

APOYOS Y SELLOS PARA JUNTAS DE PUENTES

ARTÍCULO 642 – 13

642.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de almohadillas elastoméricas de apoyo para vigas de puentes, de acuerdo con los detalles indicados en los planos del proyecto y/o autorizados por el Interventor. El suministro e instalación de apoyos de otro tipo deberán ser considerados en las especificaciones particulares.

El trabajo objeto de este Artículo también comprende el suministro e instalación de sistemas elastoméricos para sello de juntas en tableros de puentes, del tipo y dimensiones mostrados en los planos y/o autorizados por el Interventor.

642.2 MATERIALES

642.2.1 Apoyos de material elastomérico

Los apoyos de material elastomérico incluyen almohadillas simples y apoyos reforzados con acero o tela. Todos los materiales utilizados deberán ser nuevos.

Los apoyos deberán ser suministrados con las dimensiones, propiedades de material, grado de elastómero y tipo de laminado requerido por los planos. El método y la carga de diseño también deberán estar indicados en los planos y las pruebas se deberán realizar de conformidad con ellos. A falta de información más específica, los apoyos deberán ser grado 3, de elastómero de dureza Shore 60, y refuerzos de acero. Los requisitos para pruebas de carga a que estarán sometidos, corresponden al diseño del denominado Método A.

642.2.1.1 Elastómero

El elastómero bruto podrá ser neopreno virgen (policloropreno) o caucho natural (poliisopreno). Los compuestos de elastómero se clasifican como grado 0, 1, 2, 3, 4 ó 5, dependiendo de las bajas temperaturas. Los grados están definidos en las Tablas 642 - 1 y 642 - 2 por los

requerimientos de prueba. Un mayor grado de elastómero puede ser sustituido por uno inferior.

Los compuestos deberán cumplir los requisitos mínimos de las tablas recién mencionadas, salvo que el Interventor lo autorice de otra manera. Los requisitos de prueba pueden interpolarse para durezas intermedias. Si el material se especifica de acuerdo al módulo de corte, el módulo de corte medido deberá estar dentro del quince por ciento (15 %) del valor especificado. Además, se deberá suministrar un valor de dureza consistente, con el fin de determinar los límites para las pruebas de las Tablas 642 - 1 y 642 - 2. Si se especifica la dureza, el módulo de corte medido se debe encontrar dentro del rango de la Tabla 642 - 3. Cuando las muestras de prueba se toman del producto terminado, las propiedades físicas pueden variar en un diez por ciento (10 %) de las especificadas en las Tablas 642 - 1 y 642 - 2. Todas las pruebas de material se deben realizar a veintitrés más o menos dos grados centígrados ($23^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$) a menos que se establezca algo diferente. Las pruebas del módulo de corte se deberán llevar a cabo utilizando el aparato y el procedimiento descritos en el anexo A de la norma ASTM D 4014.

642.2.1.2 Laminados de acero

Los laminados de acero utilizados para refuerzo se deben hacer de acero dulce laminado que cumpla con las normas ASTM A 36, ASTM A 570 o equivalentes.

Los laminados deberán tener un espesor mínimo nominal de calibre 16. No se permiten agujeros en las platinas para fines de fabricación, a menos que se hayan tenido en cuenta en el diseño, como se muestre en los planos.

642.2.1.3 Refuerzo de tela

El refuerzo de tela debe ser tejido 100 % fibra de vidrio de estopa tipo "E" con fibras continuas. El número mínimo de hilos en cada dirección será de diez (10) hiladas por centímetro. La tela deberá ser un tejido pata de gallo o un tejido raso de dureza 8. Cada capa de tela deberá tener una

resistencia de rotura mínima de 140 kN/m en cada dirección de hilada. No se permiten agujeros en la tela.

Tabla 642 – 1. Pruebas de control de calidad del neopreno

PROPIEDADES FÍSICAS				
D 2240	Dureza (Shore A Durometer)	50±5	60±5	70±5
D 412	Resistencia a la tracción, min (psi)	2250	2250	2250
	Elongación, mín (%)	400	350	300
RESISTENCIA AL CALOR				
D 573	Cambio en la dureza del durómetro			
70 horas	Puntos máximos	15	15	15
a 158° F	Cambio en resist. a la tracción, máx (%)	-15	-15	-15
	Cambio en elongación última, máx (%)	-40	-40	-40
DEFORMACION POR COMPRESIÓN				
D 395	22 horas a 212° F, máx (%)			
Método B	100 pphm de ozono por volumen de aire	Sin grietas	Sin grietas	Sin grietas
OZONO	20% deformación 100° F ± 2° F			
D 1149	100 horas procedimiento de montaje D518, Procedimiento A			
FRAGILIDAD A BAJAS TEMPERATURAS				
D 746	Grados 0 al 2: No se requiere prueba			
Proced. B	Grado 3: fragilidad a -40° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
	Grado 4: fragilidad a -55° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
	Grado 5: fragilidad a -70° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
RIGIDEZ TERMICA INSTANTÁNEA				
D 1043	Grados 0 al 2: probada a -25° F	La rigidez a temperatura de prueba no debe exceder de 4 veces la rigidez medida a 73° F		
	Grado 3: probada a -40° F			
	Grado 4: probada a -50° F			
	Grado 5: probada a -65° F			
CRISTALIZACIÓN A BAJAS TEMPERATURAS				
Prueba de corte Quad según se describe en anexo A de la norma ASTM D 4014	Grados 0 al 2: probada a -25° F Grado 2: 7 días a 0° F Grado 3: 14 días a -15° F Grado 4: 21 días a -35° F Grado 5: 28 días a -35° F	La rigidez al tiempo y temperatura de prueba, no puede exceder 4 veces la rigidez medida a 73° F sin demora. La rigidez debe medirse con un equipo para prueba de corte en una unidad de refrigeración encerrada. Las muestras de prueba deben tomarse de un apoyo escogido al azar. Se debe utilizar un ciclo de deformación ±25 % y se debe aplicar un ciclo completo de deformación con un período de 100 segundos. Se descartan los primeros ¾ de ciclo y se debe determinar la rigidez de la pendiente de la curva fuerza deflexión para el siguiente ½ ciclo de carga.		

Tabla 642 – 2. Pruebas de control de calidad del caucho natural

PROPIEDADES FÍSICAS				
D 2240	Dureza (Shore A Durometer)	50±5	60±5	70±5
D 412	Resistencia a la tracción, mín (psi)	2250	2250	2250
	Elongación, mín (%)	400	350	300
RESISTENCIA AL CALOR				
D 573	Cambio en la dureza del durómetro			
70 horas	Puntos máximos	10	10	10
a 158° F	Cambio en resist. a la tracción, máx (%)	-25	-25	-25
	Cambio en elongación última, máx (%)	-20	-20	-20
DEFORMACION POR COMPRESIÓN				
D 395	22 horas a 158°F, máx (%)			
Método B	25 pphm de ozono por volumen de aire	Sin grietas	Sin grietas	Sin grietas
OZONO	20% deformación 100° F ± 2° F			
D 1149	48 horas procedimiento de montaje D518, Procedimiento A			
FRAGILIDAD A BAJAS TEMPERATURAS				
D 746	Grados 0 al 2: No se requiere prueba			
Proced. B	Grado 3: fragilidad a -40° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
	Grado 4: fragilidad a -55° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
	Grado 5: fragilidad a -70° F	Sin falla	Sin falla	Sin falla
RIGIDEZ TERMICA INSTANTÁNEA				
D 1043	Grados 0 al 2: probada a -25° F	La rigidez a temperatura de prueba no debe exceder de 4 veces la rigidez medida a 73° F		
	Grado 3: probada a -40° F			
	Grado 4: probada a -50° F			
	Grado 5: probada a -65° F			
CRISTALIZACIÓN A BAJAS TEMPERATURAS				
Prueba de corte Quad según se describe en anexo A de la norma ASTM D 4014	Grados 0 al 2: probada a -25° F	La rigidez al tiempo y temperatura de prueba, no puede exceder 4 veces la rigidez medida a 73° F sin demora. La rigidez debe medirse con un equipo para prueba de corte en una unidad de refrigeración encerrada. Las muestras de prueba deben tomarse de un apoyo escogido al azar. Se debe utilizar un ciclo de deformación ±25 % y se debe aplicar un ciclo completo de deformación con un período de 100 segundos. Se descartan los primeros ¼ de ciclo y se debe determinar la rigidez de la pendiente de la curva fuerza deflexión para el siguiente ½ ciclo de carga.		
	Grado 2: 7días a 0° F			
	Grado 3: 14 días a -15° F			
	Grado 4: 21 días a -35° F			

Tabla 642 – 3. Propiedades del elastómero para diferentes durezas

CARACTERÍSTICA	DUREZA SHORE		
	50	60	70
Módulo cortante a 23° C (kg/cm ²)	6.65 - 9.10	9.10 - 14	14 - 21
Deformación por flujo plástico en 25 años dividida por deformación instantánea (%)	25 %	35 %	45 %
k (Constante dependiente de la dureza del elastómero)	0.75	0.60	0.55

642.2.1.4 Adherencia

La unión vulcanizada entre la tela y el refuerzo deberá tener una resistencia mínima al desprendimiento de 5.2 kN/m.

Los apoyos laminados de acero deberán desarrollar una resistencia mínima al desprendimiento de 6.9 kN/m. Las pruebas de desprendimiento se deberán ejecutar de acuerdo con la norma ASTM D 429, Método B.

642.2.1.5 Marca y certificación

El fabricante deberá certificar que cada apoyo satisface los requisitos de los planos y las especificaciones, y suministrar una copia certificada de los resultados de la prueba del material. Cada apoyo reforzado deberá ser marcado con tinta indeleble o pintura adaptable. La marca deberá incluir la orientación, número de orden, número de lote, número de identificación del apoyo, lo mismo que el tipo y el grado del elastómero. La marca se deberá colocar en el lado que quede visible luego del montaje, a menos que se especifique algo diferente en los documentos contractuales.

642.2.2 Materiales para sello de juntas

642.2.2.1 Sellos de compresión

Los sellos serán preformados y manufacturados a partir de un compuesto elastomérico vulcanizado usando cloropreno

como único polímero base. El tamaño, la forma y las tolerancias en las dimensiones de los sellos se deberán indicar en los planos del proyecto o en las especificaciones particulares.

El material se deberá ajustar a los requisitos establecidos en la especificación AASHTO M 220.

Los sellos deberán ser continuos, sin juntas en todo el ancho de la calzada.

642.2.2.2 Marca de identificación

Los sellos deberán estar identificados con la marca de fábrica y la fecha de producción, a intervalos no mayores de un metro con veinte centímetros (1.20 m). En la superficie superior de los sellos, se colocará una marca cada treinta centímetros (0.30 m), suficientemente clara y durable para facilitar las medidas de longitud luego de la instalación.

642.2.2.3 Lubricante - adhesivo

El lubricante-adhesivo utilizado con los sellos elastoméricos preformados deberá ser un compuesto del mismo polímero base de los sellos, combinado con solventes volátiles adecuados. Deberá tener una consistencia apropiada a la temperatura de instalación de los sellos, ser compatible con éstos y con el concreto y relativamente inmune a la humedad normal del concreto. El lubricante-adhesivo deberá cumplir con la especificación ASTM D 4070.

642.3 EQUIPO

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarias para transportar los apoyos y sellos al sitio de las obras y para instalarlos de manera apropiada.

642.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

642.4.1 Apoyos

642.4.1.1 Planos de trabajo

Quando los planos no muestren detalles completos de los apoyos y sus anclajes, el Constructor deberá preparar y someter para aprobación, planos de trabajo que muestren todos los detalles de los apoyos y los materiales que se propone utilizar; dichos planos deberán contar con la aprobación del Interventor antes de empezar la fabricación de los apoyos. Tal aprobación no exonera al Constructor de cualquier responsabilidad contractual por la exitosa terminación del trabajo.

642.4.1.2 Fabricación

Los apoyos con laminados de acero se deben fundir en moldes como una sola unidad, unir y vulcanizar bajo calor y presión. El acabado de los moldes se debe hacer de acuerdo con la práctica estándar de los talleres. Los laminados internos de acero se deberán limpiar mediante chorros de arena y antes de la fusión deben estar completamente limpios de herrumbre, escamas de laminación, mugre y libres de rebabas y bordes agudos. Las platinas de carga externas (platinas de asiento) deberán estar protegidas contra la corrosión por parte del fabricante y unirse preferiblemente en caliente a los apoyos durante la vulcanización. Los apoyos diseñados para actuar como una sola unidad con un factor de forma dado, se deberán fabricar como una sola unidad.

Los apoyos de tela reforzados se pueden vulcanizar en grandes láminas y cortar al tamaño deseado. El corte se deberá realizar de forma que se evite el calentamiento de los materiales y se produzca un acabado liso sin separaciones entre el elastómero y la tela. El refuerzo de tela se hará en pliegues sencillos en la parte superior e inferior de los apoyos y en pliegues dobles en las capas interiores. La tela deberá estar libre de dobleces y rizos y estar paralela entre las superficies superior e inferior.

Las almohadillas simples se pueden moldear o troquelar y vulcanizar en grandes láminas y cortar al tamaño deseado. El corte no debe calentar los materiales y debe producir un acabado liso.

La tolerancia de laminado, acabado y apariencia deberá cumplir los requisitos de la más reciente edición del Manual de Caucho publicado por la Rubber Manufacturers Association, Inc., de acuerdo a las normas RMAF3 y T.063 para apoyos moldeados y RMAF2 para apoyos troquelados.

Los ensambles de los apoyos antes de su envío a la obra deberán haber sido preensamblados en el taller por el fabricante y verificados con respecto a la geometría y la terminación correcta.

A menos que se especifique otra cosa, con excepción del acero inoxidable, los componentes de los apoyos, incluyendo los pernos de anclaje, se deben galvanizar.

642.4.1.3 Empaque, manejo y almacenamiento

Con anterioridad al despacho de la fábrica, los apoyos se deben empaquetar en forma adecuada, para garantizar que estén protegidos contra daños de manejo, del medio ambiente y cualquier otro factor de riesgo durante el envío y el almacenamiento. Cada apoyo completo deberá tener sus componentes identificados claramente, estar atornillados firmemente, atados o asegurados para evitar cualquier movimiento relativo, y marcados en la parte superior respecto a la posición y orientación en cada estructura del proyecto, de conformidad con los planos.

Todos los apoyos y sus partes componentes se deben almacenar en el sitio de la obra y en un área protegida contra daños físicos y ambientales. Una vez instalados, los apoyos deberán estar limpios y libres de sustancias extrañas.

642.4.1.4 Instalación

Los apoyos se deberán colocar sobre superficies que estén planas con precisión al milímetro, salvo que los apoyos se

coloquen en pares opuestos, horizontales hasta dentro de 0.01 radianes. Cualquier falta de paralelismo entre la parte superior del apoyo y la parte inferior de la viga que exceda de 0.01 radianes deberá ser corregida mediante lechada de cemento o siguiendo las instrucciones del Interventor.

No se deberán soldar las placas exteriores de los apoyos a menos que entre la soldadura y el elastómero existan treinta y ocho milímetros (38 mm) de acero, como mínimo. El ningún caso el elastómero o la unión deberán estar sometidos a temperaturas mayores de doscientos cuatro grados Celsius (204° C).

642.4.2 Sellos para juntas

642.4.2.1 Planos de trabajo

El Constructor deberá presentar al Interventor planos de trabajo que ilustren el procedimiento de instalación y el ensamble de unión para tableros de puentes. Además, se deberán remitir, para aprobación del Interventor, planos de taller para juntas que tengan un movimiento total superior a cuatro centímetros (4 cm).

Los planos de trabajo deberán traer aprobación del Interventor con anterioridad a la ejecución de los trabajos, y tal aprobación no exonera al Constructor de cualquier responsabilidad contractual para la terminación satisfactoria de la obra.

642.4.2.2 Instalación

Todos los materiales y ensambles para juntas deberán ser protegidos contra posibles daños; los ensambles deberán estar soportados para mantener su forma y alineamiento. Los sellos para juntas se deberán construir e instalar para proporcionar suavidad al paso de vehículos. Después de la instalación, las juntas se deberán cubrir con un material protector hasta la limpieza final de la cubierta del puente.

Al tiempo de la instalación, la junta deberá estar completamente limpia y seca y libre de astillas de piedra e

irregularidades que puedan perjudicar un sello correcto de la junta. Las superficies metálicas o de concreto deberán estar limpias, libres de óxido, lechada, aceite, grasa, mugre, polvo u otros materiales nocivos.

Los sellos elastoméricos preformados de compresión para juntas se deberán instalar por métodos manuales adecuados o herramientas mecánicas sin causar daño al sello. El lubricante-adhesivo se deberá aplicar a ambas caras de la junta con anterioridad a la instalación y en concordancia con las instrucciones del fabricante. El sello elastomérico preformado se deberá comprimir al espesor especificado en los planos o aprobado por el Interventor para la abertura estimada y la temperatura ambiente al tiempo de la instalación. No se permitirán puntos abiertos o ajustes flojos entre el sello y la cubierta.

642.4.2.3 Ensamblados de sellos para juntas

Los ensambles de sellos para juntas de expansión se deberán construir para proporcionar absoluta libertad de movimiento a través de un rango consistente con aquel prescrito por el Interventor o como se muestra en los planos de diseño. La instalación se deberá hacer de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los ajustes finales del ensamble de sellos para juntas de cubierta al tiempo de la fundición en los anclajes de la unidad, dependen de la relación de la temperatura corriente de la superestructura a su temperatura media esperada, y deberán estar de acuerdo con las especificaciones del fabricante, o como se muestre en los planos.

Luego de la instalación, y con anterioridad a la aceptación final, los sellos para juntas se deben probar en presencia del Interventor para detectar filtraciones de agua a través de la junta. Cualquier goteo en el sello de la junta es causa de rechazo.

642.4.3 Manejo ambiental

Todas las labores de suministro e instalación de apoyos y sellos para juntas de puentes se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los

estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y de las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

642.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

642.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo de construcción.
- Comprobar que la calidad de los materiales satisface las exigencias de esta especificación.
- Verificar que los trabajos se realicen de acuerdo con el sistema aprobado, los planos del proyecto y la presente especificación.
- Comprobar la calidad del trabajo ejecutado.
- Medir, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones de Interventor.

El Interventor exigirá al Constructor las certificaciones de fábrica que respalden la calidad de los materiales utilizados.

642.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

642.5.2.1 Calidad de los materiales para los apoyos elastoméricos de los apoyos terminados

642.5.2.1.1 Generalidades

La calidad se verificará de acuerdo con las pruebas mencionadas en las Tablas 642 - 1, 642 - 2 y 642 - 3.

642.5.2.1.2 Pruebas de temperatura ambiente

El elastómero utilizado deberá satisfacer los límites prescritos en la Tabla pertinente 642 - 1 o 642 - 2 en

cuanto a dureza de durómetro, resistencia a la tracción, elongación última, resistencia al calor, deformación por compresión y resistencia de ozono. La adherencia al refuerzo, si la hay, debe también satisfacer el numeral 642.2.1.4. El módulo de corte del material se debe probar a veintitrés grados Celsius (23° C) utilizando el aparato y procedimientos contemplados en el anexo A de la norma ASTM D 4014. Este se deberá encontrar dentro del quince por ciento (15 %) del valor especificado, o dentro del rango de su dureza dado en la Tabla 642 - 3, si no se ha especificado el módulo de corte.

Las pruebas de temperatura ambiente se deberán hacer para los materiales utilizados en cada lote de apoyos. En lugar de realizar una prueba del módulo de corte para cada colada de material, el fabricante puede elegir suministrar certificados de las pruebas realizadas sobre procesos idénticos en el año anterior, a menos que el Interventor autorice otra cosa. Los certificados de prueba del fabricante deben proveerse para cada lote de refuerzo.

642.5.2.1.3 Pruebas a bajas temperaturas

Los elastómeros de grados 3, 4 y 5 están sujetos a pruebas de fragilidad a bajas temperaturas (ASTM D 746), a pruebas de rigidez instantánea a bajas temperaturas (ASTM D 1043), y a pruebas de cristalización a bajas temperaturas (ASTM D 4014). Los elastómeros de grados 0 al 2 están sujetos a pruebas de rigidez instantánea a bajas temperaturas (ASTM D 1043). Las pruebas se deberán ejecutar de acuerdo con los requisitos de las Tablas 642 - 1 y 642 - 2 y el compuesto deberá satisfacer todos los límites de su grado.

Estos tres (3) tipos de pruebas a baja temperatura en el elastómero se deberán realizar en el material utilizado en cada lote de apoyos para el material de grados 3, 4 y 5, y la prueba de rigidez térmica

instantánea se deberá conducir en material de grado 0 al 2. Para el material de grado 3, en lugar de la prueba de cristalización a baja temperatura, el fabricante puede escoger suministrar certificados de pruebas de cristalización a baja temperatura realizadas en material idéntico en el último año, a menos que el Interventor ordene lo contrario. Los materiales de grados 0 al 2 no requieren pruebas de cristalización y fragilidad a bajas temperaturas, salvo que el Interventor lo solicite especialmente.

642.5.2.1.4 Inspección visual de los apoyos terminados

Cada apoyo terminado se deberá inspeccionar para verificar si está de acuerdo con las tolerancias dimensionales y con la calidad total de fabricación. En los apoyos reforzados de acero, los bordes del acero deberán ser protegidos en todas partes contra la corrosión.

642.5.2.1.5 Pruebas de compresión de corta duración

Los apoyos deberán ser sometidos a cargas de compresión hasta una y media (1.5) veces la carga máxima de diseño. La carga se deberá sostener constante durante cinco (5) minutos, retirar y aplicar de nuevo por otros cinco (5) minutos. El apoyo se deberá examinar visualmente cuanto está sometido a la segunda carga y si se observa un paralelismo de laminado por la forma de pandeo evidente, el espesor de una capa está por fuera de las tolerancias especificadas o la unión del laminado es deficiente, el apoyo deberá ser rechazado. También es causa de rechazo la existencia de tres (3) o más grietas separadas de superficie con un ancho mayor de dos milímetros (2 mm) y dos milímetros (2 mm) de profundidad.

642.5.2.1.6 Pruebas de compresión de larga duración

El apoyo se deberá someter a cargas de compresión hasta una y media (1.5) veces su carga máxima de

diseño durante un período de quince (15) horas. Si durante la prueba, la carga cae por debajo de una y tres décimas (1.3) veces la carga máxima de diseño, la duración de la prueba deberá ser incrementada por un período de tiempo en que la carga esté por debajo de este límite. El apoyo se deberá examinar visualmente al final de la prueba mientras está bajo carga y si se evidencia un paralelismo de laminado a causa de la forma de pandeo, el espesor de una capa está por fuera de las tolerancias dimensionales o la unión del laminado es deficiente, el apoyo será rechazado. También será causa de rechazo la existencia de tres (3) o más grietas aisladas de superficie con un ancho mayor de dos milímetros (2 mm) y dos milímetros (2 mm) de profundidad.

La muestra para este ensayo deberá estar constituida, por lo menos, por un apoyo escogido al azar de cada tamaño y colada de material y deberá incluir el diez por ciento (10 %) del lote, como mínimo. Si falla un apoyo de la muestra, se deberán rechazar todos los apoyos de aquel lote, a menos que el fabricante elija probar cada apoyo del lote por su cuenta, bajo la supervisión del Interventor.

A cambio de este procedimiento, el Interventor puede exigir que se pruebe cada apoyo del lote.

642.5.2.1.7 Pruebas del módulo de corte

El módulo de corte del material de los apoyos terminados se evalúa mediante el ensayo de una muestra cortada del material utilizando el aparato y el procedimiento descritos en el anexo A de la norma ASTM D 4014, o, a discreción del Interventor, se puede realizar una prueba no destructiva de rigidez comparable en un par de apoyos terminados. El módulo de corte deberá quedar dentro del quince por ciento (15 %) del valor especificado o dentro del rango de su dureza dada en la Tabla 642 - 3, si no se especifica el módulo de corte. Si la prueba se realiza en apoyos terminados, el módulo de corte del

material deberá ser calculado de la rigidez de corte medida en los apoyos, teniendo en cuenta la influencia de la geometría y carga compresiva del apoyo sobre la rigidez de corte.

642.5.2.1.8 Tolerancias de fabricación

Las almohadillas simples y los apoyos laminados se deberán construir según las dimensiones especificadas, dentro de las siguientes tolerancias.

642.5.2.1.8.1 Altura total

Espesor de diseño:

- 32 mm o menos: -0, +3 mm
- Mayor de 32 mm: -0, +6 mm

642.5.2.1.8.2 Dimensiones horizontales totales

- 0.914 m o menos: -0, +6 mm
- Mayor de 0.914 m: -0, +12 mm

642.5.2.1.8.3 Espesor de las capas individuales de elastómero (Apoyos laminados solamente)

- En cualquier punto dentro de los apoyos:
 $\pm 20\%$ del valor de diseño pero no más de ± 3 mm

642.5.2.1.8.4 Paralelismo con la cara opuesta

- Lados superior e inferior: 0.005 radianes

642.5.2.1.8.5 Posición de los elementos de conexión expuestos

- Agujeros, ranuras o aditamentos: ± 3 mm

642.5.2.1.8.6 Cubierta de borde

- Laminados embebidos o elementos de conexión: -0, +3 mm

642.5.2.1.8.7 Espesor, el que sea menor entre

- Capa de cubierta superior e inferior (Si se requiere): +1.5 mm y +20 % del espesor nominal de la capa de cubierta.

642.5.2.1.8.8 Tamaño

- Agujeros, ranuras o aditamentos: ± 3 mm

642.5.2.2 Calidad de los materiales para el sello de juntas**642.5.2.2.1 Generalidades**

Cada vez que lo exija el Interventor, el Constructor deberá suministrar, sin cargo para el Instituto Nacional de Vías, una muestra de ensayo de un metro con ochenta centímetros (1.80 m) de longitud, por cada novecientos catorce metros (914 m) de sello o fracción, para cada fecha de manufactura; así como quinientos mililitros (500 ml) de cada lote de lubricante-adhesivo.

Los especímenes de prueba serán cortados de las muestras remitidas, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM D 15.

Los especímenes que deben ser ensayados tras envejecimiento acelerado, deberán ser cortados de una porción de la muestra envejecida.

Los especímenes para ensayos de recuperación a baja y alta temperatura tendrán aproximadamente ciento veinticinco milímetros (125 mm) de longitud y serán tomados al azar de la muestra representativa del lote bajo prueba. Los especímenes para prueba a

baja temperatura deberán ser espolvoreados con talco tanto en su superficie interna como en la externa, mientras que los de ensayo a alta temperatura sólo serán espolvoreados levemente en su superficie exterior.

Las muestras para ensayo de cambio de peso en aceite tendrán unos setenta y cinco milímetros (75 mm) de longitud y se tomarán al azar de muestras representativas del lote recibido.

642.5.2.2.2 Ensayos

Las pruebas sobre el material sellante de juntas se efectuarán de acuerdo con los procedimientos mencionados en la especificación AASHTO M 220 y sus resultados deberán cumplir los requisitos exigidos en la Tabla 1 de dicha especificación.

642.5.3 Calidad del producto terminado

El Interventor sólo aceptará los materiales que cumplan con las exigencias de calidad de este Artículo y las especificaciones que lo complementan y que, además, hayan sido instalados correctamente, de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de este Artículo, deberá ser corregido por el Constructor, a su costa, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor, son costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías, y a plena satisfacción de éste.

642.6 MEDIDA

642.6.1 Apoyos elastoméricos

La unidad de medida será la unidad (u) de apoyo elastomérico de cada tipo y dimensiones, elaborado de acuerdo con los planos y esta especificación e instalado de manera satisfactoria para el Interventor.

642.6.2 Sello para juntas de puentes

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al centímetro, de sello de calidad apropiada, adecuadamente instalado y aceptado a satisfacción por el Interventor. La medida se realizará directamente sobre el sello, dentro de los límites de colocación autorizados por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

642.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo apoyo o sello elaborado e instalado a satisfacción del Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro de materiales, manufactura de los apoyos o sellos, transporte, mano de obra, equipo y desperdicios, así como por la instalación del apoyo o sello, incluyendo los materiales y operaciones necesarias para la preparación de superficies, ensambles, protecciones y, en general, toda actividad que resulte necesaria para terminar correctamente el trabajo especificado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de patentes que utilice el Constructor, la elaboración de los planos de trabajo, el suministro de muestras para ensayo y la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante el lapso de ejecución de los trabajos. También, la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

642.8 ÍTEM DE PAGO

642.1	Apoyo elastomérico	Unidad (u)
642.2	Sello para juntas de puentes	Metro lineal (m)