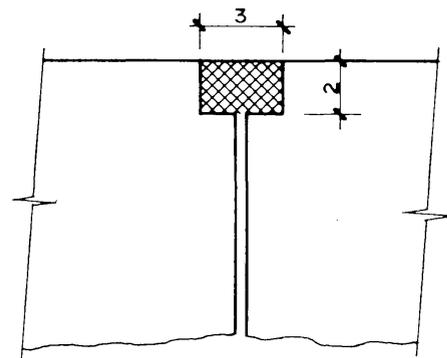
Por otro lado, la adherencia del caucho de polisulfuro sobre las superficies de hormigón permanentemente humedecidas, presenta serios problemas. Para subsanar esta deficiencia, se utilizan en obras hidráulicas masillas no solamente a base de caucho de polisulfuro, sino mezclado con ciertas resinas, a fin de mejorar su adherencia. La adición de materias extrañas al caucho de polisulfuro presenta el inconveniente de disminuir su elasticidad, pero, a pesar de esta disminución, se considera que la elasticidad resultante posee aún un amplio margen de seguridad.

8.1. Los fabricantes de las masillas a base de thiokol insisten en recomendar que éstas no queden adheridas al fondo del cajetín, sino solamente a las paredes del mismo, para que la masilla trabaje en óptimas condiciones.

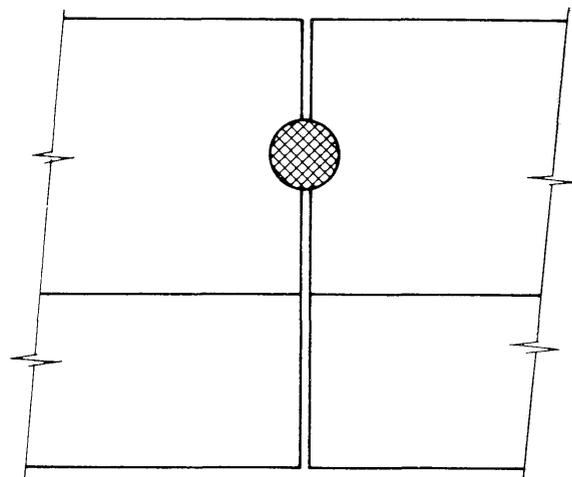
**9. SELLADO DE LA JUNTA DE CONTRACCION MEDIANTE RELLENO CON PASTA ASFALTICA DE APLICACION EN CALIENTE O CON ARCILLA**

**Tipo número 7. Junta en forma de pozo (fig. 14)**

Este tipo de junta de contracción se emplea al estar previsto para su sellado el relleno con una pasta asfáltica de aplicación en caliente o con arcilla. Mientras los tipos de juntas del número 1 al número 6, inclusive, son aplicables indistintamente para las soleas y las paredes laterales, la junta en forma de pozo se utiliza solamente en los cajeros.



**13** Junta en forma de cajetín. Tipo núm. 6.



**14** Junta en forma de pozo. Tipo núm. 7.

El relleno correcto de un pozo de diámetro reducido y de cierta profundidad, con un material asfáltico en caliente, resulta bastante dificultoso, ya que, al enfriarse el asfalto, tiende a formar dentro del pozo una especie de puente que obstaculiza, y hasta impide, la bajada del resto del material.

Antes de proceder a su relleno, el pozo debe estar limpio y libre de polvo y materiales extraños, y se debe tener presente que su limpieza ofrece bastantes dificultades.

La circunferencia del pozo carece de continuidad, ya que está cortada en dos puntos por la misma junta. Al no ser factible la colocación de tapajuntas, existe la posibilidad de la salida del material de sellado a través de la junta, por lo que es aconsejable una inspección periódica de las juntas en forma de pozo para comprobar su relleno y completarlo si fuera preciso.

#### **10. SELLADO DE LA JUNTA DE CONTRACCIÓN MEDIANTE UNA BANDA IMPERMEABLE**

##### **Tipo número 8. Junta en forma recta (fig. 3)**

En vez de sellar el espacio vacío de una junta de contracción mediante relleno, de acuerdo con lo expuesto anteriormente, tenemos también la posibilidad de realizarlo cerrando la junta con una banda impermeable, empotrada en ambos lados, formando una especie de compuerta.

Descartando el empleo de bandas de cobre, debido a su coste prohibitivo, se utilizan bandas especiales de material sintético, muy elástico, y de gran resistencia mecánica y al envejecimiento. Lo esencial para la eficiencia de este tipo de junta es evitar la posibilidad de filtraciones por los extremos de la banda (fig. 6), por lo cual ésta debe tener la anchura suficiente para estar empotrada unos 10 cm dentro del hormigón, a ambos lados de la junta. Además, para asegurar su adherencia, y en previsión de posibles poros en el hormigón en la zona de contacto con la banda, la superficie de ésta no debe ser lisa, sino provista de estrías y dientes.

10.1. La junta-tipo número 8 no se puede emplear con espesores pequeños de revestimiento, requiriendo un espesor mínimo de unos

20 cm para disponer de un recubrimiento adecuado de la banda. Esta se coloca en dos etapas: primero, la parte correspondiente a un tramo del revestimiento, y la parte restante, al hormigonar el tramo contiguo. En el intervalo, queda expuesta la banda a un posible deterioro o a una perforación por los clavos del encofrado, cuya ejecución, por cierto, presenta algunas dificultades.

Se debe exigir que la banda se coloque con sumo cuidado, pues la eficacia de la junta depende, exclusivamente, de la perfección de un solo elemento impermeable, resultando sumamente dificultoso corregir posteriormente cualquier desperfecto.

En los apartados 7 al 10 hemos reseñado solamente las características esenciales de los distintos tipos de las juntas de contracción. La natural limitación del espacio disponible nos impide ocuparnos también de la forma de ejecutar los trabajos de sellado y de los procedimientos a emplear para la realización de reparaciones con el fin de corregir las deficiencias que puedan presentarse, por lo que hacemos de nuevo referencia a la publicación del autor (7).

#### **11. EFICACIA Y COMPORTAMIENTO DE LA MASILLA ASFÁLTICA EN RELACION CON LAS DIMENSIONES DE LA JUNTA DE CONTRACCIÓN**

La eficacia de la masilla asfáltica para el sellado impermeable de las juntas de contracción está estrechamente ligada con las dimensiones de la misma. La acción impermeabilizante de la masilla, su resistencia mecánica, su resistencia contra el envejecimiento y el desprendimiento, la rebosadura de la masilla sobrante al estrecharse la junta, dependen todos del volumen de la masilla empleada y de la anchura de la junta.

Vamos a tratar, a continuación, de los distintos conceptos citados.

##### **11.1. Resistencia mecánica y efecto impermeabilizante de la masilla asfáltica**

La masilla asfáltica, que sirve como material de sellado del espacio vacío de las juntas de contracción, está sujeta a los esfuerzos originados por el movimiento continuo de la junta, debido a los cambios de la temperatura ambiente. La masilla debe seguir estos movi-

mientos sin perder la solución de continuidad y sin desprenderse de las paredes de la junta, estando sometida, al mismo tiempo, a los efectos de la presión de agua.

Con una separación entre las juntas de 6 m y contando con una diferencia máxima de temperatura ambiente de 40° C, la junta se ensancha o se estrecha en 0,24 cm, según lo tratado en el apartado 1. Para una anchura inicial de la junta de 2 cm, esta diferencia representa un 12 %, esfuerzo éste que la masilla puede resistir con la seguridad necesaria.

Para una anchura de 4 cm de la junta-tipo número 3 (fig. 9), la citada diferencia representa solamente un 6 %.

En cambio, para una anchura inicial de 1 cm, la diferencia relativa aumenta al 24 %, lo que también es factible tratándose de una masilla de características exigibles y en buen estado de conservación. Pero es preciso tener en cuenta el deterioro de las cualidades de los productos asfálticos por estar sujetos a los efectos del envejecimiento, por muy resistentes que sean, contando, como es natural, con muchos años de servicio. En el apartado siguiente nos ocuparemos detalladamente del fenómeno del envejecimiento.

Al ensancharse la junta y estirarse la masilla, ésta debe conservar el espesor suficiente para resistir el empuje del agua, teniendo en cuenta su envejecimiento. Una capa de masilla excesivamente delgada, por ejemplo de 1 cm de espesor, pierde su eficacia en muy poco tiempo. También es necesario disponer de un espesor adecuado para evitar una posible filtración a lo largo de las paredes de la junta (ver, por ejemplo, junta-tipo número 3, en forma de cajetín) (fig. 9)

## 11.2. Coeficiente de resistencia contra el envejecimiento

Se sabe, y así lo hemos indicado anteriormente, que el fenómeno del envejecimiento ejerce una influencia decisiva sobre la eficacia de una masilla asfáltica.

El envejecimiento es debido a la acción de los agentes atmosféricos; y donde no existe esta acción, como por ejemplo en obras subterráneas, la impermeabilización realizada con materiales asfálticos se conserva en estado plenamente satisfactorio, a pesar de haber transcurrido varios decenios.

Algo parecido ocurre también, por ejemplo, en las juntas de contracción en forma quebrada, tipo número 1 (fig. 7), estrechas pero relativamente profundas, del orden de 15 cm, que no dan lugar a reclamaciones después de más de 10 años en servicio. Como ejemplo, citamos un depósito descubierto, de 50 × 25 metros y 5 m de altura, de la empresa Calzados Segarra, Vall de Uxó (Castellón), cuya descripción figura en una publicación del autor en la «Revista de Obras Públicas», julio de 1965 (6). Este depósito fue construido en el año 1944 y sigue actualmente en servicio sin que se observe ninguna pérdida de agua.

El envejecimiento de la masilla asfáltica empieza en la zona de contacto con los agentes atmosféricos. Cuanto más extensa es esta zona, más intenso resulta el efecto del envejecimiento. Por otro lado, la superficie envejecida actúa como una pantalla de protección, atenuando la acción de los agentes atmosféricos, por lo que, debajo de la capa endurecida, la masilla continúa en buen estado de conservación. Este estado de cosas depende, naturalmente, del espesor de la masilla y del tiempo de exposición al envejecimiento.

Por consiguiente, y partiendo de la misma calidad del producto, los dos factores que determinan la resistencia de la masilla al envejecimiento son: su superficie de contacto  $S_c$  y su volumen  $V$ . La relación entre estos dos factores, volumen/superficie, o sea,  $V/S_c$ , representa el valor  $R_e$  del coeficiente de resistencia al envejecimiento de la masilla de sellado, de una junta de contracción determinada:

$$R_e = V/S_c .$$

Al mayor valor de  $R_e$  corresponde una mayor resistencia contra el envejecimiento, y viceversa.

Vamos a comparar a continuación el valor de  $R_e$  de algunos tipos de juntas de contracción, indicados en el apartado 7:

**Junta-tipo número 1** (fig. 7), anchura 2 cm y espesor de la masilla, 15 cm:

$$V = 30 \quad ; \quad S_c = 2 \quad ; \quad R_e = 30/2 = 15$$

**Junta-tipo número 3** (fig. 9), sin la capa de mortero de protección; anchuras, 4 y 3 cm, respectivamente, y espesor de la masilla, 5 centímetros:

$$V = \frac{4 + 3}{2} \times 5 = 17,5 \quad ;$$

$$S_c = 4 \quad ; \quad R_e = 17,5/4 = 4,4 .$$

Es evidente que la junta-tipo número 1 ofrece una resistencia al envejecimiento muy superior a la de la junta-tipo número 3; por esta razón se precisa para esta última una capa de protección de acuerdo con la figura 9. El valor elevado de  $R_e$  de la junta-tipo número 1, en forma quebrada, explica en gran parte sus excelentes resultados, según lo indicado anteriormente.

Para una junta de sección rectangular, y partiendo siempre de la misma calidad de la masilla de sellado, el valor de  $R_e$ , o sea, el coeficiente de resistencia al envejecimiento, es proporcional al espesor de la masilla.

### 11.3. Coeficiente de resistencia al desprendimiento

Para que la junta cumpla con su cometido es indispensable que la masilla de sellado, de consistencia pastosa, se mantenga en su sitio, que no se produzca un vaciado parcial de la junta debido al escurrimiento o desprendimiento de la masilla.

Esta se mantiene en su sitio debido a su adherencia al perímetro de la junta, además de su propia resistencia al escurrimiento.

A una mayor superficie adherida de la masilla, corresponde una mayor resistencia a su desprendimiento, actuando como contrapartida el peso propio de la misma. Contando con masillas con características análogas, y para una temperatura ambiente determinada, la relación entre la superficie adherida  $S_a$  y el peso de la masilla, resulta decisiva para la apreciación de la resistencia al desprendimiento. Para mayor comodidad de cálculo, expresamos el peso de la masilla por su volumen,  $V$ , y obtenemos la siguiente definición del valor  $R_d$  del coeficiente de resistencia al desprendimiento:

$$R_d = S_a/V .$$

Al mayor valor de  $R_d$  corresponde una mayor resistencia al desprendimiento, y viceversa.

Vamos a comparar a continuación el valor de  $R_d$  de los mismos tipos de juntas, cuyos valores de  $R_e$  hemos calculado anteriormente:

#### Junta-tipo número 1 (fig. 7):

$$V = 30 ; S_a = 15 + 15 + 2 = 32 ; \\ R_d = 32/30 = 1,07 .$$

#### Junta-tipo número 3 (fig. 9):

$$V = \frac{4 + 3}{2} \times 5 = 17,5 ;$$

$$S_a = 5 + 5 + 3 = 13 ;$$

$$R_d = 13/17,5 = 0,74 .$$

El valor de  $R_d$  de este tipo de junta es inferior en un 30 % al de la junta-tipo número 1. Efectivamente, según nos demuestra la experiencia, hay que contar con la posibilidad del desprendimiento de la masilla de sellado, sobre todo con la temperatura ambiente elevada, por lo que, normalmente, ésta se protege con una capa de mortero, de acuerdo con la figura 9.

### 11.4. Rebosadura de la masilla de sellado

Al producirse una variación en la anchura de la junta de contracción, de acuerdo con la temperatura ambiente, la masilla de sellado no varía de volumen, sino solamente de forma, por lo que, al estrecharse la junta, la masilla sobrante tiende a rebosar al exterior. Conviene aclarar la posible repercusión de esta rebosadura.

La cantidad de masilla afectada por la rebosadura está en función directa del valor de la contracción de la junta, siendo proporcional a éste para una junta de sección rectangular. La repercusión de la rebosadura depende de la reducción relativa de la anchura de la junta y, por consiguiente, de la cantidad relativa de la rebosadura, comparado con el volumen inicial de la masilla. Una junta ancha con un volumen pequeño de masilla se halla menos afectada por la rebosadura que una junta estrecha con un volumen grande.

Con una separación entre las juntas de 6 m y con una diferencia de temperatura ambiente de 40° C, la junta se contrae en 0,24 cm. Para una anchura media inicial de 3,5 cm de la junta-tipo número 3 (fig. 9) esta contracción representa un 7 %, lo que produce una reducción, en la misma proporción, del espacio disponible para la masilla. Siendo  $V = 17,5 \text{ cm}^3$  el volumen inicial de la masilla, la rebosadura afecta al 7 % de 17,5, o sea, a 1,2  $\text{cm}^3$ , cantidad ésta que refluye al exterior de la junta.

La anchura exterior inicial de 4 cm de esta junta queda reducida en 0,24 cm, es decir, pasa a 3,76 cm. Con esta anchura la masilla

expulsada forma una lámina delgada de solamente 0,32 cm de espesor ( $1,2/3,76 = 0,32$ ), permaneciendo adherida al resto del material, sin desprenderse, introduciéndose de nuevo dentro de la junta al ensancharse ésta.

La situación es distinta al tratarse de juntas estrechas, sobre todo con un volumen relativamente elevado de masilla de sellado. Con la misma contracción de 0,24 cm, la anchura de 2 cm de la junta-tipo número 1 (fig. 7) y el espacio disponible para la masilla se reduce en un 12 %. Siendo  $V = 30 \text{ cm}^3$  el volumen inicial de la masilla, el reflujo afecta a un 12 % de  $30 \text{ cm}^3$ , o sea, a  $3,6 \text{ cm}^3$ .

Al quedar reducida la anchura de la junta a 1,76 cm ( $2 - 0,24 = 1,76$ ), la masilla expulsada tiene el considerable espesor de 2,04 cm ( $3,6/1,76 = 2,04$ ), por lo que existe efectivamente la posibilidad de su desprendimiento, con la consiguiente pérdida de este material. Esta situación se agrava a medida que se estrecha la junta, conservando el mismo espesor del sellado.

Por el contrario, el efecto de la rebosadura resulta menos pronunciado al disminuir el volumen de la masilla de sellado o al aumentar la anchura de la junta.

Con el fin de evitar la salida de la masilla al exterior y la pérdida de la misma, tenemos la posibilidad de efectuar un sellado solamente parcial de la junta, dejando un espacio vacío, de acuerdo con el volumen de la masilla que pueda ser afectada por la rebosadura. Pero resulta que, precisamente, las juntas estrechas y profundas, las más afectadas por la rebosadura, presentan una gran dificultad para su relleno completo inicial. La masilla se adhiere a las paredes de la junta, formándose una especie de puente que dificulta la bajada del material. Por esta razón, el sellado de las juntas con masillas de aplicación en frío debe realizarse en varias etapas.

En el transcurso del tiempo, y debido a su consistencia pastosa y a la acción de la presión del agua, la masilla tiende a introducirse dentro de la junta, rellenando las irregularidades de su superficie y taponando los poros y huecos que puedan existir, motivo por el cual, a pesar de estar inicialmente rellena la junta, la rebosadura no representa, normalmente, ningún problema grave para una junta estrecha y profunda.

### 11.5. Anchura de la junta

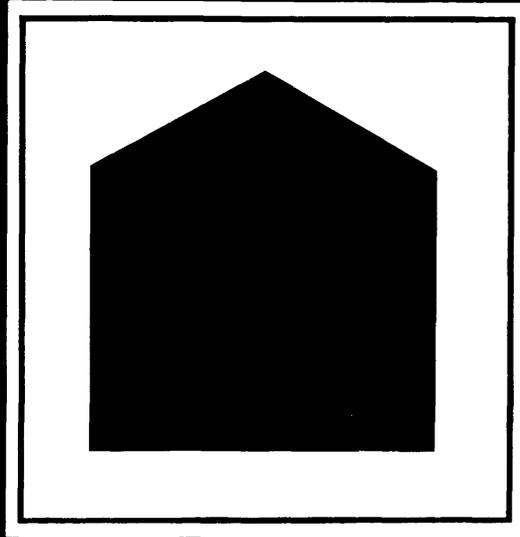
Hemos señalado ya en varias ocasiones el papel importante de la anchura de la junta de contracción, en relación con el comportamiento de la masilla de sellado. Se recomienda que la anchura de la junta no sea inferior a unos 2 cm, ya que una junta ancha facilita la colocación de la masilla, así como la ejecución de una reparación posterior.

### 11.6. Resumen

Resumiendo lo expuesto, queremos llamar la atención sobre el hecho de que son varios los factores que intervienen en el comportamiento de una junta de contracción, y a los que hay que tener en cuenta al proyectar el tipo de las mismas y sus dimensiones, con el fin de asegurar su eficacia. Recomendamos no dejarse influenciar demasiado por consideraciones de índole económica, sino buscar soluciones de calidad y garantía, pues la experiencia nos demuestra que, a lo largo de los años, éstas resultan también, normalmente, las más económicas.

### BIBLIOGRAFIA

1. José Luis GOMEZ NAVARRO y José Juan ARACIL: «Saltos de agua y presas de embalse», 3.ª ed., 1964.
2. A. KLEINLOGEL: «Bewegungsfugen». Editorial Wilhelm Ernst & Sohn, Berlín, 1958.
3. «Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado». Ministerio de Obras Públicas, 1973.
4. C. SAFRANEZ: «Juntas de dilatación en canales y presas». Publicación «HidroI», 1952.
5. J. LIRIA MONTAÑES: «Hacia un estudio racional de las juntas y del drenaje de un canal revestido». Ministerio de Obras Públicas, 1971.
6. C. SAFRANEZ: «Consideraciones sobre impermeabilización de depósitos». Revista de Obras Públicas, julio 1965.
7. C. SAFRANEZ: «Juntas de contracción en canales y depósitos de agua». Editorial Paraninfo, Madrid, 1977.



**FABRICACION, VENTA Y COLOCACION DE PRODUCTOS PARA EL SELLADO Y REPARACION DE JUNTAS Y GRIETAS EN CANALES, PRESAS, DEPOSITOS**

- **Masillas y pastas asfálticas:** HIDROL-PLASTICO N. (consistencia blanda).  
HIDROL-PLASTICO B. (consistencia blanda, no fluye).  
HIDROL-PLASTICO S S. (premoldeable, no fluye).
- **Masillas de polisulfuro:** HIDROMASTIC TH. (a base de THIOKOL®).
- **Masillas de poliuretano:** HIDROMASTIC P.
- **Masillas de silicona:** HIDROMASTIC SI.
- **Bandas de P.V.C. y Neopreno:** JUNTA-HIDROL (diversos anchos).
- **Emulsiones y pinturas de imprimación:** HIDROL FLUIDO.  
HIDROL SEMIPLASTICO.
- **Láminas asfálticas.**
- **Velo de vidrio.**

Para cualquier aclaración rogamos consulten a nuestro  
Departamento Técnico de Fabricación

**OFICINAS CENTRALES:**

**VALENCIA-13:** Avda. Alcalde Reig, 5, entlo. Teléf. 333 99 05\*

**MADRID-15:** Blasco de Garay, 41. Teléfs. 243 43 09 y 243 16 77

# **LOS PLÁSTICOS EN LA CONSTRUCCION**

**Anuario de la Industria Española de Plásticos**

PUBLICADO POR LA  
**REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS**  
JUAN DE LA CIERVA, 3 - MADRID - 6

La obra consta de dos partes: La primera está dedicada a la aplicación de los plásticos en la construcción y en la vivienda. La segunda recoge la parte comercial de la Industria Española de Plásticos.

Los diversos aspectos que hoy día presentan los plásticos en su empleo en un campo tan amplio, como es el de la construcción, se desarrollan tratando los distintos temas en los grupos de artículos siguientes: estructuras; fachadas y acabado de edificios; laminados y espumas estructurales; muebles y perfiles; tuberías; otros accesorios. Mención especial merecen las nuevas ideas sobre módulos celulares autoportantes. Se publican también unas directrices generales, que se refieren a suelos de PVC rígido y persianas. Noticias breves sobre estos temas complementan esta primera parte.

La segunda parte incluye directorios y apartados generales puestos al día, de cuantos en España están dedicados a cualquier aspecto de estas actividades. Asimismo, está ilustrado por un buen número de páginas de publicidad, agrupadas por materias, todo lo cual hace una perfecta guía indispensable, que informa en todo momento de quienes son proveedores, consumidores, fabricantes, representantes, etc., de determinados artículos, materiales plásticos, maquinaria, productos y aparatos auxiliares, etc.

## **CONTENIDO DE LA PRIMERA PARTE**

Módulos celulares autoportantes.—Materiales de plástico en la construcción.—Espumas, laminados y decoración.—Diseño de muebles con materiales plásticos.—Tuberías de plástico en edificios.—Perfiles, ventanas y otros accesorios.—Directrices sobre revestimientos plásticos de suelos, PVC rígido en exteriores y persianas enrollables de plásticos.—Evolución de los plásticos en la construcción en Francia.—«Plastiflash».

## **CONTENIDO DE LA SEGUNDA PARTE**

**Empresas por orden alfabético.—Empresas clasificadas por provincias.—Monómeros, materias primas y productos auxiliares para la industria de plásticos.—Resinas y compuestos poliméricos para moldeo.—Maquinaria y equipos.—Aparatos auxiliares.—Transformadores.—Procedimientos.—Artículos transformados.—Firmas extranjeras representadas en España.—Marcas comerciales de productos.—Quién es quién en la industria española de plásticos.**

**Precio del ejemplar: 1.000 pesetas**

## résumé

### Jointes de contraction pour les canaux et les châteaux d'eau

Carlos Safránez, Dr. ingénieur

Vu le peu d'information disponible sur les jointes de contraction pour les canaux et les châteaux d'eau, dont l'application est sans conteste très importante pour l'étanchéité de ce genre d'ouvrages, on a systématiquement exposé les données considérées comme étant essentielles pour envisager convenablement le projet des jointes.

On a indiqué les types de jointes les plus courants, classés conformément à leur nature et au procédé suivi pour leur scellement, et signalé leurs caractéristiques. L'importance primordiale de la conception et des dimensions des jointes par rapport à leur tenue a été traitée.

Le manque d'une unité de critère sur les exigences et les conditions minima que les jointes doivent réunir pour remplir convenablement leur mission est remarquable dans les projets des jointes exécutés.

Selon l'expérience, les résultats obtenus avec les jointes de contraction appliquées aux canaux et aux châteaux d'eau ne sont absolument pas satisfaisants. Dans un très bon nombre de cas, il a fallu procéder à des travaux de réparation coûteux et coûteux pour remédier aux défauts constatés.

Afin d'améliorer cette situation, on expose les différents facteurs intervenant dans la tenue d'un joint de contraction, dont il faut tenir compte lorsque celui-ci est conçu; type et dimensions, pour assurer son efficacité.

## summary

### Contraction joints in canals and water tanks

Carlos Safránez, Dr. in Engineering

In view of the lack of information available on the subject of contraction joints in canals and water tanks, and this being of great importance for water-tightness in this type of construction, the data considered as essential for planning joints has been presented in a systematic way.

The most common of joints, and their characteristics, are mentioned and listed in accordance with their design and the procedure used for sealing them. The great importance of joint design and dimensions in relation to their performance has been highlighted.

In the projects carried out, referring to this type of joint, we see there is a lack of common criteria regarding the minimum requisites and conditions which the joints must have in order to duly fulfill their mission.

Experience has proven that the results obtained with contraction joints in canals and water tanks have not been totally satisfactory. In a large number of cases, bothersome and costly repairs were necessary to overcome deficiencies observed.

In order to improve this situation, the different factors which influence the contraction joint's performance are discussed and they should be taken into account when planning the joints and their dimensions, in order to insure greatest efficiency.

## zusammenfassung

### Schrumpfungen in Wasserbehältern und Kanälen

Dr. Carlos Safránez, Ingenieur

Auf Grund der geringen, verfügbaren Informationen über die Schrumpfungen in Wasserbehältern und Kanälen, die für die Dichtigkeit dieser Bauten von zweifelloser Bedeutung sind, wurden systematisch die Daten zusammengefasst, die man für eine ordnungsgemäße Planung der Fugen für wesentlich hält.

Es werden die bekanntesten Fugentypen angegeben und nach ihrem Entwurf und Versiegelungsverfahren geordnet, wobei die verschiedenen Merkmale aufgezeigt werden. Man behandelt die ausserordentliche Bedeutung des Entwurfes und der Abmessungen der Fugen im Zusammenhang mit ihrem Verhalten.

Bei den ausgeführten Fugen fällt besonders der Mangel eines einheitlichen Kriteriums bezüglich der Forderungen und Mindestvoraussetzungen auf, welche die Fugen zu erfüllen haben, um ihren Aufgaben gerecht zu werden.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die mit Schrumpfungen in Kanälen und Wasserbehältern erhaltenen Ergebnisse nicht ganz zufriedenstellend sind. In einer bedeutenden Anzahl von Fällen waren lästige kostspielige Reparaturen erforderlich, um die beobachteten Mängel zu beheben.

Zur Verbesserung dieser Situation werden die verschiedenen Faktoren, die für das Verhalten einer Schrumpfungsfuge wichtig sind, beschrieben. Diese sind beim Entwurf der Type und der Abmessungen zu berücksichtigen, um die Wirksamkeit der Fugen zu sichern.

# publicación del i. e. t. c. c.

# PLACAS

**K. Stiglat y H. Wippe**

Drs. Ingenieros

Traducción de Juan Batanero

Dr. Ingeniero de Caminos

con la colaboración de

**Francisco Morán**

Ingeniero de Caminos

Este libro, cuidadosa y magníficamente editado, reúne, quizás, la más completa colección conocida de tablas para placas, por los numerosos casos de vinculación y de carga estudiados y por la abundancia de relaciones de dimensión y de datos ofrecidos, que cubren prácticamente todo el campo de las losas en edificación. Permite desarrollar, con comodidad, rapidez y una aproximación suficiente, los cálculos de dimensionamiento y comprobación, obviando las dificultades que como es sabido, presenta el desarrollo numérico de los métodos de cálculo de estos elementos, evitando enojosas operaciones.

Trata la obra sobre «Zonas de Placas», «Placas sobre apoyos puntuales», «Placas apoyadas en dos, tres y cuatro bordes» y «Placas apoyadas elásticamente», tipos que en la actualidad disponían de una documentación, incompleta o nula, para la determinación de esfuerzos. Los corrimientos de la placa, como valores previos para la determinación de los momentos, han sido obtenidos por medio del Cálculo de Diferencias, método que se ha comprobado como suficientemente satisfactorio, aún en su forma simple, aplicado con un cierto control.

Un volumen encuadernado en tela, de 30,5 × 23,5 cm, compuesto de 92 págs. Madrid, 1968.

Precios: España, 925 ptas.; extranjero, \$ 18.50.