

## **CAPITULO 800. M A T E R I A L E S**

---

### **SECCION 801. HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND.**

#### **801-1. Generalidades.**

**801-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir el hormigón de cemento Portland, para su utilización en la construcción de piezas estructurales de este material, incluyendo los pavimentos rígidos.

**801-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación se aplica a toda estructura o elemento que requiera para su construcción, hormigón de cemento Portland.

**801-1.03. Clases de hormigón.-** Con la finalidad de establecer una guía en el uso de las diferentes clases de hormigón, cuando no se indican en los planos, se recomienda usar la Tabla 801-1.1.

**801-1.04. Adicionales o especiales.-** El Constructor presentará los diseños del hormigón al Fiscalizador, quien realizará por su cuenta ensayos de comprobación. Si existen divergencias entre ellos, se realizará un tercer ensayo en presencia del Fiscalizador y Contratista. Si los resultados de este tercer ensayo son satisfactorios se mantendrá el diseño; caso contrario, el Fiscalizador ordenará el cambio del diseño, hasta conseguir que se cumplan con los requisitos especificados para la obra.

Si se requiere de aditivos para la fabricación de hormigón, estos deberán cumplir lo estipulado en el Capítulo 805 de las presentes especificaciones.

#### **801-2. Fabricación del Hormigón.**

**801-2.01. Almacenamiento de agregados.-** El manipuleo y almacenamiento de agregados para hormigones se hará en forma tal que se evite la segregación de los tamaños componentes o la mezcla con materiales extraños.

El Contratista deberá efectuar el almacenamiento separado de los agregados en silos o plataformas especiales, convenientemente localizados.

Los acopios se prepararán en capas aproximadamente horizontales, de un espesor no mayor de 1,0 metro.

Los agregados que provengan de diferentes fuentes de origen no deberán almacenarse juntos, y cada tamaño o fracción de agregado deberá almacenarse separadamente.

**TABLA 801-1.1****CLASES Y USOS DE HORMIGONES DE CEMENTO PÓRTLAND**

<b>CLASE</b>	<b>TIPO DE HORMIGÓN</b>	<b>RESISTENCIA ESPECIFICADA A COMPRESIÓN <math>f_c</math> Mpa</b>	<b>RESISTENCIA ESPECIFICADA A TRACCIÓN POR FLEXION MR Mpa</b>	<b>RELACION AGUA/CEMENTO *</b>	<b>USO GENERAL (solamente información)</b>
A	Estructura Especial	> 28	N/A	0.44	Obras de gran envergadura Puentes. Losa superior de alcantarillas de tráfico directo. Elementos prefabricados. Tanques y reservorios
B	Estructural	Entre 21 y 28	N/A	0.58	Losas, vigas, viguetas, columnas, nervaduras de acero, alcantarillas de cajón, estribos, muros, zapatas armadas.
C	Para elementos trabajando a tracción	N/A	> 3.5	0.46	Pavimentos rígidos, tanques y reservorios cilíndricos o cónicos
D	Para compactar con rodillo o con pavimentadora	N/A	> 3.5	0.36	Pavimentos, presas de gravedad
E	No estructural	Entre 14 y 18	N/A	0.65	Zapatas sin armar, replantillos, bordillos, contrapisos
F	Ciclópeo	> 12	N/A	0.70	Muros, estribos y plintos no estructurales
G	Relleno fluido	Entre 0.5 y 8	N/A	--	Rellenos para nivelación, bases de pavimentos, rellenos de zanjas y excavaciones

\* Valores referenciales para el diseño.

El transporte de los agregados, desde los depósitos de almacenamiento a la planta dosificadora, se efectuará de manera que el manipuleo no altere la granulometría propia de los agregados.

No se emplearán los agregados que, durante su manipuleo o transporte, se mezclaren con tierra o material extraño.

#### **801.b Almacenamiento de materiales**

El cemento, y agregados livianos, deben permanecer siempre en lugares ventilados y ubicados de tal manera que la Fiscalización, pueda chequear fácilmente. Deben ser almacenados de tal manera que se asegure la conservación de sus cualidades y aptitudes para la obra. Los materiales de almacenamiento aún cuando hayan sido aprobados antes de ser almacenados, deben ser inspeccionados antes que se utilicen en la obra, todos los materiales tienen que ser manejados con precaución evitando que se pierdan o deterioren sus propiedades de diseño.

Solamente con el permiso de la Fiscalización se puede permitir que cantidades pequeñas de sacos abiertos de cemento permanezcan almacenados en pisos o plataformas bajo techo, pero no deben sobrepasar el tiempo máximo de 48 horas.

#### **801.c Almacenamiento de agregados**

Cuando el almacenamiento de los agregados del concreto se realiza a mano, lo más importante es prevenir la contaminación con otros materiales.

Para el uso de los agregados es conveniente no remover por lo menos 15 cm. de la parte inferior.

El agregado debe ser almacenado en el menor tiempo posible para reducir el contenido libre de humedad.

Para asegurar un concreto uniforme, los agregados almacenados deberían mantenerse en un razonable contenido de humedad uniforme.

#### **801.d Almacenamiento de aditivos**

Es necesario mantener una lista de presentación y aprovisionamiento de aditivos. Esta lista deberá contener la dosificación para ser usada; además se debería solicitar una certificación de que el material ha sido proporcionado para tal requerimiento. Cuando el caso lo amerite y la Fiscalización lo solicite, es necesario obtener una certificación del laboratorio.

En obras de gran importancia se debería solicitar:

- 1.- El contenido químico, con su peso respectivo y sus tolerancias.

2. - Una muestra de 250 ml de aditivos.
3. - Cada 6 meses certificar la garantía para comprobar que el producto no ha sido cambiado.

Los chequeos pueden referirse al ASTM C 260 y ASTM C 494.

**801-2.02. Planta y equipo de dosificación.-** La planta dosificadora será de un tipo adecuado, e incluirá tolvas de almacenamiento con compartimientos separados para cada fracción de agregados.

Los controles de pesaje permitirán graduar la salida del material, incluyendo el retiro de cualquier exceso, si se sobrepasa el peso de un agregado.

Las tolvas de pesaje serán construidas de tal manera que puedan descargar totalmente los materiales y no produzcan vibraciones en las balanzas.

La planta de dosificación estará montada de tal manera que sus piezas estructurales se conserven niveladas perfectamente, con las tolerancias respectivas en los mecanismos de pesaje.

Las balanzas serán del tipo aprobado por el Fiscalizador y constituirán parte integrante de la planta dosificadora.

Los errores máximos permisibles para balanzas de agregados o de cemento serán:

- a) Para calibración: 0.5% de la carga neta.
- b) Para cemento: 1% de la carga neta en trabajo.
- c) Para agregados: 2% de la carga neta en trabajo.

Para efectos de verificar el peso de las balanzas se dispondrá de por lo menos 12 pesas de 20 kilogramos, y puede requerirse tal calibración cuando el Fiscalizador lo crea conveniente.

El Fiscalizador exigirá que las tolvas de agregados o las mezcladoras de hormigón dispongan de dispositivos satisfactorios, para pesar o medir aditivos en polvo o líquidos.

**801-2.03. Requisitos Adicionales.-** La planta mezcladora funcionará para cada dosificación por separado; cada carga se colocará en la planta, en forma completa.

Para el mezclado en planta, y si se utiliza cemento a granel, éste será pesado por separado y colocado dentro de una tolva en las cantidades estipuladas. Los agregados finos y cada uno de los tamaños de los agregados gruesos serán

pesados y colocados en las cantidades fijadas dentro de las tolvas correspondientes.

Para el mezclado al pie de la obra los agregados serán pesados en la planta de dosificación y transportados al sitio en cajas de vehículos u otros recipientes diseñados para el objeto; cada compartimento del recipiente contendrá una mezcla completa de dosificación y se asegurará su separación mediante tabiques, que impedirán el paso de materiales de un compartimento a otro durante el transporte o descarga. El cemento a granel será transportado en un recipiente separado y cerrado herméticamente. El cemento en sacos podrá ser transportado sobre los agregados, y el número de sacos de cemento que correspondan a cada mezcla o carga de dosificación irá sobre los agregados de esa carga.

Si en una determinada obra el volumen de hormigón necesario resulta pequeño y no se justifica el montaje de una planta central de dosificación, el Contratista podrá, con permiso previo y por escrito del Fiscalizador, efectuar la dosificación de los materiales pesándolos en balanzas de plataforma aprobadas o midiéndolos en volúmenes sueltos.

Para el segundo caso, el Fiscalizador exigirá que las cantidades sean medidas por separado, de tal forma que asegure una dosificación uniforme, para lo cual se podrán emplear cajones cuyos volúmenes hayan sido establecidos cuidadosamente y estén contruidos de un material que resista el uso. Los cajones que estén deteriorados o semidestruídos por el uso, serán retirados de la obra.

Para determinar los volúmenes de los agregados se exigirá un continuo control, a fin de evitar las posibles variaciones por efecto de la humedad de los agregados.

### **801-3. Mezclado y Transporte.**

**801-3.01. Generalidades.-** En lo que sigue, se referirá a los procedimientos y normas de mezcla y transporte del hormigón, a los cuales se sujetará estrictamente el Contratista, bajo el control del Fiscalizador.

El hormigón podrá ser mezclado en obra, en una planta mezcladora central o en una mezcladora móvil, del tipo y capacidad aprobados por el Fiscalizador.

El equipo y los procedimientos para mezclar, transportar y colocar el hormigón deberá hacerse conocer al Fiscalizador por lo menos 10 días antes de comenzar el trabajo, para su aprobación.

**801-3.02. Hormigón mezclado en obra.-** Los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se

coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado. Los aditivos inclusores de aire deberán agregarse al agua, en las cantidades especificadas en el diseño, en la forma aconsejada por su fabricante o durante el tiempo fijado por el Fiscalizador.

El tambor de la mezcladora se operará a la velocidad recomendada por el fabricante y dentro de la capacidad especificada por él.

El tiempo de mezclado será 60 segundos como mínimo para mezcladoras de capacidad menor de 0,75 metros cúbicos, y de por lo menos 90 segundos para mezcladores con capacidad de 0,75 metros cúbicos o más; en ningún caso deberá sobrepasar los 5 minutos. El tiempo de mezclado se medirá desde el momento en que todos los ingredientes, excepto el agua, se hayan introducido al tambor. La mezcladora deberá disponer de dispositivos adecuados para el control del tiempo de mezclado.

Cuando las condiciones de la obra impongan el empleo de aditivos que no se hayan establecido en los documentos contractuales, su utilización será permitida previo permiso escrito del Fiscalizador.

No se permitirá el exceso de mezclado ni el reamasado que requiera de adición de agua para conservar la consistencia requerida.

La capacidad mínima de una mezcladora será la equivalente a la de un saco de cemento. El volumen de una mezcla de hormigón deberá prepararse para una cantidad entera de sacos de cemento, excepto cuando se utilice cemento al granel.

Los sacos de cemento que por cualquier razón hayan sido parcialmente usados o que contengan cemento endurecido serán retirados. La mezcladora deberá limpiarse periódica y minuciosamente, de manera que se asegure una correcta preparación del hormigón cuando se reanude la operación.

**801-3.03. Hormigón mezclado en planta.-** El mezclado en planta central cumplirá con los requisitos para mezclado en obra. Si se usa para el transporte

del hormigón una mezcladora de tambor giratorio, del tipo cerrado y hermético, el tiempo inicial del mezclado en planta central podrá reducirse a 50 segundos y completarse el proceso durante el transporte, siendo este tiempo igual al especificado en el siguiente numeral.

**801-3.04. Hormigón mezclado en camión.-** Las mezcladoras sobre camión serán del tipo de tambor giratorio, impermeables y de construcción tal que el hormigón mezclado forme una masa completamente homogénea.

Los agregados y el cemento serán medidos con precisión en la planta central, luego de lo cual se cargará el tambor que transportará la mezcla. La mezcladora

del camión estará equipada con un tanque para medición de agua; solamente se llenará el tanque con la cantidad de agua establecida, a menos que se tenga un dispositivo que permita comprobar la cantidad de agua añadida. La cantidad de agua para cada carga podrá añadirse directamente, en cuyo caso no se requiere tanque en el camión.

La capacidad de las mezcladoras sobre camión será la fijada por su fabricante, y el volumen máximo que se transportará en cada carga será el 60 % de la capacidad nominal para mezclado, o el 80 % del mismo para la agitación en transporte.

El mezclado en tambores giratorios sobre camiones deberá producir hormigón de una consistencia adecuada y uniforme, la que será comprobada por el Fiscalizador cuando él lo estime conveniente. El mezclado se empezará hasta dentro de 30 minutos luego de que se ha añadido el cemento al tambor y se encuentre éste con el agua y los agregados. Si la temperatura del tambor está sobre los 32 grados centígrados y el cemento que se utiliza es de fraguado rápido, el límite de tiempo antedicho se reducirá a 15 minutos.

La duración del mezclado se establecerá en función del número de revoluciones a la velocidad de rotación señalada por el fabricante. El mezclado que se realice en un tambor giratorio no será inferior a 70 ni mayor que 100 revoluciones. Para verificar la duración del mezclado, se instalará un contador adecuado que indique las revoluciones del tambor; el contador se accionará una vez que todos los ingredientes del hormigón se encuentren dentro del tambor y se comience el mezclado a la velocidad especificada.

**801-3.05. Transporte de la mezcla.-** La entrega del hormigón para estructuras se hará dentro de un período máximo de 1,5 horas, contadas a partir del ingreso del agua al tambor de la mezcladora; en el transcurso de este tiempo la mezcla se mantendrá en continua agitación. En condiciones favorables para un fraguado más rápido, como tiempo caluroso, el Fiscalizador podrá exigir la entrega del hormigón en un tiempo menor al señalado anteriormente.

El vaciado del hormigón se lo hará en forma continua, de manera que no se produzca, en el intervalo de 2 entregas, un fraguado parcial del hormigón ya colocado; en ningún caso este intervalo será más de 30 minutos.

Para el transporte del hormigón se emplearán camiones con tambores giratorios del tipo que se describe en el numeral 801-3.04.

En el transporte, la velocidad de agitación del tambor giratorio no será inferior a 4 RPM. ni mayor a 6 RPM.. Los métodos de transporte y manejo del hormigón



serán tales que faciliten su colocación con la mínima intervención manual y sin causar daños a la estructura o al hormigón mismo.

**801-3.06. Cantidad de agua y consistencia.-** El agua será medida en volumen o al peso. Si el agua se dosifica por volumen, se incluirá un tanque auxiliar desde el cual se llenará el tanque de medición del agua. Dicho tanque de medición estará equipado con una toma y válvulas exteriores para obtener una correcta medida o cualquier otro dispositivo que garantice una rápida y exacta cantidad del agua entregada por el tanque auxiliar. El volumen del tanque auxiliar deberá ser mayor que el del tanque de medición.

Los equipos de medición de agua deberán tener una precisión tal que permitan una tolerancia que se encuentre dentro del 1% de las cantidades indicadas. Para verificar esta tolerancia, se podrá requerir pruebas de calibración.

La consistencia del hormigón será establecida en el diseño aprobado por el Fiscalizador y se la determinará según el método de ensayo propuesto por la norma AASHTO T 119. Para mantener la relación agua/cemento, manteniendo la misma consistencia del hormigón, se deberá considerar el contenido de agua propio de los agregados, ya que el agua superficial o agua libre entra como una adición al agua total de la mezcla.

**801-3.07. Mezclado y transporte del hormigón para pavimentos.-** La fabricación de hormigón de cemento Portland para pavimentos se realizará conforme se estipula en los numerales 801-3.02 a 801-3.06 de este capítulo, salvo lo expresamente indicado en esta sección.

El tiempo de mezclado en planta central o en la obra no será menor de 50 segundos ni mayor de 3 minutos. Cualquier carga mezclada por un tiempo menor del mínimo mencionado será desechada fuera de la obra.

El hormigón que haya sido mezclado en una planta central será transportado a la obra en camiones agitadores o mezclador sobre camión. El tiempo transcurrido desde el momento en que se agregue el agua a la mezcla hasta que se coloque el hormigón en la obra no deberá pasar de 60 minutos. Se permitirá agregar agua a la mezcla y efectuar el mezclado adicional correspondiente, cuando ésto sea necesario para lograr una mezcla con la consistencia especificada, siempre y cuando se lo efectúe dentro de los 45 minutos después de haberse iniciado el mezclado original.

El equipo de transporte deberá ser capaz de proporcionar el abastecimiento de hormigón al sitio de colocación, sin segregación ni interrupciones que den lugar a pérdida de plasticidad entre vertidas sucesivas.

Cuando el mezclado del hormigón de cemento Portland se efectúe en tiempo caluroso, el Fiscalizador podrá exigir que el Contratista tome medidas

apropiadas, para evitar que la temperatura de mezcla exceda los 35 grados centígrados.

No se efectuará el mezclado del hormigón en tiempo frío si la temperatura es menor de 4 grados centígrados, salvo que se provea de un equipo adecuado para calentar los agregados, antes de su introducción a la mezcladora. Los medios empleados serán tales que se calienten uniformemente los agregados sin ocasionarles ningún daño. De no especificarse de otra manera, la temperatura de la mezcla, al momento de colocarla en la obra, deberá fluctuar entre los 10 y 26 grados centígrados.

#### **801-4. Curado del Hormigón.**

**801-4.01. Disposiciones comunes a todos los métodos de curado.-** Para el curado correcto del hormigón es necesario que no se permita la evaporación del agua de la mezcla, hasta que el hormigón haya adquirido su resistencia. Se podrá usar para el curado cualquiera de los métodos que se describen en los siguientes numerales.

#### **801.e Curado del hormigón**

El contratista debe informar a la Fiscalización, los métodos propuestos para el curado; deben proveerse de equipos y materiales en cantidad adecuada, con anterioridad al colocado del hormigón.

Si no existe ninguna indicación en los planos, el contratista tiene la opción de escoger el método del curado, a excepción que la Fiscalización requiera algunos métodos de curado para secciones especiales de una estructura.

Métodos inadecuados de curado, deberán ser la causa para que la Fiscalización retrase la colocación del hormigón en el trabajo, hasta que se tome la acción necesaria para remediar esta situación.

De no existir ninguna especificación en los planos, se seguirá la siguiente recomendación.

Todo hormigón debe ser curado para períodos de cuatro (4) días excepto los indicados en la siguiente tabla:

**TABLA 8 – 801.e  
EXCEPCION PARA EL CURADO DE 4 DIAS**

DESCRIPCIÓN	TIPO DE CEMENTO	DIAS REQUE- RIDOS PARA EL CURADO
Las superficies superiores de losas de puentes, las losas superiores de alcantarillas sujetas al tráfico directo y hormigón para recubrimiento	I o III	8
	II o I/II*	10
	Todos los tipos con agregados livianos	10
Hormigón para pilotes	Todos	6

\* Cumplirán los requisitos de los dos: tipos I y tipo II.

**801-4.02. Humedecimiento con agua.-** El agua para curado del hormigón debe ser limpia, libre de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar, materia orgánica, y debe cumplir además con los requisitos de la norma INEN 1108. Las aguas potables sí son consideradas satisfactorias.

Dentro de lo posible, todas las superficies de hormigón deben mantenerse a una temperatura de más de 10 grados centígrados y en condición húmeda, mediante rociados convenientemente espaciados, por lo menos durante los 7 primeros días después de su colocación, si se ha usado cemento Portland normal, o durante 3 días, si el cemento empleado es de fraguado rápido.

**801-4.03. Membranas impermeables.-** Son aquellos componentes que se rocían sobre todas las superficies expuestas del hormigón fresco, tanto horizontales como verticales, y que forman una fina membrana que impide la pérdida de agua durante el primer período de endurecimiento. También reducen la alta temperatura del concreto expuesto a la radiación del sol.

Los compuestos para formar este tipo de membranas deberán cumplir lo especificado en la norma AASHTO M-148, y se los clasifica en las siguientes categorías:

- TIPO 1      Claro o translúcido sin teñir
- TIPO 1-D   Claro o translúcido con un teñido temporal
- TIPO 2      Blanco pigmentado

Estas membranas podrán aplicarse: 1) Antes de que se inicie el curado inicial del hormigón. 2) Después de retirar el encofrado. 3) Después de iniciado el curado húmedo, según se haya propuesto al Fiscalizador y aceptado por él.

Los componentes Tipo 1 y 1-D deben formar una membrana traslúcida sin color o ligeramente coloreada; si se usa el Tipo 1 D, se deberá notar la capa coloreada, luego de 4 horas desde su aplicación. El color de la membrana, cualquiera que sea, debe desaparecer luego de que hayan transcurrido 7 días desde su aplicación, si ha sido directamente expuesta a los rayos solares.

El Tipo 2 consistirá de un pigmento blanco y el diluyente necesario, los cuales vendrán premezclados para uso inmediato. El compuesto presentará una apariencia blanca uniforme al ser aplicado sobre una superficie nueva de hormigón a la proporción recomendada por el fabricante.

Los componentes líquidos para las membranas deberán tener una consistencia adecuada, a fin de que puedan ser aplicados fácilmente por rociado, con rodillo o con brocha; según se especifique, se los debe aplicar en forma uniforme y a una temperatura superior a los 4 grados centígrados.

El compuesto deberá adherirse al concreto fresco en obra, cuando éste se encuentre húmedo, endurecido o lo suficientemente resistente para recibir el tratamiento, formando una capa continua que no deberá resquebrajarse o fisurarse, y que sea flexible, sin agrietamientos visibles o agujeros; no será pegajosa ni resbaladiza, y si se camina sobre ella, tampoco dejará marcada huella alguna, debiendo mantener estas propiedades por lo menos 7 días después de su aplicación.

Los componentes que forman estas membranas no se deteriorarán al unirse con el concreto.

Los componentes que forman la membrana podrán almacenarse por lo menos 6 meses sin sufrir deterioro, siempre que se cumplan con las especificaciones del fabricante para almacenamiento.

La porción volátil de los componentes no será tóxica o inflamable ni contaminará el aire.

La prueba de retención de agua en este tipo de membranas, dará como resultado una pérdida de agua de no más de 0.55 Kg/m<sup>2</sup> de superficie en 72 horas.

El compuesto blanco pigmentado (Tipo 2) deberá tener una reflexión no menor del 60 % de la correspondiente al óxido de magnesio.

**801-4.04. Láminas impermeables de papel o polietileno.-** Son aquellas láminas de polietileno o papel impermeable que se colocan sobre la superficie

fresca del hormigón, para evitar la evaporación, durante el período de curado de los hormigones.

Las láminas reflejantes de color blanco son utilizadas, además, como aislantes de temperatura, cuando el hormigón se halla expuesto a las radiaciones solares. Las láminas impermeables pueden ser de uno de los siguientes tipos:

- a) Papel impermeable: color natural y blanco.
- b) Lámina de polietileno: color natural y blanca opaca.
- c) Lámina de polietileno, color blanco, con trama de fibra de cáñamo

Las láminas impermeables deberán cumplir lo estipulado en la norma AASHTO M-171, cuyos principales requisitos se presentan en la Tabla 801-4.1

Si las láminas impermeables se someten a la prueba de retención de agua, la pérdida de agua contenida en una muestra deberá limitarse a un máximo de  $0,055 \text{ gr/cm}^2$  en el momento de su colocación.

El papel impermeable estará formado por dos hojas unidas con un material bituminoso, en que se halle una malla de hilos de fibra con una separación de 3,5 cm como máximo. El papel será de color natural, con una apariencia uniforme y libre de defectos a simple vista.

El papel impermeable blanco deberá tener este color por lo menos en una de sus caras y debe cumplir con todos los demás requisitos señalados anteriormente.

La lámina de polietileno será transparente, de espesor uniforme, sin impresiones, y no se emplearán colorantes en su fabricación, excepto la lámina de polietileno coloreada, la cual será de color blanco opaco; la lámina estará libre de defectos visibles y tendrá una apariencia uniforme.

La lámina de polietileno, color blanco, con trama de fibra de cáñamo, estará constituida por capas unidas de tela y polietileno blanco opaco, que formarán una lámina uniforme de 0,10 mm de espesor mínimo; estas capas estarán adheridas firmemente para evitar que existan desprendimientos durante su manipuleo y colocación. El polietileno cumplirá con lo señalado en el párrafo anterior y la tela deberá pesar no menos de  $300 \text{ gr/m}^2$ .

**801-4.05. Vapor.-** El curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor y humedad u otro proceso aceptado, se emplea para acelerar el tiempo requerido por el hormigón hasta obtener la resistencia especificada y reducir en igual forma su tiempo de curado, el tiempo de curado del hormigón.

Para este procedimiento, después de colocar el hormigón en una cámara adecuada, los elementos o piezas se mantendrán en condición húmeda por un período de 4 horas, antes de aplicar el vapor. Las piezas se colocarán y cubrirán de tal manera que se permita la libre circulación del vapor entre ellos, evitando

Tabla 841.

800 - Materiales

**ESPECIFICACIONES FISICAS PARA LAMINAS IMPERMEABLES DE PAPEL O POLIETILENO**

TIPO DE MATERIALES		Espesor nominal	RESISTENCIA MINIMA A LA TENSION				% de alargamiento mínimo		% de reflectancia mínimo
			Kg/cm. de ancho		Kg/cm2				
			Medida en dirección de la elaboración						
		mm.	Longitud.	Transv.	Longitud.	Transv.	Longitud.	Transv.	
Papel impermeable	Color Natural		5,4	2,7					
	Blanco		5,4	2,7					50
Lámina de polietileno	Color Natural	0,10			120	85	225	350	
	Blanca	0,10			120	85	225	350	70
Lámina de polietileno blanco Con trama de fibra de cáñamo									70

FUENTE: Manual de especificaciones AASHTO, norma M 171

escapes. Durante la aplicación del vapor entre ellos, el incremento de la temperatura no deberá exceder de 22 grados centígrados por hora. La temperatura máxima será de 65 grados centígrados, la cual se mantendrá constante hasta que el hormigón haya desarrollado la resistencia requerida, o durante el tiempo especificado para este tipo de curado.

**801-4.06. Conservación de los encofrados en su lugar.-** Si el curado se efectúa sin retirar los moldes o encofrados, éstos deberán permanecer en su lugar un mínimo de 7 días después de la colocación del hormigón.

## **801-5. Protección del Hormigón.**

**801-5.01. Generalidades.-** Bajo condiciones lluviosas, la colocación del hormigón se interrumpirá, antes de que la cantidad de agua en la superficie provoque un escurrimiento o lavado de la superficie de hormigón, a menos que el Contratista proporcione una protección adecuada contra daños.

Todo el hormigón que haya sufrido congelación antes de su fraguado final o se haya deteriorado por otras causas durante el fraguado, será retirado y reemplazado por el Contratista, a su costo.

**801-5.02. Protección de las estructuras de hormigón.-** Todas las estructuras de hormigón se mantendrán a una temperatura no menor de 7 grados centígrados, durante las 72 horas posteriores a su colocación, y a una temperatura no menor de 4 grados centígrados durante 4 días adicionales. Cuando lo solicite el Fiscalizador, el Contratista deberá remitir por escrito, en líneas generales, los métodos propuestos para la protección del hormigón.

**801-5.03. Protección del pavimento de hormigón.-** El pavimento de hormigón se mantendrá a una temperatura no menor de 4 grados centígrados por el lapso de 72 horas. Cuando lo solicite el Fiscalizador, el Contratista deberá remitir por escrito, en líneas generales, los métodos que propone utilizar para la protección del hormigón. Los métodos adoptados deberán ceñirse a lo estipulado en la Sección 409 relacionado con la protección del pavimento.

El nuevo pavimento permitirá rápidamente el tráfico, y si lo autoriza el Fiscalizador, el hormigón deberá ser fabricado con cemento Portland Tipo III. En este caso, el pavimento podrá entrar en servicio tan pronto como el hormigón desarrolle un módulo de ruptura de 39 kg/cm<sup>2</sup>. El módulo de ruptura será determinado de acuerdo con el método de ensayo ASTM C 689.

## **801-6. Resistencia y Otros Requisitos.**

**801-6.01. Generalidades.-** Los requisitos de resistencia a la compresión del hormigón consistirán en una resistencia mínima que deberá alcanzar el hormigón antes de la aplicación de las cargas, y si éste es identificado por su resistencia, en una resistencia mínima a la edad de 28 días. Las varias resistencias que se

requieran son especificadas en los capítulos correspondientes o se indicarán en los planos.

**801-6.02. Resistencia del Hormigón.-** La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo establecido en las normas AASHTO T 22 o ASTM C 39, y la resistencia a la flexión se determinará en base al ensayo establecido en las normas AASHTO T 97 (ASTM C 78) o AASHTO 198 (ASTM C 496) con especímenes de hormigón elaborados y curados de acuerdo con los métodos que se indican en la norma AASHTO T 23 (ASTM C 31) o T 126 (ASTM C 192).

Para cada ensayo de resistencia deben elaborarse por lo menos dos especímenes de ensayo (cilindros o vigas) elaborados con material tomados de la misma mezcla de hormigón. Un ensayo será el resultado del promedio de las resistencias de los especímenes ensayados a la edad especificada. Si un espécimen muestra evidencia de baja resistencia con respecto a los demás, debido a un muestreo, manejo, curado o ensayo inadecuados, se debe descartar y la resistencia de los especímenes restantes será considerada como resultado del ensayo.

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de hormigón, deberán tomarse al menos una vez diaria, y una vez por cada 150 m<sup>3</sup> de hormigón o por cada 500 m<sup>2</sup> de superficie fundida, lo que fuere menor en todo caso el hormigón empleado y que se planille, deberá estar respaldado por los ensayos correspondientes.

El contratista o el fiscalizador podrán realizar ensayos adicionales a edades diferentes a las especificadas a fin de obtener información acerca de la evolución en el desarrollo de la resistencia, verificar la efectividad del curado y la protección del hormigón, o para determinar el tiempo de remoción de los encofrados o cuando la estructura puede ser puesta en servicio.

La resistencia de una clase determina de hormigón será considerada satisfactoria si cumple con los dos requisitos siguientes:

Para el caso de resistencia a la compresión:

El promedio de todos los conjuntos de tres resultados de ensayos consecutivos de resistencia debe ser igual o superior a la resistencia especificada  $f'_c$ ; y, ningún resultado individual de resistencia puede estar 3.5 Mpa por debajo de la resistencia especificada  $f'_c$ .

Para el caso de resistencia a la tracción por flexión:

El promedio de todos los conjuntos de tres resultados de ensayos consecutivos de resistencia debe ser igual o superior al Modulo de Rotura (MR) especificado;



y, ningún resultado individual de resistencia puede estar 0,5 Mpa por debajo del MR especificado.

Si el fiscalizador de la obra cree conveniente comprobar el curado y protección del hormigón en obra, deberá solicitar que se realicen ensayos a la compresión o a la tracción por flexión en especímenes curados en obra, de acuerdo al método de ensayo establecido en la Norma ASTM C31. Tales especímenes deben ser moldeados al mismo tiempo y de las mismas muestras que los especímenes de ensayo curados en laboratorio para la aceptación del hormigón.

Si la resistencia de los cilindros curados en obra, a la edad especificada, es menor que el 85% de la resistencia de los especímenes compañeros curados en laboratorio, deberán mejorarse los procedimientos de protección y curado del hormigón. Si las resistencias de los especímenes curados en laboratorio son apreciablemente mayores que las resistencias especificadas ( $f'_c$  o MR), las resistencias de los especímenes curados en obra no necesitan exceder de  $f'_c$  en mas de 3,5 Mpa o de MR en mas de 0,5 Mpa cuando no se cumpla el criterio del 85%.

Si los ensayos individuales de especímenes curados en laboratorio presentan resistencias menores que  $f'_c - 3,5$  Mpa o que  $MR - 0,5$  Mpa, o si los ensayos de los especímenes curados en obra indican deficiencia en la protección y curado, deben tomarse medidas para asegurar que la capacidad de carga de la estructura no esta en peligro, si se confirma, luego de adoptar todos los procedimientos no destructivos de control actualmente aceptados, que el hormigón es de dudosa resistencia y los cálculos indicaren que la capacidad de carga de la estructura se habría reducido significativamente, deberán obtenerse de los sectores en duda especímenes extraídos de acuerdo con la Norma ASTM C-42. En este caso, deberán obtenerse tres especímenes por cada resultado de resistencia que este por debajo de  $f'_c - 3,5$  Mpa o de  $MR - 0,5$  Mpa.

Si el hormigón de la estructura va a estar seco durante las condiciones de servicio, los especímenes deberán secarse al aire (temperatura entre 15 y 30° C, humedad relativa menor al 60%) durante 7 días antes de la prueba y deberán ensayarse secos.

Si el hormigón de la estructura va a estar mas que superficialmente húmedo durante las condiciones de servicio, los especímenes deberán sumergirse en agua por lo menos por 48 horas y ensayarse húmedos.

Cuando se haya especificado resistencia a la compresión, el hormigón del sector representado por los ensayos se considerara estructuralmente adecuado, si el promedio de las resistencias de los 3 núcleos es por lo menos igual al 85% de  $f'_c$ , y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75% de  $f'_c$ .

Cuando se haya especificado resistencia a la tracción, el hormigón del sector representado por los ensayos se considerara estructuralmente adecuado cuando se cumpla con una de las condiciones siguientes:

- El promedio de las resistencias de las vigas, ensayadas según la Norma ASTM-C78, resulte por lo menos igual al 85% del MR especificado y ninguna viga tenga una resistencia menor que el 75% de dicho modulo.
- El promedio de las resistencias de los núcleos ensayados según la Norma ASTM-C42, resulte por lo menos igual al 60% del MR especificado y ningún núcleo tenga una resistencia menor del 54% de dicho modulo.

Si estos criterios de aceptación de resistencia no se cumplen mediante los ensayos de los especímenes extraídos, y si las condiciones estructurales permanecen en duda, la autoridad responsable puede ordenar que se hagan pruebas de carga de acuerdo a lo especificado en el Capítulo 20 del Código Ecuatoriano de la Construcción, para la parte dudosa de la estructura u ordenar la demolición de la obra defectuosa y su correspondiente reemplazo.

Cuando un elemento de hormigón precolado es curado al vapor, la resistencia a la compresión del hormigón será evaluada en base de ensayos individuales representativos, de porciones específicas de la producción. Cuando dicho hormigón es designado por su resistencia a la compresión a los 28 días, el hormigón se considerará aceptable si su resistencia a la compresión alcanza el valor especificado, aun cuando dicha resistencia se alcance después del curado y hasta los 30 días posteriores al colado del elemento.

Cuando el hormigón se designe por su resistencia a la compresión, será necesario especificar el ensayo de mezclas de prueba de los materiales, la fabricación, el equipo de mezclado y los procedimientos a emplearse. Para cada mezcla de prueba, los materiales, el equipo de mezclado, procedimientos y el tamaño de la parada serán los mismos que los usados en el trabajo. El contenido de aire de las mezclas de prueba será igual o mayor que el especificado para el hormigón, sin considerar reducciones debido a tolerancias.

La colocación del hormigón en obra no se efectuará hasta que la mezcla de prueba, de acuerdo al diseño aprobado, haya sido elaborada por el Contratista, ensayada por el Fiscalizador y hallada conforme con los requisitos de resistencia especificada en los planos.

Una vez que los materiales, dosificación de la mezcla, equipo de mezclado y procedimientos han sido aprobados para su uso, se necesitará de una nueva autorización, previos los ensayos correspondientes, antes de efectuar cualquier cambio.

El Contratista solicitará con la debida anticipación la autorización para efectuar las mezclas de prueba, y será el único responsable de los atrasos que la obra sufra si no cumple oportunamente con este requisito.

Tratándose de elementos de hormigón prefabricado, que son manufacturados en una planta establecida, el Contratista determinará la dosificación de la mezcla, la cual deberá ser aprobada por el Fiscalizador.

## SECCION 802. CEMENTO PORTLAND

### 802-1. Cemento Portland.

**802-1.01. Objetivos.-** Esta especificación tiene como objeto determinar las características y requisitos que debe cumplir el cemento Portland.

#### 802.a Cemento portland

Las normas establecidas por el MOP bajo los lineamientos del INEN regirán para todos los procesos constructivos y cuando se requiere alguna especificación no contemplada en esta norma se deberá considerar los requerimientos del AASHTO M 85 “PORTLAND CEMENT”, con sus modificaciones: a), b) y c).

**802-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación se aplica a todos los Tipos de cemento Portland indicados en el numeral 802-1.04. correspondientes a la norma INEN 152.

**802-1.03. Definiciones específicas.-** Cemento Portland es el producto que se obtiene de la pulverización del clinker, el cual está constituido esencialmente por silicatos de calcio hidratado, adicionado con agua o sulfato de calcio o los dos materiales, en proporciones tales que cumplan los requisitos químicos relativos a las cantidades máximas de anhídrido sulfúrico y pérdidas por calcinación.

**802-1.04. Tipos de cemento.-** El cemento Portland se clasifica en 5 Tipos que, de acuerdo con la norma INEN 152, son los siguientes:

TIPO I Cemento de uso general, al que no se exigen propiedades especiales.

TIPO II Para uso en construcciones de hormigón expuestas a la acción moderada de sulfatos o cuando se requiere de moderado calor de hidratación.

TIPO III Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere de alta resistencia inicial.

TIPO IV Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere de alta resistencia a la acción de los sulfatos.

Los cementos de los Tipo IV y V no se hallan comúnmente en el mercado, por lo que su fabricación será sobre pedido, con la debida anticipación.

Los cementos Tipo I, II y III pueden utilizarse con incorporadores de aire, de acuerdo a lo previsto en la Sección 805 de estas especificaciones.

Sí en los planos o documentos contractuales no se indicare el Tipo de cemento a usarse en una obra, se entenderá que debe emplearse el cemento Portland del Tipo I.

En cualquier estructura o pavimento se utilizará un solo Tipo de cemento, si de otro modo no se indica en los planos.

**802-1.05. Requisitos.-** El cemento Portland debe cumplir con los requisitos químicos y físicos establecidos en las Tablas 2.1, 3.1 y 3.2 de la norma INEN 152, de acuerdo al Tipo del cual se trate.

A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504.

El cemento deberá almacenarse en un depósito adecuado que lo proteja de la intemperie, para reducir a un mínimo su hidratación durante el almacenamiento y de tal manera que permita un fácil acceso para la inspección e identificación adecuadas.

El cemento se podrá entregar envasado en sacos o a granel. Si se entrega ensacado, cada saco tendrá una masa neta de 50 kg., y se acepta hasta una diferencia del 1% de ésta.

Si la entrega es a granel, el proveedor certificará la cantidad entregada, mediante balanzas calibradas periódicamente por el INEN.

En lo referente a rotulado, todos los sacos deben llevar impreso con letras legibles e indelebles las siguientes indicaciones:

- a) Nombre del cemento “CEMENTO PORTLAND”
- b) Tipo de cemento.
- c) Contenido neto en kilogramos, “50 kg.”
- d) Marca de fábrica.
- e) Razón social de la empresa fabricante.

Cuando el cemento se despache al granel, deberá incluirse una guía de transporte con las indicaciones mencionadas.

**802-1.06. Ensayos y Tolerancias.-** Todos los ensayos y tolerancias referentes a los requisitos químicos y físicos que deben cumplir los 5 Tipos de cemento Portland, se basarán en las normas INEN correspondientes, de acuerdo a lo que indica la norma INEN 152.

El cemento Portland que permanezca almacenado al granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente muestreado y ensayado y deberá cumplir los requisitos previstos, antes de ser usado.

La comprobación del cemento se referirá a:

TIPO DE ENSAYO	ENSAYO INEN
Análisis químico	INEN 152
Finura	INEN 196, 197
Tiempo de fraguado	INEN 158, 159
Consistencia normal	INEN 157
Resistencia a la compresión	INEN 488
Resistencia a la flexión	INEN 198
Resistencia a la tracción	AASHTO T-132

Si los resultados de las pruebas efectuadas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Cuando se disponga de varios tipos de cemento, éstos deberán almacenarse por separado y se los identificará convenientemente, para evitar que sean mezclados.

Los sacos de cemento que contengan terrones de cemento aglutinado o que hayan fraguado parcialmente por cualquier causa serán rechazados. El uso del cemento proveniente de sacos rechazados no será permitido.

El Contratista tiene la obligación de proveer los medios adecuados para almacenar el cemento en un depósito de amplia capacidad y de fácil acceso para el Fiscalizador. Este depósito deberá ser seco, abrigado y protegido de la humedad.

Los cementos se muestrearán y ensayarán de acuerdo a los métodos descritos en las normas INEN correspondientes y podrán ser muestreados en la fábrica o en el lugar de trabajo. A opción del Fiscalizador, se podrá aceptar el cemento en base a certificados de cumplimiento que satisfagan los requerimientos de la subsección 103-3 de las presentes especificaciones.

El cemento podrá ser utilizado en la obra, una vez que se hayan realizado los ensayos y pruebas correspondientes y el Fiscalizador haya autorizado por escrito su empleo.

El Contratista llevará un registro preciso de las entregas de cemento y de su uso en la obra. Copias de estos registros se entregarán al Fiscalizador.

## SECCION 803. AGREGADOS PARA HORMIGON

### 803.1. Generalidades.

**803-1.01. Objetivos.-** El objetivo de esta especificación es determinar los requisitos que deben cumplir los áridos para ser utilizados en la preparación de hormigón de cemento Portland.

**803-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación comprende los áridos naturales y los obtenidos por trituración de grava o piedra naturales.

**803-1.03. Definiciones específicas.-** Tamaño máximo del agregado: Es la menor dimensión nominal de la abertura del tamiz INEN a través del cual pasa toda la cantidad del árido (INEN 694).

**Arido:** Material granular que resulta de la disgregación y desgaste de las rocas, o que se obtiene mediante la trituración de ellas.

**Arido grueso:** Arido cuyas partículas son retenidas por el tamiz INEN 4,75 mm. (Nº 4).

**Arido fino:** Arido cuyas partículas atraviesan el tamiz INEN 4,75 mm y son retenidas en el tamiz INEN 75 mm (Nº 200).

### 803-2. Arido Grueso.

**803-2.01. Descripción.-** Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de éstas que cumpla con los requisitos de la norma INEN 872. Los agregados se compondrán de partículas o fragmentos resistentes y duros, libres de material vegetal, arcilla u otro material inconveniente, sin exceso de partículas alargadas o planas.

**803-2.02. Requisitos.-** Salvo que las especificaciones particulares designen otra cosa, los agregados para el hormigón de cemento Portland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la Tabla 803-2.1., de acuerdo a lo establecido en la norma INEN 872 (Tabla 3).

**803-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico INEN 696.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 857.

Los agregados gruesos no podrán contener material o sustancias perjudiciales que excedan de los porcentajes de la Tabla 803-2.2., según INEN 872.



TABLA 803-2.1

## REQUISITOS DE GRADUACION DEL ARIDO GRUESO

TAMIZ INEN Abertura Cuadrada (mm)	TAMIZ ASTM (plg)	Porcentaj en masa que debe pasar por los tamices INEN indicados en la columna (1) para ser considerado como arido grueso de Grado:									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		90 - 37,5 (mm)	6,3 - 3,75 (mm)	6,3 - 4,75 (mm)	37,5 - 4,75 (mm)	26,5 - 4,75 (mm)	19 - 4,75 (mm)	13,2 - 4,75 (mm)	9,5 - 2,36 (mm)	53 - 26,5 (mm)	37,5 - 19 (mm)
106		100									
90		90-100									
75	3		100								
63	2 1/4	25-60	90-100	100						100	
53			35-70	95-100	100					90-100	100
37,5	1 1/2	0-15	0-15		95-100	100				35-70	90-100
26,5				35-70		95-100	100			0-15	20-55
19	3/4	0-5	0-5		35-70		90-100	100			0-15
13,2				10-30		25-60		90-100	100	0-5	
9,5	3/8				10-30		20-55	40-70	85-100		0-5
4,75	No. 4			0-5	0-5	0-10	0-10	0-15	10-30		
2,36	No. 8					0-5	0-5	0-5	0-10		
									0-5		

Fuente: Norma INEN 872, Tabla N° 3

**Tabla 803-2.2.**

<b>LIMITES PARA LAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN EL ÁRIDO GRUESO PARA EL HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND</b>		
<b>SUSTANCIA PERJUDICIAL</b>	<b>% MAX EN MASA</b>	<b>METODO DE ENSAYO INEN **</b>
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables.		
a) Para hormigón sometido a abrasión	5	698
b) Para cualquier otro hormigón	10	
Material más fino que el tamiz INEN 75 µm (Nº 200). *		
a) Para hormigón sometido a abrasión	1	697
b) Para cualquier otro hormigón	1	
Partículas livianas.		
a) Para hormigón sometido a abrasión	0,5	699
b) para cualquier otro hormigón	1	
Resistencia a la abrasión		
a) Para hormigón sometido a abrasión	50	860
b) Para cualquier otro hormigón	50	861
Resistencia a la disgregación (pérdida de masa después de 5 ciclos de inmersión y secado)		
a) Si se utiliza sulfato de magnesio	18	863
b) Si se utiliza sulfato de sodio	12	

?? En el caso de áridos gruesos triturados, si el material más fino que el tamiz INEN 75 µm es polvo resultante de trituración, libre de arcilla o esquisto, el porcentaje se puede aumentar a 1.5

\*\* El método propuesto por el INEN es obligatorio.

FUENTE: Norma INEN 872

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 858.

Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste no mayor de 50 a 500 revoluciones, determinado según los métodos de ensayo especificados en las normas INEN 860 y 861.

Los agregados gruesos no deberán experimentar una desintegración ni pérdida total mayor del 12 % en peso, cuando se los someta a cinco ciclos de la prueba de durabilidad al sulfato de sodio, según lo especificado en la norma INEN 863.

Las muestras para los ensayos deben ser representativas de la naturaleza y características o condiciones de los materiales que se encuentran en los yacimientos naturales, en los depósitos comerciales o en obra, según corresponda; y deben tomarse siguiendo los requisitos de muestreo que se especifican en la norma INEN 695.

Los áridos gruesos que presenten resultados de ensayos que excedan los límites especificados en el cuadro anterior, pueden aceptarse, siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una condición similar, a la cual va a estar sometido el hormigón por elaborarse con dicho árido grueso; o, en ausencia de un registro de servicio, siempre que mezclas de prueba preparadas con dicho árido grueso presenten características satisfactorias, al ser ensayadas en el laboratorio.

### **803-3. Arido Fino.**

**803-3.01. Descripción.-** Los agregados finos para hormigón de cemento Portland estarán formados por arena natural, arena de trituración o una mezcla de ambas.

Los agregados finos se compondrán de partículas resistentes y duras, libres de material vegetal u otro material inconveniente.

Los agregados finos provenientes de diferentes minas o fuentes de origen no podrán ser almacenados conjuntamente; se los colocará en depósitos separados, a distancias suficientes, para evitar posibles mezclas entre los materiales de diferentes depósitos.

Los agregados finos obtenidos de diferentes fuentes de origen, no podrán ser utilizados en forma alternada en la misma obra que se está construyendo, sin contar con permiso escrito del Fiscalizador.

### **803.a Agregados en pilas de acopio**

**Descripción** Este trabajo consiste en la construcción de pilas de acopio de agregado en sitios existentes o preparados por el contratista en conformidad razonable con estas especificaciones y en las ubicaciones indicadas en los planos

o establecidas por la Fiscalización.

**Materiales** Los agregados en pilas de acopio tienen que cumplir con los requisitos de la sección indicados en la partida de pago en el itinerario de la licitación. El contrato especificará los procedimientos aplicables de muestreo y ensayos de aceptación.

### **Requisitos para la construcción**

**Sitios de acopio** Los sitios existentes tienen que ser preparados por el contratista en la medida que se estime necesario para dar cabida al agregado a ser acopiado.

Cuando se indique en el contrato, el contratista tiene que construir el (los) sitio(s) indicado(s) por la Fiscalización luego de ser efectuadas las operaciones de desbosque, y una vez realizado el acondicionamiento de todos los árboles, troncos, arbustos y desechos, de acuerdo con lo estipulado en la sección del MOP 302. “Desbroce, desbosque y limpieza”.

El sitio tiene que ser nivelado, conformado, y compactado para lograr una sección transversal razonablemente uniforme que drene satisfactoriamente. Se tiene que compactar la superficie en todo su ancho con un mínimo de tres pasadas completas con equipo de compactación, aprobado de acuerdo con los requisitos estipulados en la sección del MOP 305. “Terraplenados”.

Después que el sitio haya sido nivelado y compactado, se tiene que colocar y compactar una capa de agregado triturado sobre toda el área de pilas de acopio y las tiene que hacer suficientes para estabilizar el suelo del sitio y las carreteras de acceso para prevenir la contaminación de las pilas de acopio con suelo u otros materiales perniciosos.

**Acopio de agregados en pilas** El equipo y los métodos usados para acopiar agregados en pilas tienen que ser tales que no ocurra degradación ni segregación perjudiciales del agregado. No se incorporará al agregado ninguna cantidad apreciable de material extraño. No se permitirá que se entremezclen los materiales de las pilas de acopio.

La contaminación de las pilas de acopio por el transporte o colocación de equipos no se permitirá, y cualquier agregado así contaminado se retirará de la pila de acopio y se eliminará.

Las pilas de acopio tienen que ser construidas en capas que no excedan de 1.5 m. de espesor.

Cuando los materiales se acopien en pilas por medio de cintas transportadoras, los conos se limitaran a 1.8 metros.

**Método de medición** La cantidad de agregado a pagarse será el número de metros cúbicos o de toneladas ordenadas y colocadas en pilas de acopio autorizadas.

Cuando se requiera el pago por metro cúbico en el itinerario de la licitación, las pilas de acopio terminadas se medirán y calcularán por el método de área terminada promedio.

Cuando se señalen la escoria y la piedra (o grava) como materiales alternativos para partidas de paga en el itinerario de la licitación y el pago se realice por peso, las cantidades estimadas se basarán en las gravedades específicas volumétricas promedio de los materiales alternativos disponibles.

**Base para el pago** Las cantidades aceptadas, determinadas en las formas provistas anteriormente, se pagará el precio unitario contractual licitado, respectivamente, por cada una de las partidas de pago particulares enumeradas a continuación que figuran en el itinerario de la licitación, cuyos precios y pagos constituirán la compensación total por el trabajo prescrito en esta sección, con excepción de que cuando se especifique en el contrato, los agregados triturados colocados en la pila de acopio se aceptarán sobre una base estadística, de acuerdo con lo dispuesto en la “EVALUACION ESTADISTICA DE LOS MATERIALES PARA SU ACEPTACIÓN”.

El pago se realizará para la

#### **Rubro de Pago y Designación**

#### **Unidad de Medición**

Agregados en pilas de acopio, Sección....., graduación....., .....	Metro cúbico (m3).
Agregado en pilas de acopio Sección....., graduación....., .....	Toneladas (ton).
Preparación del sitio de pilas de Acopio.....	Hectáreas (ha).

### **803.b Evaluación estadística de los materiales para su aceptación**

Cuando las especificaciones requieren que a un material se le tome muestras y se le hagan pruebas con un fundamento estadístico, el material será evaluado para su aceptación de acuerdo a esta subsección. Todos los resultados de pruebas para su lote serán analizados colectiva y estadísticamente con el Método de Análisis de Nivel de Calidad-Desviación Estándar, utilizando los procedimientos especificados para determinar el porcentaje total estimado del lote que está dentro de los límites de las especificaciones. El Análisis de Nivel de Calidad es un procedimiento estadístico para estimar el porcentaje de cumplimiento a una especificación y es efectuados por cambios en el promedio

aritmético (X) y por la desviación estándar de la muestra (s). El análisis de cada

parámetro de prueba será basado en un **Nivel Aceptable de Calidad (NAC)** de 95.0 y un riesgo del productor de 0.05. El NAC puede ser visto como el porcentaje menor de material de las especificaciones que es aceptable como un promedio del proceso. El riesgo del productor es la probabilidad de que cuando el contratista esté produciendo material a exactamente el NAC, los materiales recibirán menos de un factor de pago de 1.00.

Como un incentivo para adquirir el material de calidad, un factor de pago mayor de 1.00 se puede obtener. El factor de pago máximo obtenible es de 1.05.

Un lote que contenga material que no esté de acuerdo con las especificaciones (un factor de pago menor de 1.00), puede ser aceptado si el factor de pago es por lo menos 0.75 y no existe defectos aislados identificados por la Fiscalización. La Fiscalización puede ordenar la remoción del material que no está de acuerdo con las especificaciones.

Un lote que contenga material que falle en obtener por lo menos un factor de pago de 0.75, será rechazado por la Fiscalización. Todo el material rechazado tiene que ser removido del trabajo, incluyendo todas las partes del trabajo en las cuales se haya utilizado dicho material que no está de acuerdo con las especificaciones, a menos que exista un pedido por escrito del contratista para que acepte el material a un precio reducido, y que exista una decisión de la Fiscalización de que el material que no está de acuerdo con las especificaciones, puede ser aceptado y permitido su uso o que permanezca en el trabajo terminado.

Cualquier lote del cual se hayan obtenido por lo menos tres muestras y todos los resultados de las pruebas llenen los siguientes criterios recibirán un factor de pago por lo menos de 1.00 si:

- ?? Todos los resultados de las pruebas se encuentran dentro de la desviación permisible especificada para esa parte, o
- ?? Todos los resultados de las pruebas son mayores o iguales a un límite mínimo de especificación, o
- ?? Todos los resultados de las pruebas son menores o iguales a un límite máximo de especificación, el que sea apropiado.

El computo del Nivel de Calidad en estos casos, será para determinar la cantidad de cualquier bono que pueda ser garantizado.

Si menos de tres muestras han sido obtenidas en el momento en que se termine un lote, el material en el lote restringido será incluido como parte de un lote adyacente al factor de pago calculado para ese lote revisado.

El contratista puede escoger y remover cualquier material defectuoso y reponerlo con material nuevo para evitar un factor de pago menor de 1.00. A cualquier material defectuoso nuevo que se le tomarán muestras, se le harán

pruebas y se le evaluará para su aceptación de acuerdo a esta subsección.

La Fiscalización puede rechazar cualquier cantidad de material que parezca defectuoso de acuerdo a una inspección visual o resultados de pruebas. Dicho material rechazado no puede ser utilizado en el trabajo y los resultados de las pruebas hechas en el material rechazado no serán incluidas en las pruebas de aceptación de lote.

**Análisis del nivel de calidad.-** Los procedimientos del Método de Desviación Estándar son como siguen:

- (a) Determine el promedio aritmético (  $\bar{X}$  ) de los resultados de las pruebas :

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

donde ,  $\sum$  = sumatoria de

$x$  = valor individual de la prueba

$n$  = número total de valores de pruebas

- ( b ) Calcule la desviación estándar de la muestra (  $s$  ) :

$$s = \sqrt{\frac{n \sum (x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

donde,  $\sum (x^2)$  = sumatoria de los cuadrados de los valores individuales de las pruebas.

$(\sum x)^2$  = sumatoria de los valores individuales al cuadrado de las pruebas .

- ( c ) Calcule el índice superior de calidad (  $Q_s$  ) :

$$Q_s = \frac{USL - \bar{X}}{S}$$

donde, USL (límite superior de especificación ) = valor que se busca más la desviación permitida.

- ( d ) Calcule el índice menor de calidad (  $Q_I$  )

—

$$Q_I = \frac{\bar{X} - LSL}{S}$$

donde, LSL ( límite inferior de especificación ) = valor que se busca menos la desviación permitida.

(e) Determine Ps ( el porcentaje dentro del limite superior de la especificación que corresponde a un Qs dado) de la Tabla 8 - 803.1. Nota: Si un USL no es especificado, Ps será 100.

( f ) Determinar P<sub>I</sub> ( el porcentaje dentro del limite inferior de la especificación que corresponde a un Q<sub>I</sub> dado ) de la tabla 8 - 803 – 1. Nota: Si un LSL no es especificado, P<sub>I</sub> será 100.

( g ) Determine el Nivel de Calidad (el porcentaje total dentro de los limites de la especificación).

$$\text{Nivel de Calidad} = (P_s + P_I) - 100$$

( h ) Utilizando el Nivel de Calidad del paso ( g ) , determine el factor de pago del lote de la Tabla 8 - 803 – 2.



TABLAS 8 - 803 – 1

	ANALISIS DEL NIVEL DE CALIDAD POR EL METODO DE DESVIACION ESTANDAR														
Ps o P <sub>I</sub> DENTRO DE LOS LIMITES DE VALORES POSITIVOS DE Qs o Q <sub>I</sub>															
	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 7	N = 8	n = 9	n = 10	n = 12	n = 15	n = 19	n = 26	n = 38	n = 70	n=201
								A n = 11	a n = 14	A n = 18	A n = 25	a n = 37	a n = 69	a n=200	a n = ?
100	1.16	1.50	1.79	2.03	2.23	2.39	2.53	2.65	2.83	3.03	3.20	3.38	3.54	3.70	3.83
99		1.47	1.67	1.80	1.89	1.95	2.00	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22	2.26	2.29	2.31
98	1.15	1.44	1.60	1.70	1.76	1.81	1.84	1.86	1.91	1.93	1.96	1.99	2.01	2.03	2.05
97		1.14	1.54	1.62	1.67	1.70	1.72	1.74	1.77	1.79	1.81	1.83	1.85	1.86	1.87
96	1.14	1.38	1.49	1.55	1.59	1.61	1.63	1.65	1.67	1.68	1.70	1.71	1.73	1.74	1.75
95		1.35	1.44	1.49	1.52	1.54	1.55	1.56	1.58	1.59	1.61	1.62	1.63	1.63	1.64
94	1.13	1.32	1.39	1.43	1.46	1.47	1.48	1.49	1.50	1.51	1.52	1.53	1.54	1.55	1.55
93		1.29	1.35	1.38	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.44	1.45	1.46	1.46	1.47	1.47
92	1.12	1.26	1.31	1.33	1.35	1.36	1.36	1.37	1.37	1.38	1.39	1.39	1.40	1.40	1.40
91	1.11	1.23	1.27	1.29	1.30	1.30	1.31	1.31	1.32	1.32	1.33	1.33	1.33	1.34	1.34
90	1.10	1.20	1.23	1.24	1.25	1.25	1.26	1.26	1.26	1.27	1.27	1.27	1.28	1.28	1.28
89	1.09	1.17	1.19	1.20	1.20	1.21	1.21	1.21	1.21	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.23
88	1.07	1.14	1.15	1.16	1.16	1.16	1.16	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
87	1.06	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.13	1.13
86	1.04	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
85	1.03	1.05	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
84	1.01	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99
83	1.00	0.99	0.98	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95
82	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
81	0.96	0.93	0.91	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
80	0.93	0.90	0.88	0.87	0.86	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
79	0.91	0.87	0.85	0.84	0.83	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
78	0.89	0.84	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78	0.77	0.77	0.77
77	0.87	0.81	0.78	0.77	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74	0.74
76	0.84	0.78	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
75	0.82	0.75	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.67
74	0.79	0.72	0.69	0.68	0.67	0.66	0.66	0.66	0.66	0.65	0.65	0.65	0.65	0.64	0.64

**Nota:** Para valores negativos de Qs o Q<sub>I</sub>, Ps o P<sub>I</sub>, es igual a 100 menos el valor de Ps o P<sub>I</sub>, que figura en la tabla . Si el valor de Qs o Q<sub>I</sub>, no corresponde exactamente a una figura en la tabla , utilice el próximo valor más alto.

TABLA 8- 803 – 1 (Cont.)

	ANALISIS DEL NIVEL DE CALIDAD POR EL METODO DE DESVIACION ESTANDAR														
Ps o P <sub>I</sub> DENTRO DE LOS LIMITES DE VALORES POSITIVOS DE Qs o Q <sub>I</sub>															
	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 7	n = 8	n = 9	n = 10	n = 12	n = 15	n = 19	n = 26	n = 38	n = 70	n=201
								a n = 11	A n = 14	a n = 18	A n = 25	a n = 37	a n = 69	a n=200	a n=?
73	0.76	0.69	0.66	0.65	0.64	0.63	0.63	0.63	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.61	0.61
72	0.74	0.66	0.63	0.62	0.61	0.60	0.60	0.60	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.58	0.58
71	0.71	0.63	0.60	0.59	0.58	0.57	0.57	0.57	0.57	0.56	0.56	0.56	0.56	0.55	0.55
70	0.68	0.60	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54	0.54	0.54	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.52
69	0.65	0.57	0.54	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
68	0.62	0.54	0.51	0.50	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
67	0.59	0.51	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44
66	0.56	0.48	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41
65	0.52	0.45	0.43	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
64	0.49	0.42	0.40	0.39	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
63	0.46	0.39	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33
62	0.43	0.36	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
61	0.39	0.33	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
60	0.36	0.30	0.28	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25
59	0.32	0.27	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
58	0.29	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
57	0.25	0.21	0.20	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
56	0.22	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
55	0.18	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
54	0.14	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
53	0.11	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
52	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
51	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Nota:** Para valores negativos de Qs o Q<sub>I</sub>, Ps o P<sub>I</sub>, es igual a 100 menos el valor de Ps o P<sub>I</sub>, que figura en la tabla. Si el valor de Qs o Q<sub>I</sub>, no corresponde exactamente a una figura en la tabla, utilice el próximo valor más alto.

**TABLA 8 - 803 – 2**  
**FACTORES DE PAGO**

	NIVEL DE CALIDAD REQUERIDO PARA UN TAMAÑO DE MUESTRA DADO (n) Y UN FACTOR DE PAGO DADO														
FACTOR DE PAGO	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 7	n = 8	n = 9	n = 10 A n = 11	n = 12 a n = 14	n = 15 A n = 18	n = 19 a n = 25	n = 26 a n = 37	n = 38 a n = 69	n = 70 a n = 200	n = 201 a n = ?
1.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.04	90	91	92	93	93	93	94	94	95	95	96	96	97	97	99
1.03	80	85	87	88	89	90	91	91	92	93	93	94	95	96	97
1.02	75	80	83	85	86	87	88	88	89	90	91	92	93	94	95
1.01	71	77	80	82	84	85	85	86	87	88	89	90	91	93	94
1.00	68	74	78	80	81	82	83	84	85	86	87	89	90	91	93
0.99	66	72	75	77	79	80	81	82	83	85	86	87	88	90	92
0.98	64	70	73	75	77	78	79	80	81	83	84	85	87	88	90
0.97	62	68	71	74	75	77	78	78	80	81	83	84	85	87	89
0.96	60	66	69	72	73	75	76	77	78	80	81	83	84	86	88
0.95	59	64	68	70	72	73	74	75	77	78	80	81	83	85	87
0.94	57	63	66	68	70	72	73	74	75	77	78	80	81	83	86
0.93	56	61	65	67	69	70	71	72	74	75	77	78	80	82	84
0.92	55	60	63	65	67	69	70	71	72	74	75	77	79	81	83
0.91	53	58	62	64	66	67	68	69	71	73	74	76	78	80	82
0.90	52	57	60	63	64	66	67	68	70	71	73	75	76	79	81
0.89	51	55	59	61	63	64	66	67	68	70	72	73	75	77	80
0.88	50	54	57	60	62	63	64	65	67	69	70	72	74	76	79
0.87	48	53	56	58	60	62	63	64	66	67	69	71	73	75	78
0.86	47	51	55	57	59	60	62	63	64	66	68	70	72	74	77
0.85	46	60	53	56	58	59	60	61	63	65	67	69	71	73	76

**NOTA:** Para obtener un factor de pago dado, el nivel de calidad computado tiene que igualar o exceder el valor en la tabla.

**TABLA 8 - 803 – 2 (CONT.)**

	<b>NIVEL DE CALIDAD REQUERIDO PARA UN TAMAÑO DE MUESTRA DADO (n) Y UN FACTOR DE PAGO DADO</b>														
<b>FACTOR DE PAGO</b>	<b>n = 3</b>	<b>n = 4</b>	<b>n = 5</b>	<b>n = 6</b>	<b>n = 7</b>	<b>n = 8</b>	<b>N = 9</b>	<b>n = 10</b> a n = 11	<b>n = 12</b> A n = 14	<b>n = 15</b> a n = 18	<b>n = 19</b> A n = 25	<b>n = 26</b> a n = 37	<b>n = 38</b> a n = 69	<b>n = 70</b> a n = 200	<b>n=201</b> a n=?
0.84	45	49	52	55	56	58	59	60	62	64	65	67	69	72	75
0.83	44	48	51	53	55	57	58	59	61	63	64	66	68	71	74
0.82	42	46	50	52	54	55	57	58	60	61	63	65	67	70	72
0.81	41	45	48	51	53	54	56	57	58	60	62	64	66	69	71
0.80	40	44	47	50	52	53	54	55	57	59	61	63	65	67	70
0.79	38	43	46	48	50	52	53	54	56	58	60	62	64	66	69
0.78	37	41	45	47	49	51	52	53	55	57	59	61	63	65	68
0.77	36	40	43	46	48	50	51	52	54	56	57	60	62	64	67
0.76	34	39	42	45	47	48	50	51	53	55	56	58	61	63	66
0.75	33	38	41	44	46	47	49	50	51	53	55	57	59	62	65
<b>RECHAZO</b>	<b>NIVELES DE CALIDAD MENOR QUE AQUELLOS ESPECIFICADOS PARA UN FACTOR DE PAGO DE 0.75</b>														

**NOTA:** Para obtener un factor de pago dado, el nivel de calidad computado tiene que igualar o exceder el valor en la tabla.

**803-3.02. Requisitos.-** Los agregados finos para el hormigón de cemento Portland, deberán cumplir los requerimientos de granulometría especificados en la Tabla 803-3.1., de acuerdo con la norma INEN 872 (Tabla 1).

**Tabla 803-3.1.**

<b>REQUISITOS DE GRADACION DEL ARIDO FINO</b>	
<b>TAMIZ</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA</b>
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (N° 4)	95 - 100
2,36 mm (N° 8)	80 - 100
1,18 mm (N° 16)	50 - 85
600 mm (N° 30)	25 - 60
300 mm (N° 50)	10 - 30
150 mm (N° 100)	2 - 10

El porcentaje mínimo indicado en la Tabla 803-3.1 para el material que pasa por los tamices INEN 300 mm y 150 mm, puede reducirse a 5 y 0 respectivamente, si el árido se lo va a utilizar en la elaboración de hormigón con incorporador de aire que contenga más de 250 kg de cemento por metro cúbico de hormigón, o en hormigón sin incorporador de aire que contenga más de 300 kg de cemento por metro cúbico de hormigón, o si se utiliza un aditivo mineral aprobado, a fin de suplir la deficiencia en porcentaje que atraviesa estos tamices. Se considera aquí que hormigón con incorporador de aire es aquel que contiene cemento incorporador de aire o un agente incorporador, con un contenido de aire de más del 3%.

Entre dos tamices cualesquiera consecutivos de aquellos que se indica en la Tabla 803-3.1, no debe quedar retenido más del 45% del árido fino, y su módulo de finura no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1.

Si el módulo de finura varía en más de 0,20 del valor supuesto al seleccionar las proporciones para el hormigón, el árido fino debe ser rechazado, a menos que se hagan ajustes adecuados en las proporciones del hormigón para compensar la deficiencia de gradación.

El árido fino que no cumpla con los requisitos de gradación y módulo de finura puede ser utilizado, siempre que mezclas de prueba preparadas con este árido fino cumplan con los requisitos de las especificaciones particulares de la obra.

**803-3.04. Ensayos y Tolerancias.-** Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico especificado en la norma INEN 697.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 856.

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo determinado en la norma INEN 858.

El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas de impurezas orgánicas, para lo cual se empleará el método de ensayo INEN 855. Se rechazará todo el material que produzca un color más oscuro que el patrón.

Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede ser utilizado, si la decoloración se debe principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares. También puede ser aceptado si, al ensayarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia de morteros, la resistencia relativa calculada a los 7 días, de acuerdo con la norma INEN 866, no sea menor del 95%.

El árido fino por utilizarse en hormigón que estará en contacto con agua, sometido a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto

con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón. Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido fino puede utilizarse, siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0,6% de álcalis calculados como óxido de sodio, o con la adición de un material que haya demostrado previene la expansión perjudicial debida a la reacción árido-álcalis.

El árido fino sometido a cinco ciclos de inmersión y secado para el ensayo de resistencia a la disgregación (norma INEN 863), debe presentar una pérdida de masa no mayor del 10%, si se utiliza sulfato de sodio; o 15%, si se utiliza sulfato de magnesio. El árido fino que no cumple con estos porcentajes puede aceptarse, siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va a estar sometido el hormigón por elaborarse con dicho árido.

Todo el árido fino que se requiera para ensayos, debe cumplir los requisitos de muestreo establecidos en la norma INEN 695.

La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican en la Tabla 803-3.2., de acuerdo con lo estipulado en la norma INEN 872, para árido fino.

Tabla 803-3.2.

<b>LIMITES DE LAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN EL ARIDO FINO PARA EL HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND</b>		
<b>SUSTANCIA PERJUDICIAL</b>	<b>% MAX EN MASA</b>	<b>METODO DE ENSAYO INEN **</b>
Material más fino que el tamiz INEN 75 mm*		
a) Para hormigón sometido a abrasión	3	697
b) Para cualquier otro hormigón	5	
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	3	698
Partículas livianas (carbón y lignito)		
a) Cuando la apariencia superficial del hormigón es de importancia	0,5	699
b) Para cualquier otro hormigón	1,0	
Cloruros como Cl		
a) Para hormigón simple	1,0	
b) Para hormigón armado	0,4	865
c) Para hormigón preesforzado	0,1	
Sulfatos como SO <sub>4</sub>	0,6	865
Partículas en suspensión después de 1 hora de sedimentación	3	864

??

?? En el caso de arena de trituración, si el material más fino que el tamiz INEN 75 mm consiste en polvo resultante de trituración, libre de esquistos y arcilla, los límites pueden aumentarse a 5 y 7%, respectivamente.

\*\* El método propuesto por el INEN es obligatorio.

#### 803-4. Agregados Livianos.

**803-4.01. Descripción.-** Los agregados livianos consistirán en pizarras o arcillas expandidas en hornos giratorios, y tendrán una superficie sellada por cocción. Los agregados livianos se sujetarán a las especificaciones de la norma ASTM C 330.



## SECCION 804. AGUA PARA HORMIGONES Y MORTEROS

### 804-1. Generalidades.

**804-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que debe cumplir el agua que se emplea en la construcción de hormigones y morteros.

**804-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación se aplica para el agua que se va a emplear en cualquier tipo de construcción y que se mezclará con cemento Portland en el proceso.

**804-2. Requisitos.-** El agua que se emplea en hormigones y morteros deberá ser aprobada por el Fiscalizador; será limpia, libre de impurezas, y carecerá de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar y materia orgánica.

El agua potable será considerada satisfactoria para emplearla en la fabricación de morteros y hormigones.

**804-3. Ensayos y Tolerancias.-** El agua para la fabricación de morteros y hormigones podrá contener como máximo las siguientes impurezas en porcentajes, que se presentan en la Tabla 804-3.1.

**Tabla 804-3.1.**

IMPUREZAS	%
Acidez y alcalinidad calculadas en términos de carbonato de calcio.	0,05
Sólidos orgánicos total.	0,05
Sólidos inorgánicos total.	0,05

### 804.a Agua

El agua para mezcla de hormigones y morteros, no debe tener sustancias nocivas tales como:

**DETERMINACION****LIMITACION**

PH	Mayor o igual a 5
Sustancias disueltas	Menor o igual 15 gr./ litro
Sulfatos	Menor o igual 1 gr./ litro
Sustancias orgánicas solubles en éter	Menor o igual 15 gr./ litro
ión cloro	Menor o igual 6 gr./litro
Hidratos de carbono	No deben contener

Es más perjudicial para el hormigón utilizar aguas no adecuadas para su curado que su amasado.

Si el Fiscalizador lo solicita, se someterá el agua a un ensayo de comparación con agua destilada.

La comparación se realizará mediante ensayos de durabilidad, tiempo de fraguado y resistencia del mortero según las normas INEN correspondientes.

Cualquier indicio de falta de durabilidad, cambio en el tiempo de fraguado en más de 30 minutos, o reducción de más del 10% en la resistencia del mortero, será causa suficiente para el rechazo del agua sometida a comparación.

## SECCION 805. ADITIVOS

### 805-1. Generalidades.

**805-1.01. Objetivos.-** Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón, para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra.

#### 805.a Aditivos

Se recomienda con anterioridad al uso de aditivos, realizar pruebas en el campo con el propio equipo que será utilizado en la construcción de la obra.

Si el caso lo requiere es necesario que se presenten muestras de dosificaciones realizadas con aditivos, para ser incorporadas en el diseño.

Se pueden utilizar aditivos que modifiquen la propiedad del hormigón cuando este se encuentre en estado fresco, durante la fase de fraguado o endurecimiento y en el hormigón endurecido.

**805-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación cubre únicamente a los aditivos empleados en la fabricación del hormigón de cemento Portland, y no es aplicable a aditivos especiales como expansores, aditivos para mortero lanzado, etc., los cuales tendrán sus propias especificaciones.

#### 805-1.03. Definiciones específicas.-

**Aditivos para hormigón.-** Son todos los compuestos distintos al agua, agregados y cemento Portland, que se emplean como ingredientes del hormigón, para mejorar su calidad, modificar el tiempo de fraguado, o para lograr otros objetivos relacionados con la adecuada construcción de obras de hormigón. Los aditivos no deberán producir efectos adversos en cualquier otra característica del hormigón.

**Aditivo reductor de agua (plastificante).-** Es aquel que permite disminuir la cantidad de agua necesaria para obtener una determinada consistencia del hormigón.

**Aditivo retardador.-** Es aquel que prolonga el tiempo necesario para el fraguado del hormigón.

**Aditivo acelerante.-** Es aquel que disminuye el tiempo necesario para el fraguado inicial del hormigón y aumenta la resistencia del mismo a temprana edad.

**Aditivo reductor de agua, de alto rango (superplastificante).-** Es aquel que reduce la cantidad de agua de mezclado dando al hormigón una consistencia del 12% o mayor que la correspondiente a la mezcla sin aditivo.

**Aditivos inclusores de aire.-** Aquellos que producen un incremento en el contenido de aire en el hormigón, y mejoran de esta manera su trabajabilidad.

**805-1.04. Clases de aditivos.-** Según el efecto en la mezcla, se tienen las siguientes clases de aditivos:

- ?? Acelerante
- ?? Retardantes de fraguado
- ?? Reductores de agua
- ?? Reductores de agua de alto rango
- ?? Reductores de agua y acelerantes
- ?? Reductores de agua y retardantes
- ?? Reductores de agua de alto rango y retardantes
- ?? Inclusores de aire
- ?? Impermeabilizantes

**805-2. Condiciones Generales.-** Para el uso de cualquier aditivo específico, será obligatorio que el Fiscalizador dé su autorización escrita. Los principales casos en los que puede ser conveniente el emplear un aditivo serán:

- a) Cuando las especificaciones de la construcción de la obra lo establezcan.
- b) Cuando lo solicite el Contratista, para satisfacer las condiciones de trabajo.
- c) Cuando el laboratorio lo proponga, para corregir deficiencias observadas en los materiales disponibles o para satisfacer requisitos especiales de construcción.

El Fiscalizador concederá la necesaria autorización solamente después de verificar el efecto del aditivo, mediante los respectivos ensayos establecidos. Los productos que satisfagan los requisitos establecidos en estas especificaciones, serán considerados como aditivos aptos para su uso.

Las pruebas para la aprobación de aditivos se harán usando igual tipo de cemento y los mismos agregados y agua que se emplearán en un trabajo específico, comparando mezclas testigo que no contienen aditivo con mezclas de prueba que contengan el aditivo propuesto, con diferentes proporciones.

Si un aditivo aprobado ha permanecido almacenado por más de 6 meses, luego de las pruebas de control correspondientes, será muestreado y probado nuevamente antes de ser usado.

Los aditivos que contengan cloruros no deberán ser utilizados en hormigón presforzado, por la corrosión del acero de presfuerzo que inducen.

### **805-3. Requisitos.**

**805-3.01. Requisitos para los aditivos reductores de agua, retardantes, acelerantes y afines.-** Los aditivos reductores de agua, retardantes y acelerantes, deben cumplir los requerimientos físicos estipulados en la Tabla 805-3.1., que está de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM 490 y todos los demás requisitos que ésta exige, exceptuando el análisis infrarrojo.

**805-3.02. Requisitos para los aditivos inclusores de aire.-** Los aditivos incorporadores de aire deben cumplir con lo estipulado en la norma INEN 191.

Un aditivo inclusor de aire, una vez molido conjuntamente con el cemento Portland, debe producir un material que cumpla con los requisitos de la norma INEN 152, pero dentro de las siguientes condiciones:

- a) El tiempo de fraguado del cemento que contenga el aditivo no debe variar con respecto al de la muestra de referencia (sin aditivo) en más del 50%.
- b) La expansión en autoclave del cemento que contenga el aditivo no debe exceder a la expansión de la muestra de referencia en más del 10%.
- c) La resistencia a la compresión de probetas de mortero normal, hechas con cemento que contengan aditivo, no debe ser menor que el 80% de la correspondiente de probetas similares hechas sin aditivo.
- d) El cambio de longitud en moldes de mortero hechos con cemento que contenga el aditivo, basado en una medida inicial tomada a los 7 días de su elaboración, no debe exceder en más del 1% al de moldes de mortero similar hechos sin aditivo.
- e) El porcentaje de aire incorporado en el hormigón con cemento que contenga el aditivo, debe exceder por lo menos en 2,5 al de la muestra de referencia.
- f) La resistencia a la compresión del hormigón, hecho con cemento que contenga el aditivo, no debe ser menor del 80% de la resistencia a la compresión del hormigón de referencia.
- g) La resistencia a la flexión del hormigón, hecho con cemento que contenga el aditivo, no debe ser menor del 85% de la resistencia a la flexión del hormigón de referencia.

**Tabla 805 -3.1**  
**REQUISITOS FISICOS PARA ADITIVOS QUIMICOS**

	Reductor de agua	Retardante	Acelerante	Reductor de Agua y retardante	Reductor de Agua y acelerante	Reductor de agua alto rango	Reductor de agua, alto rango y retardante
Porcentaje de Agua máximo con relación A la muestra de referencia	95	--	--	95	95	88	88
Tiempo de fraguado del hormigón, desviación permisible respecto a la muestra de referencia. HH:MM							
Fraguado inicial: no menos de	--	1:00 después	1:00 antes	1:00 después	1:00 antes	--	1:00 después
no más de	1:00 antes ó 1:30 después	3:30 después	3:30 antes	3:30 después	3:30 antes	1:00 antes ó 1:30 después	3:30 después
Fraguado final: no menos de	--	--	1:00 antes	--	1:00 antes	--	--
no más de	1:00 antes ó 1:30 después	3:30 después	--	3:30 después	--	1:00 antes ó 1:30 después	3:30 después
Resistencia mínima a la compresión en % con respecto a la muestra de referencia							
1 día	--	--	--	--	--	140	125
3 días	110	90	125	110	125	125	125
7 días	110	90	100	110	110	115	115
28 días	110	90	100	110	110	110	110
6 meses	100	90	90	100	100	100	100
12 meses	100	90	90	100	100	100	100
Resistencia mínima a la compresión en % con respecto a la muestra de referencia							
3 días	100	90	110	100	110	110	110
7 días	100	90	100	100	100	100	100
28 días	100	90	90	100	100	100	100
Cambio de longitud máxima. Contracción (requisitos alternativos)							
Porcentaje en la muestra de referencia	135	135	135	135	135	135	135
% aumento con respecto a la referencia	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Durabilidad relativa, factor mínimo *	80	80	80	80	80	80	80

**805-4. Ensayos y Tolerancias .-** Los ensayos y tolerancias para aditivos químicos deberán regirse a lo estipulado en la norma ASTM C 494.

Las muestras de cemento que contengan aditivos incorporadores de aire deben ser ensayadas de acuerdo a los siguientes métodos indicados en la Tabla 805-4.1.

**Tabla 805-4.1.**

ENSAYO	NORMA INEN N°
- Análisis químicos	192
- Determinación del óxido férrico y del óxido de aluminio	193
- Determinación del trióxido de azufre	203
- Superficie específica del cemento	196, 197
- Consistencia normal	157
- Tiempo de fraguado	158
- Expansión de autoclave	200
- Contenido de aire en el mortero	195
- Resistencia a la flexión y compresión de morteros	198

## SECCION 806. MATERIALES PARA JUNTAS

### 806.1. Generalidades

**806-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto determinar los requisitos y métodos de ensayo que deben cumplir los materiales que se utilizan tanto para cubrir como para rellenar juntas de construcción de las obras viales.

#### 806.a Material de juntas de expansión

Este tipo de juntas deben estar indicadas en los planos o contempladas en las especificaciones.

Es necesario indicar que el almacenamiento de estos sellantes deberían hacerse bajo los 40°C.

**806-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación se aplica únicamente a los materiales que se usan para cubrir y rellenar juntas en pavimentos de concreto y construcciones estructurales.

**806-1.03. Detalles de instalación.-** Cuando se use cintas o bandas de PVC con bulbo central para impermeabilizar juntas, se debe tomar en cuenta los siguientes detalles para su colocación:

- a) El bulbo central se debe colocar en el centro de la junta.
- b) No se colocarán clavos en el bulbo central.
- c) Las cintas deben ser selladas en caliente y no se las debe traslapar.
- d) Para mantener la cinta en su sitio, cuando se vierta el hormigón, esta se la sujetará a distancias no mayores de 30 cm y entre la primera y segunda estría de cada lado.
- e) Para asegurar un buen contacto entre la banda y el hormigón, éste se debe evitar alrededor de la misma.

La plancha de cobre en cada junta deberá ser en lo posible una sola pieza, y si se requiere de más de una pieza, las uniones deberán conectarse mediante soldadura de manera que se forme una unidad completamente hermética contra el paso del agua.

Si se requiere el uso de algún material para sellar la junta, con el objeto de evitar la acumulación de material extraño en la misma, ésta debe estar completamente limpia antes de la colocación.

#### 806.b Clases de sellantes de juntas

Se pone a consideración esta lista de sellantes que pueden ser utilizados, de



acuerdo a las recomendaciones establecidas, en las Especificaciones Estándar para Construcción y Mantenimiento de Avenidas, Calles y Puentes del Departamento de Transporte de Texas de los Estados Unidos.

**CLASE 1.-** Dos componentes:(Polímero Sintético) Synthetic Polymer, Non - Sag.

Estos componentes deben ser mezclados en proporciones de acuerdo a las recomendaciones.

**CLASE 2.-** Dos componentes: Synthetic Polymer, Self- Leveling.

Estos componentes deben ser mezclados en proporciones de acuerdo a las recomendaciones

**CLASE 3.-** Hot Poured Rubbles, componente asfáltico.

**CLASE 4.-** Non- Sag Low Modulus Silicone.

Este material es un solo componente.

**CLASE 5.-** Self-Leveling Low Modulus Silicone.

**CLASE 6.-** Sellantes preformados para juntas.

Están conformados de material elastomérico y pueden obtener multitud de formas.

Las formas y dimensiones deberían constar en los planos.

La Fiscalización debe confirmar por una inspección visual que el sellante cumpla con las propiedades requeridas, para la instalación, en su tamaño, configuración y manufactura y deberá establecer la distorsión que existe.

**CLASE 7.-** Self- Leveling, Rapid Curing, Low Modulus Silicone.

Este material esta compuesto por dos componentes:  
Rapidl Curing, self-leveling, Low Modulus formulation.

Los componentes deben ser mezclados en proporciones de acuerdo a las recomendaciones.

## **806-2. Cubrejuntas de cobre.**

**806-2.01. Descripción.-** Las cubrejuntas de cobre estarán formadas por tiras de dicho material cuya forma, detalles y espesor se determinarán en los planos.

**806-2.02. Requisitos.-** Los cubrejuntas de cobre deberán cumplir con los requisitos estipulados en la norma AASHTO M 138.

**806-2.03. Ensayos y tolerancias.-** Las dimensiones, pesos y variaciones permisibles estarán de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM B 248.

El material empleado para cubrejuntas de cobre no será de estructura granular ni quebradiza, características que se determinarán de acuerdo al método de ensayo de quebradización estipulado en la norma ASTM B 577.

La resistividad eléctrica del material se determinará de acuerdo con el método de ensayo estipulado por la norma ASTM B 193.

### **806-3. Cubrejuntas de caucho**

**806-3.01. Descripción.-** Las cubrejuntas de caucho podrán ser del tipo moldeado o estirado, de caucho natural o sintético o una mezcla de ambos y no tendrán porosidades u otros defectos. Su presentación podrá ser en forma de láminas y de bandas o cintas, según se requiera en la obra.

**806-3.02. Requisitos.-** Las cubrejuntas de caucho natural deberán cumplir las siguientes exigencias:

- a) Resistencia a la tensión mínima:  $246,6 \text{ kg/cm}^2$
- b) Alargamiento en la ruptura: 550%
- c) Dureza Shore: de 55 hasta 65
- d) Los esfuerzos unitarios para el 300% y 500% de aglomeramiento no deberán ser inferiores a 78 y  $197 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

Las cubrejuntas de caucho sintético deberán cumplir las siguientes exigencias:

- a) Resistencia a la tensión mínima:  $176 \text{ kg/cm}^2$
- b) Alargamiento en la ruptura: 425%
- c) Dureza Shore: de 50 hasta 70

**806-3.03. Ensayos y tolerancias.-** Los materiales que se emplean para la elaboración de cubrejuntas de caucho natural o sintético deberán someterse a los siguientes métodos de ensayo, para determinar sus características físicas:

- a) Determinación de la resistencia a la tensión, según la norma ASTM D 412.
- b) Alargamiento en la ruptura, según la norma ASTM D 412.
- c) Determinación de la dureza Shore, según la norma ASTM D 2240. La dureza Shore, para las cubrejuntas de caucho natural, se determinará después de 7 días de exposición al aire a 70 grados centígrados y a una presión de  $21 \text{ kg/cm}^2$ , y para las cubrejuntas de caucho sintético, después de 7 días de exposición al aire a 70 grados centígrados o después de 48

- horas en oxígeno a 70 grados centígrados y a una presión de 21 kg/cm<sup>2</sup>.
- d) La resistencia a la tensión y el alargamiento no será inferior al 65% de los valores originales al ser ensayada por el método de la norma ASTM D 572.

#### **806.4. Relleno de Juntas.**

**806-4.01. Descripción.-** Los materiales que se usan para sellar juntas de expansión serán del tipo señalado en los planos y se sujetarán a lo especificado en la norma AASHTO M 153.

Los materiales de relleno preformados de tipo bituminoso consistirán de una masilla asfáltica formada y encajada entre dos capas impregnadas de fieltro bituminoso. La masilla estará compuesta por relleno mineral y fibras de refuerzo que pueden contener tiras metálicas delgadas. En el caso de que la masilla contenga atiesador o refuerzo metálico, la porción de masilla contenida no será menor del 70% para materiales de un espesor mayor de 6.35 mm y 65% para materiales de menos de 6.35 mm de espesor. Estos materiales deberán cumplir con lo estipulado en la norma AASHTO M 33.

Los materiales preformados del tipo elástico bituminoso consistirán de tiras preformadas hechas de caña o una fibra similar, saturadas uniformemente con asfalto o tiras formadas por corcho granular limpio, recubiertas en forma similar por un ligante asfáltico y encajadas entre dos capas de fieltro saturado o dos capas de fieltro de lana de vidrio. Estos materiales deberán cumplir con lo especificado en la norma AASHTO M 213.

Los materiales que se usan para el relleno de juntas en frío, como las masillas, deberán cumplir con lo especificado en la norma ASTM 1850.

Los materiales que se usan para sellar juntas en caliente pueden ser de los siguientes tipos:

- a) Elásticas deben cumplir con lo especificado en la norma AASHTO M 173.
- b) Elastoméricos las cuales cumplirán con lo estipulado en la norma AASHTO M 282.

**806-4.02. Requisitos.-** Los materiales de caucho esponjoso, corcho y corcho autoexpandible deberán cumplir los requisitos físicos que están establecidos en la norma AASHTO M 153.

Los materiales preformados para juntas de expansión de concreto, de tipo bituminoso, deben cumplir con los requisitos físicos que están especificados en la norma AASHTO M 33.

Los materiales preformados para juntas de expansión de pavimentos de concreto (no exprimibles y del tipo bituminoso elástico) deberán cumplir con los requisitos físicos, estipulados en la norma AASHTO M 213.

Los materiales selladores de juntas aplicados en frío deberán cumplir con los requisitos físicos estipulados en la norma ASTM 1850.

Los sellos de juntas, colados en caliente, del tipo elástico, deberán cumplir los requisitos físicos especificados en la norma AASHTO M 173.

Los sellos de juntas, colados en caliente, del tipo elastomérico, deberán cumplir los requisitos físicos y todos los demás requerimientos estipulados en la norma AASHTO M 282.

**806-4.03. Ensayos y Tolerancias.-** Las tiras preformadas de caucho esponjoso, corcho, bituminosas y elástico-bituminosas que se usan para sello de juntas de expansión deberán tener las dimensiones que se especifiquen en los planos. Las tiras cuyas dimensiones no se especifiquen podrán tener una variación permisible de 1,6 mm en su espesor, 2 mm en su ancho, y 6,4 mm en su longitud; si no cumplen con estos requisitos, serán rechazadas.

Las propiedades descritas de este tipo de materiales serán determinadas de acuerdo al método de ensayo propuesto en la norma AASHTO T 42.

Además, los sellos de tipo bituminoso descritos según AASHTO M 33, requieren el ensayo de solubilidad en bisulfato de carbono propuesto en la norma AASHTO T 44.

Las propiedades descritas para los materiales sellantes de juntas, aplicados en frío, serán determinadas de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM 1851, excepto la penetración, que se determinará de acuerdo al método de ensayo propuesto por ASTM D 1191.

Las propiedades descritas para el material sellante de juntas, colado en caliente, del tipo elástico, serán determinadas de acuerdo al método de ensayo propuesto por la norma AASHTO T 187.

Las propiedades descritas para el material sellante de juntas, colado en caliente, del tipo elastomérico, serán determinadas de acuerdo al método de ensayo propuesto por la norma ASTM D 3408.

## SECCION 807. ACERO DE REFUERZO

### 807-1. Generalidades.

**807-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que debe cumplir el refuerzo previsto para el hormigón armado, ya se use en estructuras o en pavimentos rígidos.

**807-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación no cubre el acero por emplearse en estructuras metálicas ni otras piezas metálicas que se emplean en las obras viales, las cuales tienen sus propias especificaciones.

Las barras que se emplean para unir las diferentes losas del pavimento rígido deben cumplir lo aquí especificado.

**807-1.03. Definiciones Específicas.-** Las siguientes definiciones se aplican de manera específica para el acero de refuerzo:

**807-1.03.1.Barras.-** Elementos cilíndricos largos, que conforman el refuerzo de las obras que se construyen en hormigón armado. En estas especificaciones, se emplean las palabras barra y varilla indistintamente, y con el mismo significado.

### 807-2. Acero en Barras.

**807-2.01. Descripción.-** Salvo que se especifique lo contrario, el refuerzo del hormigón armado estará constituido por barras de acero con resaltes, laminadas en caliente o torcidas en frío, las cuales deben satisfacer los requisitos establecidos en las Normas INEN que se señalan a continuación:

?? - **INEN 102:VARILLAS CON RESALTES DE ACERO AL CARBONO LAMINADAS EN CALIENTE PARA HORMIGON ARMADO.**

?? - **INEN 104:BARRAS CON RESALTES DE ACERO AL CARBONO TORCIDAS EN FRIO PARA HORMIGON ARMADO.**

Las barras pasajuntas del pavimento rígido y las requeridas en aquellas partes del refuerzo, como espirales, estribos y armadura de temperatura, en donde se especifique el empleo de barras lisas, deberán cumplir lo establecido en las siguientes Normas INEN:

??

?? - **INEN 101:BARRAS LISAS DE ACERO AL CARBONO DE SECCION CIRCULAR LAMINADAS EN CALIENTE PARA HORMIGON ARMADO**

?? - **INEN 103:BARRAS LISAS DE ACERO AL CARBONO TORCIDAS EN FRIO PARA HORMIGON ARMADO.**

Todas las barras de refuerzo se doblarán lentamente y en frío para darles la forma indicada en los planos, sea cual fuere su diámetro. No se permitirá el uso de barras dobladas en caliente, salvo que lo haya autorizado por escrito el Fiscalizador.

Número, disposición, diámetro y grado del refuerzo se indicarán en los planos de la estructura, y no podrá variarse, salvo que haya aceptación escrita del diseñador y la respectiva autorización del Fiscalizador.

Los planos indicarán los detalles constructivos tales como traslapes, empalmes, soldaduras, etc.

### **807.a Acero de refuerzo**

Este ítem norma el suministro y colocación del acero corrugado y liso y las secciones y detalles deberán constar en los planos. El refuerzo debe cumplir los requisitos técnicos establecidos por el INEN y en caso de no existir, recurrir a las siguientes recomendaciones establecidas por el ASTM.

Si no se especifica en los planos, el acero de refuerzo deberá ser de grado 400 y todas las barras de refuerzo serán corrugadas y estarán regidas por las siguientes recomendaciones:

1. - ASTM A 615, Grados 300 o 400.
2. - ASTM A 617, Grado 400
- 3.- ASTM A 616, Grado 400, (barras ASTM A 616 deberán ser suministradas como barras rectas y no dobladas).
4. - ASTM A 706, Grados 400
5. - Barras lisas.- Barras lisas para pavimentos deberían tener un valor mínimo de esfuerzo a la cedencia de 400 Megapascuales. ( Barras lisas mayores de 15 metros de largo; deberán cumplir con los requisitos ASTM 36).
6. - Refuerzos en espiral.- Podrán ser lisas o corrugadas o alambres, del mínimo tamaño o diámetro indicando en los planos.

Barras para refuerzos en espiral deberán cumplir con ASTM A 675, grado 550 (referencia para ASTM A 29 está anulada), ASTM A 615 o 617, grado 300, o cumplir con lo especificado en los planos alambres lisos deberán cumplir con ASTM A 82 y alambres corrugados con ASTM A 496.

Acero de refuerzo para estructuras soldadas deberá tener un carbón equivalente de no más del 0.55 %.

7. - Alambres para mallas de refuerzo deberán normarse por ASTM A

82 o A 496. Mallas alambres deberán cumplir también con ASTM A 185 o ASTM A 497.

**807-2.02. Requisitos.-** Todas las barras de refuerzo, para su colocación en obra, deberán estar libres de defectos de fabricación como fisuras, poros, etc.; además no presentarán óxido, aceite, grasas y, en general, impurezas o contaminantes que puedan afectar su perfecta adherencia al hormigón.

Las Tablas 807-2.1. y 807-2-2., resumen los principales requisitos que debe cumplir el acero de refuerzo, tanto en sus dimensiones como en sus características resistentes:

**Tabla 807-2.1.**

**DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS (1)**

<b>DIÁMETRO mm.</b>	<b>AREA mm<sup>2</sup></b>	<b>PERÍMETRO mm.</b>	<b>MASA Kg/m.</b>
6	28	18.9	0.22
8	50	25.1	0.39
10	79	31.4	0.62
12	113	37.7	0.89
14	154	44.0	1.21
16	201	50.3	1.58
18	254	56.5	2.00
20	314	62.8	2.46
22	380	69.1	2.98
25	491	75.8	3.85
28	616	88.0	4.83
32	804	100.5	6.31

- (1) Los valores señalados en la Tabla 807-2.1., son NOMINALES. Ver las correspondientes Normas INEN para variaciones y tolerancias.

Tabla 807 -2.2.

## REQUISITOS FISICOS

Norma INEN	Grado	Resistencia a la Tracción N/mm <sup>2</sup> *	Límite de Fluencia N/mm <sup>2</sup> *	Alargamiento en %	DIAMETRO DEL MANDRIL **		
					Ensayo de Doblado		
					d < 14 mm.	d < 22 mm.	d < 22 mm.
101	A - 36	360 (37)	235 (24)	25	1.5 d	2.0 d	2.0 d
	A - 43	430 (44)	275 (28)	22	3.0 d	3.0 d	3.0 d
	A - 51	510 (52)	353 (36)	21	3.0 d	3.0 d	3.0 d
102	A - 28	275 (28)	432 (44)	22	3.0 d	3.5 d	5.0 d
	A - 42	411 (42)	618 (63)	15	3.5 d	5.0 d	7.0 d
103	AT - 41	615	410 (42)	14.5	2.0 d	2.0 d	2.0 d
104	AT - 49	750	490 (50)	14.5	2.0 d	2.0 d	2.0 d
	AT - 59	900	590 (60)	14.5	2.0 d	2.0 d	2.0 d

\* Entre paréntesis, el valor aproximado en Kg/mm<sup>2</sup>

\*\* d = diámetro de la barra



**807-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** El acero de refuerzo se inspeccionará y muestreará en el lugar de aprovisionamiento, siguiendo lo recomendado en la norma INEN 106. El contratista notificará al Fiscalizador con suficiente anticipación, para permitir el muestreo y comprobación, antes de efectuar el despacho del acero de refuerzo para la obra.

Cada paquete de acero se identificará en el lugar de aprovisionamiento con una tarjeta metálica, que señale el número del lote, clase y diámetro de las barras.

Esta identificación se colocará en un lugar visible y se mantendrá en perfectas condiciones hasta el momento de su procesamiento.

El Contratista, al realizar el embarque de los materiales, presentará al Fiscalizador los informes de los ensayos y Certificados de Cumplimiento del acero de refuerzo.

El Fiscalizador tomará, por su parte, un juego de muestras por cada 20 toneladas o fracción de cada tipo de Barras de Refuerzo por emplearse en la obra, las que serán inspeccionadas y ensayadas a tensión y doblado, de acuerdo a lo aquí establecido.

Si en la inspección de las muestras se determinare que más de un 5% de las barras que conforman un lote presentan defectos de fabricación, como alta porosidad, inclusiones de materias extrañas, grietas radiales o picaduras de óxido que afecten más de un 10% del área de una barra, se rechazará el lote, y prohibirá su embarque a la obra.

En caso de discrepancia entre los resultados de los ensayos realizados por el Fiscalizador y los valores que constan en los certificados de cumplimiento, se tomará un nuevo juego de muestras del material, cuyos resultados definirán la aceptación o rechazo del lote correspondiente.

Los ensayos antes indicados se ejecutarán de acuerdo a los procedimientos establecidos en las Normas:

??

?? - INEN 109: ENSAYO DE TRACCION PARA EL ACERO.

?? - INEN 110: ENSAYO DE DOBLADO PARA EL ACERO.

**807-3. Mallas.-** Se denominan así a los elementos industrializados de la armadura, que se presentan en forma de paneles rectangulares constituidos por alambres o barras soldadas a máquina, de acuerdo a las especificaciones de los planos para el refuerzo.

Las mallas de alambre estirado en frío, empleadas para refuerzo del hormigón armado, deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas ASTM: A 185 y A 497.

Las mallas de barras de acero deberán cumplir lo especificado en la subsección 807-2 de este Capítulo. No se podrán emplear barras de acero trefilado o que no sean soldables, lo cual debe ser certificado por el fabricante para su aceptación.

**807-4. Otras Piezas.-** El alambre de amarre será galvanizado y del calibre autorizado por el Fiscalizador. Para su empleo se deberá constatar que se encuentre limpio, libre de óxidos y

otras impurezas, y que su colocación se haya hecho de tal forma que una firmemente todas las barras que sujeta, para impedir cualquier movimiento entre ellas.

Todas las piezas empleadas en poner en posición las armaduras de refuerzo, como espaciadores, sillas, apoyos, colgadores, etc., serán metálicos, galvanizados o adecuadamente protegidos contra la corrosión, y se colocarán firmemente

sujetos a la armadura. La Fiscalización no dará autorización para iniciar la fundición de la pieza correspondiente, mientras no se cumpla este requisito.

**SECCION 808. ACERO PARA PRECOMPRESION****808-1. Generalidades.**

**808-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que deben cumplir los materiales utilizados para precomprimir el hormigón, en las diferentes estructuras así diseñadas, y podrán emplearse con este objeto alambres, cables o barras que se ajusten a esta Especificación, de acuerdo al elemento estructural de que se trate o al sistema constructivo que se emplee.

**808-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Los materiales utilizados en la precompresión del hormigón deben ser de acero de alta resistencia a la ruptura y elevado límite de fluencia, conforme lo establecen los requisitos de esta Especificación.

Esta especificación no cubre el acero a emplearse en estructuras metálicas ni en el refuerzo del hormigón armado, los cuales tienen sus propias especificaciones.

**808-1.03. Requisitos o Condiciones Comunes.-** Número, diámetro y clase del preesfuerzo se indicarán en los planos correspondientes, y no podrá variarse, salvo que haya aceptación escrita del diseñador de la estructura y la correspondiente autorización del Fiscalizador, a fin de mantener la responsabilidad legal.

El acero para preesfuerzo será protegido de daños físicos, corrosión u otros defectos, desde su fabricación, y especialmente durante su transporte y almacenamiento en obra, hasta que sea embebido en el hormigón o inyectada la lechada de cemento que fija definitivamente el elemento.

Todos los materiales llevarán el número del lote y deberán ser rotulados de tal manera que puedan ser identificados, sin lugar a equivocaciones, en el sitio de la obra.

Se rechazará y no se permitirá el empleo de cualquier material que no tenga esta identificación.

Se tomarán muestras de todos los diámetros o calibres a emplearse en obra, conforme se establece en esta Especificación, y que sean representativas del material, carrete o rollo del cual provienen, las cuales serán proporcionadas por el Contratista o retiradas por Fiscalización, sin que se pueda reclamar costo alguno por estas muestras o las labores para su obtención. El Contratista también proporcionará dos muestras de cada tipo de dispositivos de anclaje por emplearse.

Se presentará para cada material el Certificado del Fabricante, que garantiza los valores de la resistencia última a la tensión, de la muestra suministrada.

En caso de discrepancia entre los resultados de los ensayos realizados por el Fiscalizador y los valores que constan en los Certificados de cumplimiento, se tomará un nuevo juego de muestras del material, cuyos resultados definirán la aceptación o rechazo del lote correspondiente.

**808-2. Alambres para Precompresión.****808-2.01. Descripción.-**

**808.a Acero para precompresión.-** Se aplicarán las siguientes recomendaciones para acero de preesfuerzo, indicados a continuación:

Cables de acero conformado de 7 alambres, se regirá por el ASTM A 416 y las especificaciones del Departamento de Materiales D – 9 – 4500.

Todas las barras se regirá por el ASTM A 722 y los alambres de acero deberán regirse por el ASTM A 421 .

Se distinguen dos Tipos de alambre para precompresión, según sean usados en aplicaciones en las cuales se requiera o no de deformación en frío para el anclaje: el de Tipo botón o BA y el de Tipo cuña o WA, respectivamente.

**808-2.02. Requisitos.-** El diámetro del alambre no diferirá del valor nominal en más de 0.05 mm.

Los requisitos físicos y resistentes, para los diámetros más usuales, se presentan en la Tabla 808-2.1.

**808-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** El muestreo y los ensayos para control y aceptación del alambre de acero por emplearse en el preesfuerzo del hormigón, se harán de acuerdo a los procedimientos señalados en las Especificaciones AASHTO: M-204 Y T-244, y se retirará para este propósito una muestra de 2.00 metros de longitud, de cada lote, carrete o rollo.

**808-3. Cable de Acero.**

**808-3.01. Descripción.-** El cable de acero empleado en la precompresión del hormigón está formado por varios cordones, generalmente de 7 alambres, enrollados helicoidalmente alrededor de un núcleo central. El cable será construido con acero de alta resistencia, y cumplirá los requisitos establecidos en la Especificación AASHTO M-203.

Se distinguen dos Tipos de cable para este propósito, los cuales se denominan Grado 250 y Grado 270, respectivamente.

**Tabla 808-2.1.****REQUISITOS DE ALAMBRES PARA PRECOMPRESION**

<b>Propiedad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Diámetro en Milímetros. (Pulg.)</b>			
		<b>4.88 mm (0.192")</b>	<b>4.98 mm (0.196")</b>	<b>6.35 mm (0.250")</b>	<b>7.01 mm (0.276")</b>
Resistencia a la Tensión:					
Tipo BA	N/mm <sup>2</sup>	*	1653.5	1653.5	1619.0
Tipo WA	N/mm <sup>2</sup>	1722.4	1722.4	1653.5	1619.0
Esfuerzo al 1% de extensión:					
Tipo BA	N/mm <sup>2</sup>	*	1405.4	1405.4	1376.2
Tipo WA	N/mm <sup>2</sup>	1464.0	1464.0	1405.4	1376.2
Elongación Total		4% min	4% min	4% min	4% min

?? - No se fabrica este Tipo de alambre en 4.88 mm.

**808-3.02. Requisitos.-** El diámetro del Cable Grado 250 no podrá variar en más o en menos de 0.40 mm., con respecto al diámetro nominal. Para el cable Grado 270, la variación permisible será de 0.65 mm. en exceso, o de 0.15 mm. en defecto.

Los requisitos de resistencia establecidos para este material son los señalados en la Tabla 808-3.1., sin perjuicio de lo indicado en el numeral anterior.

**808-3.03. Ensayos y Tolerancias.-** Las muestras para control y aceptación del cable de acero por emplearse en el preesfuerzo del hormigón, se tomarán por cada 20 toneladas o fracción de cada tipo o diámetro de cable a emplearse en obra, retirando un trozo de longitud adecuada del extremo de cada rollo. Si la muestra presentare juntas o empalmes, se desechará y se tomará una nueva muestra.

Los ensayos de control se ejecutarán de acuerdo a los procedimientos establecidos en las Especificaciones AASHTO: M-204 y T-244.

**Tabla 808-3.1.**

## REQUISITOS DE CABLES PARA PRECOMPRESION

	Unidad	Diámetro nominal en Milímetros (Pulg.)					
PROPIEDAD		6.3 (1/4)	8.0 (5/16)	9.5 (3/8)	11.1 (7/16)	12.7 (1/2)	15.2 (6/10)
Area Nominal	mm <sup>2</sup>	23.22	37.42	51.61	69.68	92.90	139.35
Peso Nominal	Kg/m	0.18	0.29	0.40	0.55	0.73	1.10
Resis a la Rotura	N/mm <sup>2</sup>	40.000	64.500	89.000	120.000	160.00	240.000
Cargas de fluencia	N/mm <sup>2</sup>						
Cable Grado 250: inicial		4.000	6.450	8.900	12.000	16.000	24.000
mínima 1% elong.		34.000	54.700	75.600	102.000	136.000	204.000
Cable Grado 270: inicial				10.200	13.800	18.400	26.000
mínima 1% elong.				86.900	117.000	156.000	220.000

La elongación total del cable, al momento de la rotura, no será menor al 3.5% de la longitud de la probeta. Si la rotura se produce fuera de los apoyos del extensómetro, o en las muelas de la máquina de tensión, pero se cumple lo indicado, se considerará satisfactorio el ensayo.

### 808-4. Barras de Acero.

**808-4.01. Descripción.-** Las barras de acero empleadas en la precompresión del hormigón serán construidas con aleaciones de alta resistencia, y cumplirán lo indicado en la Especificación AASHTO M-275.

Se definen dos Tipos de barras, según carezcan o presenten resaltes en su superficie, y se identifican como Tipo I y Tipo II respectivamente.

**808-4.02. Requisitos.-** La resistencia última a la rotura de las barras no será menor a 1 000 N/mm<sup>2</sup> (10 000 kg/cm<sup>2</sup>). La resistencia a la fluencia no será menor al 85 y 80% del valor mínimo medido para la rotura, para barras Tipo I y II respectivamente.

El diámetro de las barras Tipo I, no podrá presentar variaciones de más de 0.80 mm. en exceso o 0.25 mm. en defecto, respecto al diámetro nominal correspondiente.

**808-4.03. Ensayos y Tolerancias.-** Las muestras para control y aceptación de las barras de acero a emplearse en el preesfuerzo del hormigón, se tomarán por cada 20 Toneladas o fracción de cada tipo o diámetro a emplearse en obra, cortando un trozo de longitud adecuada de una barra seleccionada al azar.

Los ensayos de control se ejecutarán de acuerdo a los procedimientos establecidos en las Especificaciones AASHTO M-275 y T-244.

## **808-5. Dispositivos y aparatos para anclaje.**

**808-5.01. Requisitos.-** Los dispositivos y aparatos para anclaje y demás accesorios tales como placas de acero, separadores y acoples serán de las características que se señale en los correspondientes planos estructurales y en el respectivo rubro del contrato.

Todo acero empleado en el preesfuerzo será asegurado en sus extremos mediante dispositivos de anclaje permanente, los que deberán ser capaces de soportar el 95% de la resistencia mínima de tensión garantizada para el acero de precompresión.

La carga de los anclajes será distribuida al hormigón, de tal manera que se cumplan los siguientes requisitos:

- a) El esfuerzo final a la compresión que soportará el hormigón, inmediatamente por debajo de la armadura o placa de anclaje, no será mayor de  $210 \text{ kg/cm}^2$ .
- b) El esfuerzo a la flexión en la armadura o placa de anclaje, debido a la acción del preesfuerzo, no excederá el valor de fluencia del material ni causará una distorsión apreciable en la placa de anclaje, cuando se aplique una carga igual al 95% de la última resistencia a la tensión.
- c) Los dispositivos de anclaje y demás accesorios se fabricarán con acero inoxidable o, en su defecto, deben ser galvanizados, y antes de su empleo, se deberá presentar la certificación y garantía del fabricante. Las piezas tendrán una tolerancia tal que todas ellas sean intercambiables.

**808-5.02. Ductos.-** Los ductos por emplearse en una obra específica para alojar cables con o sin adherencia y los requisitos que deben exigirse para su construcción, deberán constar en las Especificaciones Particulares de esa obra; así como también las características y dosificaciones de las lechadas de inyección, cuando éstas sean requeridas.

Los planos estructurales indicarán los materiales, espesores y detalles constructivos de todos los ductos previstos en la obra.

## SECCION 809. MORTEROS

### 809-1. GENERALIDADES

**809-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que debe cumplir el mortero de cemento Portland en las obras viales.

**809-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación no es aplicable al mortero requerido en la construcción de edificaciones, enlucidos, etc., lo cual, si se requiere, deberá constar en las Especificaciones Particulares.

**809-1.03. Definiciones Específicas.-** No se necesita de definiciones particulares, salvo las ya señaladas en el Capítulo 100 de estas Especificaciones.

**809-1.04. Tipos de Morteros y Dosificaciones.-** De acuerdo al propósito, el mortero se clasifica en los siguientes tipos, indicados en la Tabla 809-1.1.

**Tabla 809-1.1.**

Tipo	Uso	Cemento	Arena	Resistencia
A	Mampostería Soportante, Revoques, etc.	1	4	100 Kg/cm <sup>2</sup>
B	Mampostería no soportante	1	6	25 Kg/cm <sup>2</sup>
C	Juntas de Tubería	1	2	

En la tabla anterior, la resistencia se refiere a la de un cubo de mortero de 2" de arista, probado a los 28 días, moldeado de acuerdo a lo dispuesto en la Norma ASSHTO T-106

El Fiscalizador podrá ordenar la adición de cal hidratada al mortero, lo cual constará en la respectiva orden de cambio, al igual que la dosificación exigida.

**809-1.05. Cementantes.-** El cemento para morteros cumplirá lo establecido en la Sección 802 de estas Especificaciones.

La cal hidratada, si se solicita, cumplirá lo indicado en la Norma ASTM C-207 para cales Tipo "N", y lo aplicable de la subsección 815-2.02 de estas Especificaciones.

### 809-2. Agregado para mortero.

**809-2.01. Descripción.-** El agregado por usarse en la fabricación del mortero será arena limpia, de preferencia procedente de depósitos naturales, libre de arcilla u otro material



friable, materia orgánica y cualquier otro material inadecuado o perjudicial.

El agregado puede también provenir de trituración de tamaños mayores, o emplearse mezclas de arena natural y material triturado, siempre y cuando se cumplan los requisitos aquí establecidos.

No se deben emplear agregados gruesos en la fabricación de morteros, y debe rechazarse todo material que no cumpla los requisitos de granulometría establecidos en esta Especificación, salvo que se tenga obras masivas, con juntas de espesores mayores a 15 mm., en cuyo caso, es deseable emplear agregados con mayor cantidad de material comprendido entre los tamices N°. 4 y 16.

**809-2.02. Requisitos.-** Los agregados deberán cumplir lo establecido en la Norma AASHTO M-45, y lo que sea aplicable de la subsección 803-3 de estas Especificaciones.

Las propiedades del agregado fino deberán determinarse en ensayos de laboratorio, y se verificará la resistencia de la pasta obtenida, antes de autorizar su empleo en obra; se modificará inclusive la dosificación establecida en esta Especificación.

Si el depósito fuere irregular, o se emplearen agregados de diferentes procedencias, se rechazarán los materiales que presenten variaciones mayores al 20% de los valores empleados para el proporcionamiento, salvo que los ensayos de laboratorio indiquen que con el material se obtendrán resultados adecuados, o se hayan realizado correcciones a la dosificación empleada.

**809-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** El agregado empleado en la construcción del mortero tendrá una densidad mayor o igual a  $2.4 \text{ gr/cm}^3$  y no presentará una pérdida de peso mayor al 10% en el ensayo de durabilidad, Norma INEN 863, luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

El material no presentará un porcentaje de terrones de arcilla o partículas friables mayor al 1%, determinado en el ensayo correspondiente, según el método establecido en la Norma AASHTO T-112. Tampoco podrá contener partículas livianas, con densidades menores que  $2.0 \text{ gr/cm}^3$ , según el procedimiento regulado en la Norma AASHTO T-113.

El agregado para morteros deberá tener una gradación tal que cumpla lo señalado en la Tabla 809-2.1.

**Tabla 809-2.1.**

TAMIZ	ABERTURA	% QUE PASA
Nº 4	4.750 mm.	100
Nº 8	2.360 mm.	95 a 100
Nº 100	0.150 mm.	0 a 25
Nº 200	0.075 mm.	0 a 10

El módulo de finura del agregado fino estará comprendido entre 1.6 a 2.5, y la relación agua cemento establecida de acuerdo al procedimiento determinado en la sección 20 de la Norma AASHTO M-150, no será mayor a 0.65.

El agregado no presentará materia orgánica y se rechazará cualquier material que en el ensayo de impurezas, Norma ASSHTO T-21, dé como resultado un color más oscuro que el estándar establecido en dicha norma, salvo que se pruebe satisfactoriamente que esa coloración proviene de carbón mineral, lignito o partículas discretas similares.

En caso de duda, se verificará la calidad de la arena empleando el método establecido para el ensayo: Efecto de Impurezas Orgánicas en la Resistencia, Norma AASHTO T-71, y se rechazará todo material que en dicho ensayo presente resistencias menores al 95%.

**809-2.04. Agua para Mortero.-** El agua empleada en la fabricación de morteros deberá cumplir lo establecido en la Sección 804 de estas Especificaciones.

## SECCION 810. ASFALTOS Y PRODUCTOS ASFALTICOS

### 810-1. Generalidades.

**810-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplir los asfaltos y productos asfálticos aplicables a trabajos de pavimentación.

**810-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación se aplica únicamente a productos de asfalto y asfaltos obtenidos por destilación del petróleo. No cubre los requisitos de los materiales asfálticos para impermeabilización u otros usos diferentes a los empleados en obras viales.

Tampoco se aplica a asfaltos naturales, los cuales, para su empleo, deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Particulares.

**810-1.03. Definiciones Específicas.-** Asfalto: Material aglomerante de color entre negro a pardo oscuro, cuyos constituyentes predominantes son betunes que se encuentran en la naturaleza o son obtenidos por destilación del petróleo.

Cemento asfáltico: Asfalto con o sin fluidificantes, de consistencia y calidad apropiada para uso directo en la fabricación de pavimentos flexibles.

Asfaltos diluidos: Asfaltos mezclados con destilados de petróleo, para obtener propiedades específicas.

Emulsiones asfálticas: Material bituminoso mezclado uniformemente con agua y un agente emulsificante.

Emulsiones de alta flotación (high float): emulsión asfáltica especial, en la cual se ha modificado su componente asfáltico base.

Emulsificante: Componente de las emulsiones asfálticas cuyas moléculas envuelven por completo a las partículas de asfalto.

Rotura de una emulsión asfáltica: Separación de las dos fases de la misma.

### 810-2. Cementos Asfálticos.

**810-2.01. Descripción.-** Los cementos asfálticos son residuos de la destilación del petróleo y se caracterizan por permanecer en estado semisólido a la temperatura del ambiente.

Los cementos asfálticos mezclados con agregados forman el hormigón asfáltico, empleado en pavimentos, en las capas de rodadura o base.

**810.2.02 Requisitos -** El cemento asfáltico que deberá emplearse será de penetración 60 - 70 u 85 – 100. Los mismos deberán cumplir los requisitos que se presentan en la tabla

## 810.2.1.

No se recomienda la utilización de estos cementos asfálticos para riegos.

**TABLA 810.2.1.**

ENSAYOS	60-70		85-100	
<b>Betún original</b>	mínimo	máximo	mínimo	máximo
Penetración (25 °C, 100 gr, 5 s), mm/10.	60	70	85	100
Punto de ablandamiento A y B, °C.	48	57	45	53
Índice de penetración (*).	-1,5	+1,5	-1,5	+1,5
Ductilidad (25 °C, 5 cm/minuto), cm.	100	---	100	---
Contenido de agua (en volumen), % .	---	0,2	---	0,2
Solubilidad en Tricloroetileno, %.	99	---	99	---
Punto de inflamación, Copa Cleveland, °C.	232	---	232	---
Densidad relativa, 25 °C/ 25 °C	1,00	---	1,00	---
Ensayo de la mancha (**)	NEGATIVO		NEGATIVO	
Contenido de parafinas, %.	---	2.2	---	2.2
<b>Ensayos al residuo del TFOT:</b>				
Variación de masa, %.	---	0,8	---	1,0
Penetración, % de penetración original.	54	---	50	---
Ductilidad , cm	50	---	75	---
Resistencia al endurecimiento (***).	---	5,0	---	5,0
<b>TFOT (Thin Film Oven Test )-</b>	Ensayo en horno sobre película delgada.			
<b>NOTAS:</b>				

(\*) El índice de penetración (IP) se determina a partir del valor de la penetración en mm/10, a 25 °C, 100 gramos y 5 segundos (Pen) y del punto de ablandamiento, °C, por el método de anillo y bola (Tab) , según las expresiones siguientes:

$$A = 50. \left[ \frac{\log 800 - \log \text{Pen}}{\text{Tab} - 25} \right]$$

$$\text{IP} = \frac{20 - 10.A}{A + 1}$$

(\*\*) Deberá indicarse el tipo de solvente. Si se usan solventes con xileno debe especificarse el porcentaje a emplear.

(\*\*\*) La resistencia al endurecimiento es la relación entre la viscosidad absoluta a 60 °C

después del ensayo TFOT y dicha viscosidad a 60 °C en el betún original (antes de la prueba).

**810-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** El muestreo y los ensayos necesarios que se efectúen para comprobar las propiedades de los cementos asfálticos, deben seguir los procedimientos estipulados en las Normas INEN, y de no haberlas, se deberá optar por lo indicado en las Normas AASHTO que correspondan. La Tabla 810-2.2.,detalla las normas existentes, para cada caso.

Los Asfaltos también serán aceptados, cuando cumplan con con las especificaciones del programa SHRP ( Strategic Highway Research Program ), en el grado de PG64-10, (Cuadro MPI-93). Para ciertos proyectos especiales podrá requerirse el grado PG58-16 o el PG70-10.

**810.2.04. Procedimiento para la aceptación para cementos asfálticos.-** El manejo de los asfaltos con el rigor necesario está supeditado al buen conocimiento de sus requisitos de calidad por parte de las partes involucradas en el proceso, es decir, el productor, el comercializador, el transportista, el contratista y el fiscalizador. Las exigencias de calidad se establecen en la tabla 810-2.1.

Dado que existen diferentes niveles de complejidad en los ensayos que se necesitan para evaluar las propiedades requeridas, así como de prioridades para clasificar y estimar el comportamiento del asfalto, se establecen dos categorías de control:

**Categoría 1.** Comprende el chequeo *sobre el betún original* de:

- ~~///~~ Penetración
- ~~///~~ Punto de ablandamiento
- ~~///~~ Índice de penetración
- ~~///~~ Punto de inflamación
- ~~///~~ Densidad relativa

**Categoría 2.** Comprende el control *sobre el betún original* de:

- ~~///~~ Ductilidad
- ~~///~~ Contenido de agua
- ~~///~~ Solubilidad
- ~~///~~ Ensayo de la mancha
- ~~///~~ Contenido de parafinas
- ~~///~~ y todos los ensayos previstos *sobre el residuo del TFOT*.

En el contrato para la venta del producto, el proveedor se deberá comprometer a cumplir los parámetros de calidad exigidos en las Categorías 1 y 2, con las implicaciones legales que esto conlleva.

### ESPECIFICACIONES AASHTO MPI-93 PARA CEMENTOS ASFALTICOS

GRADO DE COMPORTAMIENTO	PG 46-			PG 52-						PG 58-					PG 64-					PG 70-					PG 76-					PG 82-								
	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-10	-16	-22	-28	-34	
Temperatura de diseño máxima en el pavimento, promedio 7 días, °C <sup>a</sup>	< 46			< 52						< 58					< 64					< 70					< 76					< 82								
Temperatura mínima de diseño del pavimento, °C <sup>a</sup>	>34	>40	>46	>10	>16	>22	>28	>34	>40	>46	>16	>22	>28	>34	>40	>10	>16	>22	>28	>34	>40	>10	>16	>22	>28	>34	>40	>10	>16	>22	>28	>34	>10	>16	>22	>28	>34	
ASFALTO ORIGINAL																																						
Punto de inflamación, T48: mínima, °C	230																																					
Viscosidad, ASTM D 4402: <sup>b</sup> Máx: 3 Pa.s, Temperatura ensayo, °C	135																																					
Ensayo de corte dinámico <sup>a</sup> TPS: G°/sen ?, mínimo, 1.00 kpa, Temperatura de ensayo @10 rad/s, °C	46			52						58					64					70					76					82								
ENSAYO SOBRE EL RESIDUO DEL RTOF (T 240)																																						
Pérdida de masa, máxima, %	1.00																																					
Ensayo de corte dinámico TPS <sup>a</sup> : G°/sen ?, mínimo, 2.20 kpa, Temperatura de ensayo @ 10 rad/s, °C.	46			52						58					64					70					76					82								
ENSAYO SOBRE EL RESIDUO DE ENVEJECIMIENTO A PRESION																																						
Temperatura de envejecimiento PAV, °C.	90			90						100					100					100 (110)					100 (110)					100 (110)								
Ensayo de corte dinámico TPS <sup>a</sup> (G°) sen ?. Máx. 5.000 kpa, Temperatura de ensayo @ 10 rad/s, °C.	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16	34	31	28	25	22	19	27	34	31	28	25	40	37	34	31	28	

Envejecimiento físico <sup>a</sup>	REPORTAR																																				
Módulo de rigidez, TPI <sup>c</sup> : S, Máximo, 3.00 Mpa, Temp. de ensayo @ 60 seg, °C.	- 24	- 30	- 36	0	-6	-12	- 18	- 24	- 30	- 36	-6	-12	- 18	- 24	- 30	0	-6	- 12	- 18	- 24	- 30	0	-6	- 12	- 18	- 24	- 30	0	-6	- 12	- 18	- 24	0	-6	- 12	- 18	-24
Tracción directa, TP3 <sup>c</sup> : Alargamiento a rotura, mínimo, 1.0 %. Temperatura de ensayo @ 1.0 mm/min, °C	- 24	- 30	- 36	0	-6	- 12	- 18	- 24	- 30	- 36	-6	-12	- 18	- 24	- 30	0	-6	- 12	- 18	- 24	- 30	0	-6	- 12	- 18	- 24	- 30	0	-6	- 12	- 18	- 24	0	-6	- 12	- 18	-24

**Notas:**

- La temperatura del pavimento puede estimarse apartir de la temperatura del aire utilizando un algoritmo del software de Superpave o podría ser prevista por la agencia.
- Este requerimiento puede obviarse al criterio de la agencia si el proveedor garantiza que el ligante asfáltico puede ser adecuadamente bombeado y mezclado a temperaturas que cumplan con las normas de seguridad.
- S es el módulo en creep para 60 seg. de tiempo de carga y m es la pendiente de la curva log. del módulo en creep versus log. del tiempo para dicho tiempo de carga.

Tabla 810.2.

**NORMAS VIGENTES DE ENSAYOS EN PRODUCTOS ASFALTICOS**

ENSAYO	NORMA INEN	NORMA AASHTO	SECCION
<b>1) CEMENTOS Y SIMILARES</b>			
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	915	T 44	
DUCTILIDAD	916	T 51	
PENETRACIÓN	917	T 49	
FLOTACIÓN	919	T 102	
DESTILACION	921	T 78	
MUESTREO	922	T 40	
CONTENIDO DE AGUA		T 55	
PUNTO DE INFLAMACION		T 79	
VISCOSIDAD SAYBOLD-FUROL		T 72	
PERDIDA POR CALENTAMIENTO		T 179	
VISCOSIDAD CINEMATICA		T 201	
VISCOSIDAD ABSOLUTA		T 202	
PRUEBA DE LA MANCHA		T102	
PUNTO DE ABLANDAMIENTO		T53	
DENSIDAD		T228	
ENSAYO TFOT		T179	
ENSAYO RTFOT		T240	
CONTENIDO DE PARAFINA		UOP 46(*)	
<b>2) EMULSIONES ASFALTICAS</b>			
RESIDUO POR DESTILACION	901	T 59	.8 a 10
CUBRIMIENTO Y RESIST. AL AGUA	903	T 59	46 a 51
MEZCLA CON CEMENTO	904	T 59	33 a 37
RESIDUO POR EVAPORACION	905	T 59	14 a 18
ENSAYO DEL TAMIZ	906	T 59	38 a 41
REVESTIMIENTO	907	T 59	42 a 43
CARGA DE LA PARTICULA	908	T 59	19 a 21
ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO	909	T 59	52 a 58
SEDIMENTACIÓN	910	T 59	29 a 32
MISIBILIDAD CON AGUA	912	T 59	44
MICRODESTILACION	913	T 59	.11 a 13
CONTENIDO DE AGUA		T 59	.3 a 7
VISCOSIDAD DE EMULSIONES		T 59	22 a 24
DEMULSIBILIDAD		T 59	25 a 28
CONGELAMIENTO		T 59	45
DENSIDAD		T 59	76 a 81

(\*) No se corresponde con Normas AASHTO;

Se podrá determinar también con la aplicación de normas  
DIN 12606-1 2000 o la NLT 345-89.



El proveedor del cemento asfáltico deberá ensayar cada tanquero con el material destinado a proyectos carreteros, suministrando en cada envío dos copias del boleto de entrega, una para el Contratista y otra para el Fiscalizador. El boleto de entrega deberá contener la información siguiente:

*Fecha*

*Comprador*

*Nombre y Número del Proyecto de Destino*

*Galones (litros) netos*

*Peso neto*

*Número de Identificación (Camión, tanque, placa, etc.)*

*Temperatura de carga*

*Resultados de los ensayos correspondientes a la Categoría 1.*

El Contratista, al recibir el producto de cada tanquero, deberá ensayarlo al nivel establecido en la Categoría 1 para comprobar el cumplimiento de las especificaciones. Este trabajo deberá ser supervisado por la Fiscalización y sus resultados plasmados en el Libro de Obra. En el caso de que no se cumplan las mismas, el cemento asfáltico será devuelto al proveedor y este será responsable por los gastos incurridos en el transporte. Este aspecto deberá plasmarse en el contrato de venta.

La entidad contratante está obligada a seleccionar y calificar algún laboratorio que permita al Contratista evaluar la calidad de los asfaltos en las Categorías 1 y 2. El Contratista realizará semanalmente, bajo la supervisión del Fiscalizador, un muestreo del cemento asfáltico entregado por el proveedor el cual será remitido a dicho laboratorio para la evaluación antes mencionada. En caso de existir incumplimientos en los requerimientos de calidad y una vez verificado su nivel de incidencia en las obras en cuestión, los contratistas serán responsables de los efectos negativos en la calidad de la obra y estarán sujetos a las multas y penalidades establecidas por el contrato.

### **810-3. Asfaltos Diluidos.**

**810-3.01. Descripción.-** Son asfaltos diluidos aquellos de consistencia suave o fluida, que excede el límite de medida permitido por el ensayo normal de penetración INEN 917, que es de 300.

Los asfaltos diluidos se clasifican, de acuerdo al grado de volatilidad del diluyente, en asfaltos diluidos de curado rápido, medio y lento. Se los designa por las siglas RC, MC y SC, respectivamente, seguidas de un número que se refiere a la viscosidad del producto.

**810-3.02. Requisitos.-** Los asfaltos diluidos deben cumplir con los requisitos establecidos en las Normas AASHTO M 81 y M 82, y ASTM D 2026, para productos de curado rápido, medio y lento, respectivamente, cuyos principales requerimientos se presentan en las Tablas 810-3.1., 810-3.2 y 810-3.3. Los asfaltos diluidos deben presentar un aspecto homogéneo y estar

exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se los caliente a la temperatura de empleo.

**Tabla 810 - 3.1.**  
**ESPECIFICACIONES DE ASFALTOS DILUIDOS - CURADO RAPIDO**

PROPIEDAD	TIPO DE CEMENTO							
	RC - 70		RC- 250		RC- 800		RC- 3000	
	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.
VISCOSIDAD								
CINEMATICA, a 60 °C, centistokes	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
SAYBOLD - FUROL, s	60	120	125	250	100	200	300	600
temp. de ensayo	50	idem	60	idem	82,2	idem	82,2	idem
PUNTO DE INFLAMACION								
Vaso abierto, °C	--	--	27	--	27	--	27	--
AGUA, %	--	0,2	--	0,2	--	0,2	--	0,2
DESTILACION, % en volumen total								
destilado a 360 °C								
a 190 °C	10	--	--	--	--	--	--	--
a 225 °C	50	--	35	--	15	--	--	--
a 260 °C	70	--	60	--	45	--	25	--
a 315 °C	85	--	80	--	75	--	70	--
RESIDUO POR DESTILACION a 360 °C	55	--	65	--	75	--	80	--
ENSAYOS EN EL RESIDUO:								
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C, poises	600	2400	600	2400	600	2400	600	2400
PENETRACION, a 25 °C, 100 gr, 5 s.	80	120	80	120	80	120	80	120
DUCTILIDAD, a 25 °C, 5 cm/mm, cm.	100	--	100	--	100	--	100	--
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	99	--	99	--	99	--	99	--
TEMPERATURA DE EMPLEO:								
ROCIADO, °C	27	66	60	107	79	124	102	143
DE CARGA, °C		91		118		135		154

Tabla 810 - 3.2.

## ESPECIFICACIONES DE ASFALTOS DILUIDOS - CURADO MEDIO

PROPIEDAD	TIPO DE CEMENTO									
	MC - 30		MC - 70		MC - 250		MC - 800		MC - 3000	
	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.
VISCOSIDAD										
CINEMATICA, a 60 °C, centistokes	30	60	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
SAYBOLD - FUROL, s	70	150	60	120	125	250	100	200	300	600
temp. de ensayo	25	idem	50	IDEM	60	idem	82,2	idem	82,2	Idem
PUNTO DE INFLAMACION										
Vaso abierto, °C	38	--	38	--	66	--	66	--	66	--
AGUA, %	--	0,2	--	0,2	--	0,2	--	0,2	--	0,2
DESTILACION, % en volumen total										
destilado a 360 °C										
a 225 °C	--	25	0	20	0	10	--	--	--	--
a 260 °C	40	70	20	60	15	55	0	35	0	15
a 315 °C	75	93	65	90	60	87	45	80	15	75
RESIDUO POR DESTILACION a 360 °C	50	--	55	--	67	--	75	--	80	--
ENSAYOS EN EL RESIDUO:										
VISCOSIDAD ABSOLUTA a 60 °C, poises	300	1200	300	1200	300	1200	300	1200	300	1200
PENETRACION, a 25 °C, 100 gr, 5 s.	80	120	80	120	80	120	80	120	80	120
DUCTILIDAD, a 25 °C, 5 cm/mm, cm.	100	--	100	--	100	--	100	--	100	--
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	99	--	99	--	99	--	99	--	99	--
TEMPERATURA DE EMPLEO:										
MEZCLADO CON AGREG.	--	--	32	68	52	93	71	107	93	127
ROCIADO, °C	--	--	41	79	60	107	79	124	102	143
DE CARGA, °C	--	--		91		118		135		154

Tabla 810 - 3.3.

## ESPECIFICACIONES DE ASFALTOS DILUIDOS - CURADO LENTO

PROPIEDAD	TIPO DE CEMENTO							
	SC - 70		SC - 250		SC - 800		SC- 3000	
	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.	mín.	MAX.
VISCOSIDAD CINEMATICA, a 60 °C, centistokes	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
PUNTO DE INFLAMACION, Cleveland, °C	66	--	79	--	93	--	107	--
DESTILACION a 360 °C, total	10	30	4	20	2	12	--	5
AGUA, %	--	0,5	--	0,5	--	0,5	--	0,5
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	99	--	99	--	99	--	99	--
ENSAYOS EN EL RESIDUO: VISCOSIDAD CINEMATICA a 60 °C, poises	4	70	8	100	20	160	40	350
TEMPERATURA DE EMPLEO: MEZCLA CON AGREG.	32	68	52	93	71	107	93	127
ROCIADO, °C	41	79	60	107	79	124	102	143
DE CARGA, °C		91		118		135		154

La temperatura de aplicación para cada tipo será la establecida en las Tablas 810-3.1., 810-3.2 y 810-3.3., salvo que en los documentos contractuales se haya dispuesto otra cosa. No se permitirá la mezcla en planta de asfaltos de curado rápido con agregados que hayan sido calentados previamente, por la alta volatilidad del diluyente.

En ningún caso se permitirá que la temperatura del asfalto diluido, durante el transporte o la carga, exceda la señalada en el último renglón de las Tablas 810-3.1., 810-3.2 y 810-3.3., salvo que haya disposición expresa y por escrito del Fiscalizador.

El asfalto diluido será calentado de tal manera que no haya contacto con el vapor o agente empleado para el proceso. El Contratista suministrará permanentemente termómetros de precisión adecuada, en grados centígrados, para el control de la temperatura de aplicación del asfalto diluido.

**810-3.03. Ensayos y Tolerancias.-** Los ensayos para comprobar los requerimientos de los asfaltos diluidos, serán realizados en el Laboratorio Central del Ministerio de Obras Públicas, o en otro laboratorio particular autorizado por el Fiscalizador.

El muestreo y los ensayos correspondientes deben seguir los procedimientos indicados por las normas INEN, y de no haberlos se deberá optar por las correspondientes Normas AASHTO, cuyo detalle se indica en la Tabla 810-2.2.

#### **810-4. Emulsiones Asfálticas,**

**810-4.01. Descripción.-** Las emulsiones asfálticas, según su agente emulsificador, se dividen en tres tipos: aniónicas, catiónicas y no iónicas, según los glóbulos de asfalto presenten cargas eléctricas negativas, positivas o neutrales. Generalmente, sólo los dos primeros tipos son los utilizados en la construcción y mantenimiento de carreteras.

Según sea la naturaleza y la granulometría de los agregados, el tipo de emulsión asfáltica y las condiciones ambientales, las emulsiones asfálticas pueden ser de rotura rápida, media y lenta; para su denominación se emplean las siglas RS, MS y SS, respectivamente, y es cada una de ellas para usos específicos. Las emulsiones catiónicas se diferencian anteponiendo a las siglas la letra C, por ejemplo, CRS-1. El prefijo HF se refiere a emulsiones aniónicas de alta flotación (high-float). Los números y las letras h o s que completan la designación se refieren a la dureza y viscosidad del asfalto base.

**810-4.02. Requisitos.-** Las emulsiones asfálticas deberán ser homogéneas y cumplir los requerimientos establecidos en las normas AASHTO M 140 y M 208, que se resumen en las Tablas 810-4.1, y 810-4.2.

Se evitará el empleo de depósitos que hayan contenido emulsiones catiónicas para almacenar emulsiones aniónicas y viceversa, a menos que se pruebe que, luego de un lavado adecuado, se hayan neutralizado las cargas eléctricas que pudieran quedar del producto almacenado anteriormente.

La temperatura de las emulsiones asfálticas en ningún caso superará los 85 ni será menor de 4.5 grados centígrados, ya sea durante el almacenamiento, transporte o aplicación.

Al calentarse las emulsiones asfálticas, éstas se agitarán para prevenir un sobrecalentamiento localizado.

Las temperaturas de almacenamiento y de aplicación de las emulsiones asfálticas serán las establecidas en las Tablas 810-4.1, y 810-4.2., a menos que se disponga otra cosa en los documentos contractuales.

**810-4.03. Ensayos y Tolerancias.-** Los ensayos para comprobar los requerimientos de los asfaltos diluidos, serán realizados en el Laboratorio Central del Ministerio de Obras Públicas, o en otro laboratorio particular autorizado por el Fiscalizador.

El muestreo y los ensayos correspondientes deben seguir los procedimientos indicados por las normas INEN, y de no haberlos se deberá optar por las correspondientes Normas AASHTO, cuyo detalle se indica en la Tabla 810-2.2.

**810-5. Medición.-** Como se establece en estas especificaciones, todo asfalto o producto asfáltico debe cubicarse a 15.6 grados centígrados, para determinar el volumen a pagarse. Las mediciones que se efectúen a temperaturas diferentes a la anotada, deben corregirse mediante los factores que se presentan en la Tabla 810-5.1., para cuantificar el volumen a la temperatura establecida.

Tabla 810 - 4.1.

## ESPECIFICACIONES DE EMULSIONES ASFALTICAS ANIÓNICAS

PROPIEDADES	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA						ROTURA MEDIA								ROTURA LENTA			
	RS - 1		RS - 2		MS - 1		MS - 2		MS - 2h		HFMS - 1		HFMS - 2		HFMS - 2h		HFMS - 2s		SS - 1		SS - 1h	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	Máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
VISCOSIDAD:																						
FUROL, a 25 °C, s	20	100	--	--	20	100	100	--	100	--	20	100	100	--	100	--	50	--	20	100	20	100
FUROL, a 50 °C, s	--	--	75	400	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
ESTABILIDAD AL ALMACENAJE 24 h, %	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1
DEMULSIFICACION: 35 ml,02N CaCl2,%	60	--	60	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CUBRIMIENTO																						
agregado seco	--	--	--	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	bueno	--	--	--	--	--
luego rociado	--	--	--	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	--	--	--	--
agregado humedo	--	--	--	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	--	--	--	--
solo rociado	--	--	--	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	pobre	--	--	--	--	--
MEZCLA CON CEMENTO	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,0	--	2,0	--
ENS. DEL TAMIZ	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1	--	0,1
RESIDUO POR DESTILACION, %	55		63		55		65		65		55		65		65		65		57		57	
ENSAYOS EN EL RESIDUO:																						
PENETRACION, a 25 °C, 100 gr, 5 s.	100	200	100	200	100	200	100	200	40	90	100	200	100	200	40	90	200		100	200	40	90
DUCTILIDAD, a 25 °C, 5 cm/m, cm.	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--	40	--
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--	97,5	--
ENSAYO DE FLOTACION a 60 °C, s	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1200	--	1200	--	1200	--	1200	--	--	--	--	--
TEMPERATURA DE EMPLEO:																						
ALMACENAMIENTO	20	60	50	85	10	60	50	85	50	85	10	60	--	--	50	85	--	--	10	60	10	60
MEZCLA EN PLANTA	--	--	--	--	10	70	10	70	10	70	10	70	10	70	10	70	--	--	10	70	10	70
MEZCLA EN SITIO	--	--	--	--	20	70	20	70	20	70	20	70	20	70	20	70	--	--	20	70	20	70
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	20	60	50	85	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



**Tabla 810-4.2.**  
**REQUISITOS DE EMULSIONES ASFALTICAS CATIONICAS.**

PROPIEDAD	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
VISCOSIDAD:												
FUROL,a 25 gC, s.	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	20	100
FUROL,a 50 gC, s.	20	100	100	400	50	450	50	450	-	-	-	-
ESTABILIDAD AL ALMACENAJE 24 h, %	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
DEMULSIFICACION: 35 ml .8% sds, %	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBRIMIENTO												
agregado seco	-	-	-	-	bueno		bueno		-	-	-	-
luego rociado	-	-	-	-	pobre		pobre		-	-	-	-
agregado humedo	-	-	-	-	pobre		pobre		-	-	-	-
luego rociado	-	-	-	-	pobre		pobre		-	-	-	-
CARGA DE PARTICULA	+		+		+		+		+		+	
MEZCLA CON CEMENTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	2,0
ENS. DEL TAMIZ	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1
DESTILACION: ACEITE DESTILADO %	-	3	-	3	-	12	-	12				
RESIDUO, %	60	-	65	-	65	-	65	-	57	-	57	-
ENSAYOS EN EL RESIDUO:												
PENETRACION, a 25 grados,100 gr, 5 s.	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
DUCTILIDAD, a 25 grados, 5 cm/m, cm.	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-
TEMPERATURA DE EMPLEO:												
ALMACENAMIENTO	50	85	50	85	50	85	50	85	10	60	10	60
MEZCLA EN PLANTA	-	-	-	-	10	70	10	70	10	70	10	70
MEZCLA EN SITIO	-	-	-	-	20	70	20	70	20	70	20	70
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	50	85	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 810 –5.1

## FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA

Temperatura	Factor de Corrección			Temperatura	Factor de Corrección		
	K1	K2	K3		K1	K2	K3
0	1,0098	1,0112	--	135	0,9269	0,9175	--
5	1,0067	1,0076	--	140	0,9240	0,9142	--
10	1,0035	1,0040	1,0025	145	0,9210	0,9109	--
15	1,0003	1,0004	1,0003	150	0,9181	0,9076	--
20	0,9972	0,9968	0,9980	155	0,9151	0,9043	--
25	0,9941	0,9932	0,9958	160	0,9122	0,9010	--
30	0,9909	0,9897	0,9935	165	0,9092	0,8978	--
35	0,9878	0,9861	0,9913	170	0,9063	0,8945	--
40	0,9847	0,9826	0,9890	175	0,9034	0,8913	--
45	0,9816	0,9791	0,9868	180	0,9005	0,8881	--
50	0,9785	0,9756	0,9845	185	0,8976	0,8848	--
55	0,9754	0,9721	0,9823	190	0,8947	0,8816	--
60	0,9723	0,9686	0,9800	195	0,8918	0,8784	--
65	0,9693	0,9651	0,9778	200	0,8889	0,8753	--
70	0,9662	0,9616	0,9755	205	0,8861	0,8721	--
75	0,9631	0,9582	0,9733	210	0,8832	0,8689	--
80	0,9601	0,9547	0,9710	215	0,8803	0,8658	--
85	0,9570	0,9513	0,9688	220	0,8775	0,8626	--
90	0,9536	0,9478	--	225	0,8746	0,8595	--
95	0,9509	0,9444	--	230	0,8718	0,8564	--
100	0,9479	0,9410	--	235	0,8690	0,8533	--
105	0,9449	0,9376	--	240	0,8661	0,8502	--
110	0,9419	0,9343	--	245	0,8633	0,8471	--
115	0,9389	0,9309	--	250	0,8605	0,8440	--
120	0,9359	0,9275	--	255	0,8577	0,8410	--
125	0,9329	0,9242	--	260	0,8548	0,8379	--
130	0,9299	0,9208	--				

**Notas:**

La temperatura se expresa en grados centígrados

El factor K1 corresponde a productos con densidades mayores a 0,966 gr/cm<sup>3</sup>

El factor K2 corresponde a productos con densidades entre 0,860 y 0,966 gr/cm<sup>3</sup>

El factor K3 se aplica a emulsiones asfálticas.

## SECCION 811. AGREGADOS PARA HORMIGON ASFALTICO

### 811.1. Generalidades.

**811-1.01. Objetivos.-** Esta especificación tiene por objeto fijar las características que deben cumplir los agregados que se emplean en la construcción de hormigón asfáltico.

**811-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación no se aplica a ningún otro material pétreo que se requiera en las obras viales, y debe acudirse a las especificaciones correspondientes.

**811-1.03. Definiciones Específicas.-** Relleno mineral: Porción de material que pasa el tamiz INEN 75 micrones (Nº 200).

Densidad: Es la masa de la unidad de volumen de las partículas del árido a una temperatura especificada. El volumen no incluye los poros saturables de las partículas ni los huecos entre éstas.

Agregado fino: Porción de material que pasa el tamiz INEN 4.75 mm. (Nº 4) y es retenida en el tamiz INEN 75 micrones (Nº 200).

Agregado grueso: Agregado cuyas partículas son retenidas por el tamiz INEN 4.75 mm. (Nº 4).

### 811-2. Agregados para Mezcla en Planta.

**811-2.01. Descripción.-** Son agregados que se utilizan para la fabricación de hormigón asfáltico empleando una planta de asfaltos o equipo semejante para su mezcla con el asfalto.

**811-2.02. Requisitos.-** Los agregados estarán compuestos de partículas de piedra triturada, grava triturada, grava o piedra natural, arena, etc., de tal manera que cumplan los requisitos de graduación que se establecen en la Tabla 404-5.1 ó 405-5.1 de estas especificaciones según corresponda, y se clasifican en “A”, “B” y “C”, de acuerdo a lo establecido a continuación:

- a) Agregados tipo A: Son aquellos en los cuales todas las partículas que forman el agregado grueso se obtienen por trituración. El agregado fino puede ser arena natural o material triturado y, de requerirse, se puede añadir relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación antes mencionadas. Este relleno mineral puede ser inclusive cemento Portland, si así se establece para la obra.
- b) Agregados tipo B: Son aquellos en los cuales por lo menos el 50% de las partículas que forman el agregado grueso se obtienen por trituración. El

agregado fino y el relleno mineral pueden ser triturados o provenientes de depósitos naturales, según la disponibilidad de dichos materiales en la zona del proyecto.

- c) Agregados tipo C: Los agregados tipo C para hormigón asfáltico son aquellos provenientes de depósitos naturales o de trituración, según las disponibilidades propias de la región, siempre que se haya verificado que la estabilidad, medida en el ensayo de Marshall, se encuentre dentro de los límites fijados en la Tabla 405-5.2 de estas especificaciones.

Los agregados serán fragmentos limpios, resistentes y duros, libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, así como de material mineral cubierto de arcilla u otro material inconveniente. Se utilizarán agregados completamente secos y de no poder cumplirse ésto, se instalarán dos secadores en serie, de tal forma que cuando se termine la operación de mezclado, la humedad de los agregados no exceda de 1%.

Además de los requisitos granulométricos y los referentes a su producción, que se indicaron anteriormente, los agregados deben cumplir con las siguientes exigencias:

Los agregados gruesos no deberán tener un desgaste mayor de 40% luego de 500 revoluciones de la máquina de Los Angeles, cuando sean ensayados a la abrasión, según la norma INEN 860.

La porción de los agregados que pasa el tamiz INEN 0.425 mm. (N° 40), deberá tener un índice de plasticidad menor a 4, según lo establecido en las Normas INEN 691 y 692.

El agregado no debe experimentar desintegración ni pérdida total mayor del 12%, cuando se lo someta a 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio, en la prueba de durabilidad, como lo dispone la Norma INEN 863, salvo que las especificaciones especiales indiquen otra cosa.

Los agregados serán de características tales que, al ser impregnados con material bituminoso, más de un 95% de este material bituminoso permanezca impregnando las partículas, después de realizado el ensayo de resistencia a la peladura, según la Norma AASHTO T 182.

El relleno mineral deberá cumplir con los requisitos especificados en la Norma AASHTO M 17.

### **811.2.02 Requisitos**

Los agregados gruesos retenidos en el tamiz INEN 4.75 mm. deben tener cierta angularidad. El 85% de agregado grueso deberá tener por lo menos una cara

fracturada y el 80% del agregado grueso deberá tener por lo menos dos caras fracturadas, según la Norma ASTM D5821.

La angularidad de los agregados finos es determinada como el porcentaje de vacíos de aire presente en los agregados pasantes el tamiz INEN 2.36 mm. El valor mínimo requerido es de 45% según la Norma ASTM C1252.

El equivalente de arena se realiza en los agregados pasantes el tamiz INEN 4.75 mm. Norma AASHTO T 176 ( ASTM D2419 ). Los valores mínimos recomendados son los siguientes:

	<b>Equivalente de Arena</b>	
	<b>Tráfico Liviano y Mediano</b>	<b>Tráfico Pesado</b>
Base	35	40
Capa de Rodadura	45	50

El máximo porcentaje en peso de partículas alargadas y achatadas retenidas en el tamiz INEN 4.75mm cuya relación entre las dimensiones máximas y mínimas mayor que 5, no deberá ser mayor de un 10% según la Norma ASTM D4791.

El máximo porcentaje de materiales deletéreos en los agregados es de 1% en peso según la Norma ASTM C142.

**811-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** Los ensayos de control y verificación que se deben realizar para aceptar o rechazar un agregado, seguirán lo indicado en las normas mencionadas en los diferentes párrafos del numeral anterior. Las exigencias de graduación serán comprobadas mediante ensayos granulométricos, según lo establecido en las Normas INEN 696 y 697.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 856 y 857, según corresponda, y el peso unitario de los agregados se determinará de acuerdo a la Norma INEN 854.

### **811-3. Agregados para Mezcla en Sitio.**

**811-3.01. Descripción.-** Son agregados que se utilizan en la fabricación del hormigón asfáltico, cuando éste se lo construye en el lugar de trabajo, empleando equipo especial para mezcla en sitio.

**811-3.02. Requisitos.-** Los agregados para mezcla en sitio deben cumplir las mismas exigencias establecidas en la subsección 811-2., salvo la granulometría, que será la establecida para este tipo de trabajos en las Tablas 404-4.1 y 405-4.1

de estas especificaciones, según corresponda.

**Tabla 404-4.1**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	70 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90	70 - 100
3/8" (9.5 mm.)	40 - 70	45 - 75	50 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 60	30 - 60	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 50	20 - 50	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	5 - 30	5 - 30	10 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 5	0 - 5	0 - 5

**Tabla 404-5.1.**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través los tamices de malla cuadrada</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	90 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)		90 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	56 - 80	--	90 - 100
1/2" (12.5 mm.)	--	56 - 80	--
3/8" (9.5 mm.)	--	--	56 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	23 - 53	29 - 59	35 - 65
Nº 8 (2.36 mm.)	15 - 41	19 - 45	23 - 49
Nº 50 (0.30 mm.)	4 - 16	5 - 17	5 - 19
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 6	1 - 7	2 - 8

Tabla 405-4.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	3/8" Máximo	1/4" Máximo
1/2" (12.7 mm.)	100	--
3/8" (9.5 mm.)	90 - 100	100
1/4" (6.3 mm.)	55 - 75	85 - 100
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 50	--
Nº 8 (2.38 mm.)	15 - 32	15 - 32
Nº 16 (1.18 mm.)	0 - 15	0 - 15
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 3	0 - 3

Tabla 405-5.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
3/4" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
1/2" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80		90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

**Tabla 405-5.2.**

<b>Ensayos de acuerdo al método Marshall</b>	<b>T R A F I C O</b>					
	<b>PESADO</b>		<b>MEDIO</b>		<b>LIVIANO</b>	
	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>	<b>Min</b>	<b>Máx</b>
<b>N° de golpes</b>	<b>75</b>		<b>50</b>		<b>35</b>	
Estabilidad (libras)	1.800	--	1.200	--	750	--
Flujo (pulgada/100)	8	16	8	18	8	20
% vacíos con aire:						
Carpeta	3	5	3	5	3	5
Base	3	8	3	8	3	8

Nota : % de Vacíos en el agregado mineral (VMA) de acuerdo con el gráfico actualizado del Instituto del Asfalto.



## SECCION 812. AGREGADOS PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES Y SELLOS BITUMINOSOS

### 812.1. Generalidades.

**812-1.01. Objetivos.-** Esta especificación tiene por objeto definir las características que deben cumplir los agregados que se emplean para mezclas y lechadas asfálticas, empleadas en tratamientos superficiales o el sellado de un pavimento.

**812-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación no se aplica para ningún otro material pétreo que se requiera en las obras viales, debiendo acudirse a las especificaciones correspondientes.

Este Capítulo se complementa con las estipulaciones que se presentan en el Capítulo 400, el cual debe consultarse para la correcta aplicación del documento.

**812-1.3. Definiciones Específicas.-** Las definiciones específicas que se requieren son las establecidas en la Sección 811 de este documento.

### 812-2. Agregados para Tratamientos Bituminosos Superficiales.

**812-2.01. Descripción.-** Son agregados que se utilizan para formar una capa de rodadura compuesta de una o más capas de agregados embebidos en material bituminoso.

Los agregados serán partículas de piedra triturada, grava triturada, grava o piedra natural, arena u otro material granular similar, aprobado por el Fiscalizador.

Los agregados se compondrán de fragmentos angulosos o semiangulosos y ásperos; limpios, resistentes y duros. Estarán libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas, alargadas, blandas, así como de material mineral, cubierto de arcilla u otro material inconveniente.

Los agregados para tratamientos superficiales bituminosos deberán tener la granulometría establecida en la Tabla 405-3.1 de estas especificaciones.

**812-2.02. Requisitos.-** Además de los requisitos granulométricos antes señalados, se deben cumplir las siguientes exigencias:

Los agregados gruesos no deberán tener un desgaste mayor de 35% luego de 500 revoluciones de la máquina de Los Ángeles, cuando sean ensayados a la abrasión, según la norma INEN 860.

La porción de los agregados que pasa el tamiz INEN 0.425 mm. (Nº40), deberá tener un índice de plasticidad menor a 4 según lo establecido en las Normas INEN 691 y 692.

El agregado no debe experimentar desintegración ni pérdida total mayor del 12%, cuando se los someta a cinco ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio, en la prueba de durabilidad, como lo dispone la Norma INEN 863, salvo que las Especificaciones Particulares indiquen otra cosa.

Los agregados serán de características tales que, al ser impregnados con material bituminoso, más de un 95% de este material bituminoso permanezca impregnando las partículas, después de realizado el ensayo de resistencia a la peladura, según la Norma AASHTO T 182.

El relleno mineral deberá cumplir con los requisitos especificados en la Norma AASHTO M 17.

**812-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** Los ensayos de control y verificación que se deben realizar para aceptar o rechazar un agregado, seguirán lo indicado en las normas mencionadas en los diferentes párrafos del numeral anterior. Las exigencias de graduación serán comprobadas mediante ensayos granulométricos, según lo establecido en las Normas INEN 697 y 696.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 856 y 857, según corresponda, y el peso unitario de los agregados se determinará de acuerdo a la Norma INEN 854.

### **812-3. Agregados para Sellos Corrientes.**

**812-3.01. Descripción.-** Son agregados que se emplean en procesos de sellado de pequeño espesor, preparados normalmente con asfalto diluido o emulsión asfáltica y agregado mineral de granulometría uniforme, que se aplican a un pavimento existente, a efectos de conservación o rehabilitación.

**812-3.02. Requisitos.-** Los agregados para sellos corrientes se los obtendrá de piedra o grava triturada o cribada, y cumplirán las exigencias de graduación especificadas en la Tabla 405-6.1 de estas especificaciones.

Deben preferirse los agregados cuyas partículas sean angulosas para lograr una adecuada trabazón con el material bituminoso y para mejorar la resistencia al deslizamiento de la superficie sellada.

Los agregados, salvo lo correspondiente a la granulometría, cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 812-2, de estas especificaciones.

**812-4. Agregados para Sellos de Lechada Asfáltica.**

**812-4.01. Descripción.-** Son agregados aplicables en mezclas fluidas, de emulsión asfáltica, agregado fino, relleno mineral y agua.

**812-4.02. Requisitos.-** Los agregados para lechada asfáltica podrán ser arena fina, polvo de piedra o una mezcla de estos materiales. En caso de que faltare relleno mineral, se adicionará cal hidratada o cemento Portland; estos agregados deben cumplir las exigencias de graduación especificadas en la Tabla 405-7.1 de estas especificaciones.

Los agregados se compondrán de fragmentos limpios, resistentes y durables, sin partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, así como de material mineral cubierto de arcilla u otro material objetable.

Los agregados deben cumplir adicionalmente los mismos requisitos de plasticidad, durabilidad y afinidad bituminosa (peladura) exigidos para los agregados empleados en Tratamientos Superficiales, que se mencionan en la subsección 812-2 de esta Sección.

El agua deberá estar desprovista de materia orgánica y deberá ser blanda.

**812-4.03. Ensayos y Tolerancias.-** Los ensayos para verificar las propiedades cuyo cumplimiento se exige en el numeral anterior, son los establecidos en la subsección 812-2.

**Tabla 405-3.1**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>					
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>		<b>D</b>	<b>E</b>
<b>F</b>						
1 ½" (38.1 mm.)	100	--	--	--	--	--
1" (25.4 mm.)	90-100	100	--	--	--	--
¾" (19.0 mm.)		90-100	100	--	--	--
½" (12.7 mm.)	0-15	20-55	90-100	100	100	--
3/8" (9.5 mm.)	--	0-15	40-75	90-100	90-100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	--	--	0-15	0-20	10-30	75-100
Nº 8 (2.38 mm.)	--	--	0-5	0-5	0-8	0-10
Nº 200 (0.075 mm.)	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2

**Tabla 405-6.1.**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>			
	<b>Agregado</b>	<b>Agregado Triturado</b>		
	<b>Natural</b>	<b>TIPO A</b>	<b>TIPO B</b>	<b>TIPO C</b>
½" (12.7 mm.)	--	--	--	100
3/8" (9.5 mm.)	100	100		100 90-100
Nº 4 (4.75 mm.)	85-100	85-100	60-100	10-30
Nº 8 (2.38 mm.)	--	0-25	0-10	0-8
Nº 50 (0.30 mm.)	0-20	--	--	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0-5	0-2	0-2	0-2

**Tabla 405-7.1.**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
Nº 4 (4.75 mm.)	100
Nº 8 (2.38 mm.)	95 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	60 - 90
Nº 30 (0.60 mm.)	40 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	25 - 45
Nº 100 (0.15 mm.)	15 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	10 - 20

## SECCION 813. EMPEDRADOS Y ADOQUINES

### 813-1. Generalidades.

**813-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que deben cumplir los materiales empleados en el adoquinado o empedrado de una vía, la capa de asiento y el sellado de ellos.

### 813-1.02. Definiciones Específicas.

**813-1.02.1.Adoquín.-** Es un elemento prismático, generalmente de forma regular, que se coloca uno junto a otro para formar una capa adecuada al tráfico de una vía. Se pueden distinguir dos materiales para su construcción, la piedra labrada y el hormigón, por lo que se los clasifica como adoquín de piedra y de cemento, respectivamente.

**813-1.02.2.Empedrado.-** Es la colocación de piedras de cierta dimensión y forma sobre una carretera, para formar la capa de rodadura de la misma.

### 813-2. Piedra para Empedrado.

**813-2.1. Descripción.-** La piedra para empedrado puede provenir de canteras o de depósitos aluviales, dando preferencia al canto rodado para este propósito. No presentará sustancias corrosivas o agresivas en su composición, y será resistente a la acción del agua y de la intemperie.

La piedra estará libre de material vegetal, tierra u otros materiales objetables. Toda piedra alterada por la acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

**813-2.02. Requisitos.-** La piedra será ígnea o de consistencia similar, de forma redondeada a semiangular, sin aristas vivas y de tamaño uniforme.

La piedra empleada en el empedrado tendrá un tamaño entre 10 y 20 cm. y una densidad mínima de  $2.3 \text{ gr/cm}^3$ . El tamaño mayor debe colocarse en las cintas guías.

El material no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión, Norma INEN 861, luego de 500 vueltas de la máquina de Los Angeles y no arrojará una pérdida de peso mayor al 12%, determinada en el ensayo de durabilidad, Norma INEN 863, luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

### **813-3. Adoquín de Piedra**

**813-3.01. Descripción.-** El adoquín de piedra debe tener la forma y dimensiones estipuladas en los planos, y cumplirá todos los requisitos exigidos para piedra labrada que se indica en la Sección 818 de estas Especificaciones, salvo que el material no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión, Norma INEN 861, luego de 500 vueltas de la máquina de Los Ángeles.

### **813-4. Adoquín de Cemento.**

**813-4.01. Descripción.-** Los adoquines se fabricarán con hormigón, empleando áridos cuyo tamaño máximo no exceda de 12 mm. (1/2"). La forma y dimensiones de los mismos estarán establecidas en los planos correspondientes, y a su falta, se acatará lo dispuesto por el Fiscalizador. En cualquier caso el espesor mínimo del adoquín será de 80 mm. para áreas que soportan tráfico vehicular y 60 mm. para zonas peatonales.

Los adoquines presentarán alta regularidad de sus formas, caras perfectamente escuadradas y paralelas, textura fina y algo rugosa en todas sus caras.

**813-4.02. Requisitos.-** El cemento, áridos, pigmentos y aditivos empleados en la fabricación de los adoquines deberán cumplir los requisitos establecidos para dichos materiales en la Norma INEN 1.488, y lo que se exija en los documentos contractuales.

El adoquín terminado debe presentar una resistencia en el ensayo de compresión, realizado en un adoquín entero, conforme lo establece la norma INEN 1.485, no menor a 300 Kg/cm<sup>2</sup> para vías de tráfico medio a ligero, y no menor a 400 Kg/cm<sup>2</sup> para vías con tráfico pesado. La tolerancia de las dimensiones se establece en más o en menos 3.0 mm.

Para control y aceptación de los adoquines, se tomará una muestra, la que consistirá en 10 unidades cada 2.000 adoquines o fracción de un mismo embarque o parada, los cuales serán ensayados todos, y los resultados obtenidos se promediarán para establecer su aceptación o rechazo.

No deberá emplearse ningún adoquín que esté roto, presente textura lisa o irregular, alta porosidad, y se desecharán también todos los adoquines que se presenten con coloraciones diferentes a los demás.

### **813-5. Capa de Asiento.**

**813-5.01. Descripción y Requisitos.-** La capa de asiento de los adoquines (y también del empedrado cuando así esté especificado en los planos), estará conformada por arena fina, del espesor señalado en los planos, y pasará en su totalidad el tamiz N° 10. El material no contendrá más del 5% de tamaños

menores al del tamiz N° 200 y debe cumplir con los requisitos de resistencia a la abrasión y durabilidad que se establecen en la subsección 803-3 de estas especificaciones, realizados con material adecuado, procedente de los mismos bancos o canteras de los cuales se explotará el material.

**813-6. Sellado.-** Si se especifica que el adoquinado o empedrado sean sellados después de su construcción, la lechada de cemento empleada para ello estará compuesta por una mezcla de arena fina y cemento en igual proporción, y el agua suficiente para que tenga una consistencia líquida, a fin de que se introduzca en toda ranura o intersticio que quede entre elementos. El Fiscalizador podrá exigir que, previamente al sellado, se tienda una capa muy fina de arena cemento, en proporción 1 a 1, antes de arrojar la lechada.

No se dejarán protuberancias, grumos o restos de lechada en el adoquinado, luego del sellado.

## SECCION 814. CAPA DE BASE DE MATERIAL GRANULAR

### 814-1. Generalidades.

**814-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplir los agregados que se emplean en la construcción de capas de base de material granular, sea que se obtengan por trituración o provengan de depósitos naturales de arena y grava.

**814-1.02. Alcance y Limitaciones-** Esta especificación no se aplica para capas de base de materiales estabilizados ni otras capas de la estructura del pavimento, las cuales tienen sus propias especificaciones. Los requisitos aquí establecidos se complementan con aquellos que constan en el Capítulo 400, el cual debe ser consultado para la correcta aplicación de este documento.

### 814-2. Agregados para Base Clase 1.

**814-2.01. Descripción.-** Cuando se haya especificado el empleo de este tipo de agregados, los materiales se obtendrá por trituración de grava o roca, para producir fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas alargadas o planas en exceso. Estarán exentos de material vegetal, grumos de arcilla u otro material objetable.

La piedra o la grava se triturarán con un equipo tal que permita la graduación de los elementos de moltura, de tal modo que se obtengan los tamaños especificados.

Cuando se requiera, para lograr las exigencias de graduación o eliminar un exceso de material fino, la piedra o grava deberá ser cribada antes de triturarla.

**814-2.02. Requisitos.-** Los agregados empleados en la construcción de capas de Base Clase 1 deberán graduarse uniformemente de grueso a fino y cumplirán las exigencias de granulometría que se indican en la Tabla 404-4.1 de estas especificaciones, lo cual será comprobado mediante ensayos granulométricos, siguiendo lo establecido en la Norma INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T-27), luego de que el material ha sido mezclado en planta, o colocado en el camino.

Los agregados gruesos no presentarán un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión, Normas INEN 860 y 861 (AASHTO T-96), con 500 vueltas de la máquina de Los Angeles, ni arrojarán una pérdida de peso mayor al 12% en el ensayo de durabilidad, Norma INEN 863 (AASHTO T-104), luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

La porción del agregado que pase el tamiz N° 40, incluyendo el relleno mineral, deberá carecer de plasticidad o tener un límite líquido menor de 25 y un índice



de plasticidad menor de 6, al ensayarse de acuerdo a los métodos establecidos en las Normas INEN 691 y 692 (AASHTO T-89 y T-90).

Cuando los finos naturales existentes en los materiales originales de la cantera o yacimiento tengan un límite líquido o un índice plástico superiores a los máximos especificados, para preparar los agregados con este material, se eliminarán previamente todas las partículas menores a 10 mm. por tamizado; se triturará el material así obtenido, adicionando arena en una planta mezcladora para alcanzar la granulometría especificada.

**814-2.03. Procedimientos de Explotación.-** Una vez aprobada la cantera o yacimiento, antes de proceder a su explotación, se deberá efectuar la limpieza de todos los materiales vegetales e inadecuados; luego se procederá a la extracción o voladura, de tal manera de obtener bloques uniformes, aptos para la trituración.

El material obtenido cuyo tamaño sea mayor a 30 cm. deberá romperse, hasta esa dimensión, antes de su introducción a la trituradora.

El material triturado se tamizará y se apilará separadamente, en dos o más tamaños, para su mezcla posterior en una planta adecuada, conforme a la fórmula maestra de la obra.

### **814-3. Agregados para Base Clase 4.**

**814-3.01. Descripción.-** Cuando se haya especificado el empleo de este tipo de agregados, los materiales se obtendrán por trituración o cribado de grava natural, para obtener fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas alargadas o planas en exceso. Estarán exentos de material vegetal, grumos de arcilla u otro material objetable.

**814-3.02. Requisitos.-** Los agregados empleados en la construcción de capas de Base Clase 4 deberán graduarse uniformemente de grueso a fino, y cumplirán las exigencias de granulometría que se indican en la Tabla 404-1.4 de estas especificaciones, lo cual será comprobado mediante ensayos granulométricos, siguiendo lo establecido en la Norma INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T-27), luego de que el material ha sido mezclado en planta o colocado en el camino.

Cuando se requiera, para cumplir con estas exigencias de granulometría, los agregados se mezclarán con grava de otros bancos, arena natural o material finamente triturado, en las cantidades necesarias para este propósito. De ser necesario, el Fiscalizador puede ordenar la adición de material triturado, sin que el porcentaje de este material exceda el especificado para Base Clase 3, en estas especificaciones.

La mezcla puede efectuarse sobre el camino o en lugares especialmente acondicionados para ello, cuya ubicación establecerá el Fiscalizador.

Los agregados para Base Clase 4 cumplirán los mismos requisitos establecidos en el numeral 814-2.02 para abrasión, durabilidad y plasticidad.

**814-4. Agregados para Base Clase 2 y 3.-** Los agregados para Capas de Base Clase 2 y 3 cumplirán con los requisitos establecidos en las subsecciones 814-2 y 814-3, para la porción triturada y cribada, respectivamente, y se mezclarán en la proporción indicada en las Especificaciones Particulares de la obra, antes de su empleo. Su granulometría será la indicada en las Tablas 404-1.2 y 404-1.3 respectivamente.

**814-5. Materiales para Capa de Rodadura.-** Las capas de base que sirvan como capas de rodadura cumplirán con las exigencias de las secciones anteriores, de acuerdo al tipo que se haya especificado, con la sola excepción de que la porción de los agregados que pase el tamiz N° 40 deberá tener un límite líquido menor de 35 y un índice de plasticidad entre 6 y 9.

**Tabla 404-1.2.**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
1" (25.4 mm.)	100
¾"(19.0 mm.)	70 - 100
3/8"(9.5 mm.)	50 - 80
N° 4 (4.76 mm.)	35 - 65
N° 10 (2.00 mm.)	25 - 50
N° 40 (0.425 mm.)	15 - 30
N° 200 (0.075 mm.)	3 - 15

**Tabla 404-1.3**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
¾"(19.0 mm.)	100
N° 4 (4.76 mm.)	45 - 80
N° 10 (2.00 mm.)	30 - 60
N° 40 (0.425 mm.)	20 - 35
N° 200 (0.075 mm.)	3 - 15

**Tabla 404-1.4.**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

**Tabla 404-4.1**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	70 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90	70 - 100
3/8" (9.5 mm.)	40 - 70	45 - 75	50 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 60	30 - 60	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 50	20 - 50	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	5 - 30	5 - 30	10 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 5	0 - 5	0 - 5

## SECCION 815 CAPA DE BASE ESTABILIZADA

### 815-1. Generalidades.

**815-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplir los suelos y agregados que requieren de modificación de algunas características físicas, para mejorar su comportamiento y poder emplearlos como capas de base estabilizadas, y formar la estructura del pavimento.

**815-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación no se aplica para capas de base de materiales granulares ni otras capas de la estructura del pavimento. Los requisitos aquí establecidos se complementan con aquellos que constan en el Capítulo 400, el cual debe ser consultado para la correcta aplicación de este documento.

### 815-2. Bases Estabilizadas con Cemento Portland.

**815-2.01. Generalidades.-** Como regla general, las capas de base estabilizada estarán compuestas de suelo o agregados, agua y material estabilizador, que en este caso será cemento Portland, con o sin cal hidratada como agente adicional.

El suelo o los agregados que se emplean en la construcción de bases estabilizadas con cemento Portland, deberán satisfacer los requisitos de este numeral y de las disposiciones especiales que obligatoriamente deben prepararse para cada caso, en función de la disponibilidad de materiales locales.

El cemento Portland empleado en la estabilización será del Tipo I, a menos que se disponga otra cosa en las especificaciones particulares, y cumplirá los requisitos que se exigen en la Sección 802 de este documento.

**815-2.02. Base de Suelo - Cemento.-** El suelo que se utilice para bases de suelo-cemento debe provenir de fuentes aprobadas, y cumplirá los requisitos de graduación que se especifican en la Tabla 404-6.1 de estas especificaciones.

Las disposiciones especiales establecerán los requisitos a cumplirse tanto de los materiales a usarse para este propósito cuanto de la mezcla efectuada. En el primer caso, se especificarán los bancos a usarse, la plasticidad y la humedad permisible.

Para la mezcla se fijarán los procesos constructivos, la energía de compactación a aplicarse y la resistencia mínima que se debe obtener, en base al ensayo de compresión simple, en probetas de 100 mm. de diámetro y 7 días de edad.

No se emplearán para bases de suelo-cemento materiales orgánicos ni suelos que tengan humedades en banco mucho mayores que la óptima de compactación.

Tampoco se podrán emplear suelos que presenten sales disueltas que puedan reaccionar con el cemento o que afecten la estabilidad de la mezcla a largo plazo.

**815-2.03. Base de Agregados Estabilizada con Cemento.-** Los agregados para capas de base estabilizada con cemento Portland serán gravas o piedras trituradas o una mezcla de ambas; estarán compuestas por partículas resistentes y durables, exentas de partículas blandas, alargadas y libres de material orgánico.

El agregado cumplirá los requisitos de graduación que se indican en la Tabla 404-2.1 de estas especificaciones y adicionalmente, todo lo establecido en la Sección 811: Agregados para Mezcla en Sitio de Hormigón Asfáltico, salvo que la fracción de los agregados que pase por el tamiz INEN 0.425 mm. debe presentar un límite líquido menor a 30 y un índice plástico que no exceda de 9.

**815-3. Bases Estabilizadas con Cal Hidratada u otros Aditivos Químicos.-** Los agregados para capas de base estabilizada con cal hidratada u otros aditivos químicos, deben cumplir con todos los requisitos establecidos en la Sección 814 para Bases de Agregados Clase 3 o Clase 4.

La cal hidratada que se emplee en la estabilización debe cumplir con los requisitos de la Norma INEN 247. Si se emplea cal viva hidratada en obra, se debe además exigir que se cumplan los requisitos de la Norma INEN 248.

**Tabla 404-2.1**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>	
	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agregado fino</b>
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	95 - 100	--
3/4"(19.0 mm.)	40 - 100	--
Nº 4 (4.76 mm.)	0 - 5	80 - 100
Nº 10 (2.00 mm.)	--	50 - 85
Nº 40 (0.425 mm.)	--	15 - 45
Nº 200 (0.075 mm.)	--	0 - 10

**Tabla 404-6.1.**

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>	
	<b>Mezcla en Sitio</b>	<b>Mezcla en planta</b>
3" (76.2 mm.)	100	100
1 1/2" (38.1 mm.)	--	--
1" (25.4 mm.)	--	--
3/4" (19.0 mm.)	60 - 100	60 - 100
Nº. 4 (4.75 mm.)	---	40 - 75
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 70	30 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	--	15 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	5 - 25	5 - 15

## SECCION 816. SUBBASES DE AGREGADOS

### 816-1. Generalidades.

**816-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplir los agregados que se emplean en la construcción de capas de subbase de material granular, sea que se obtengan por trituración, cribado o provengan de depósitos naturales de arena o grava, o sean una mezcla de los dos materiales..

**816-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación no se aplica a ninguna otra capa de la estructura del pavimento, las cuales tienen sus propias especificaciones. Los requisitos aquí establecidos se complementan con aquellos que constan en el Capítulo 400 de estas especificaciones, el cual debe ser consultado para la correcta aplicación de este documento.

**816-2. Requisitos comunes.-** Los agregados empleados en la construcción de Capas de Subbase deberán graduarse uniformemente de grueso a fino y cumplirán las exigencias de granulometría que se indican en la Tabla 403-1.1 se estas especificaciones, de conformidad a la Clase señalada en los Documentos contractuales, lo cual será comprobado mediante ensayos granulométricos, siguiendo lo establecido en la Norma INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T-27), luego de que el material ha sido mezclado en planta o colocado en el camino.

Los agregados gruesos no presentarán un porcentaje de desgaste mayor a 50 en el ensayo de abrasión, Normas INEN 860 y 861 (AASHTO T-96), con 500 vueltas de la máquina de Los Angeles.

La porción del agregado que pase el tamiz N° 40, incluyendo el relleno mineral, deberá carecer de plasticidad o tener un límite líquido menor de 25 y un índice de plasticidad menor de 6, al ensayarse de acuerdo a los métodos establecidos en las Normas INEN 691 y 692 (AASHTO T-89 y T-90).

Cuando los finos naturales existentes en los materiales originales de la cantera o yacimiento tengan un límite líquido o un índice plástico superiores a los máximos especificados, el Fiscalizador ordenará la mezcla con material adecuado, para reducir los valores de la plasticidad hasta el límite especificado. De no ser factible esto, se procederá como se indica en el numeral 814-2.02.

**816-3. Subbase Clase 1.-** La subbase Clase 1 está formada por agregados gruesos provenientes de la trituración de grava o roca, mezclados con arena natural o material finamente triturado para alcanzar la granulometría especificada.

Su obtención se hará de acuerdo a lo establecido en el numeral 814-2.03., y se debe además cumplir los requisitos comunes establecidos en el numeral anterior.

**816-4. Subbase Clase 2.-** La subbase Clase 2 está formada por agregados gruesos, obtenidos mediante trituración o cribado de gravas o yacimientos cuyas partículas estén fragmentadas naturalmente, mezclados con arena natural o material finamente triturado para alcanzar la granulometría especificada. Los agregados deben cumplir los requisitos comunes establecidos en la subsección 816-2.

**816-5. Subbase Clase 3.-** La subbase Clase 3 está formada por agregados gruesos, obtenidos mediante cribado de gravas o roca mezclados con arena natural o material finamente triturado para alcanzar la granulometría especificada en la Tabla 403-1.1. Este material debe cumplir con los requisitos comunes establecidos en la subsección 816-2.

**816-6. Materiales para Capa de Rodadura.-** Las capas de sub-base que sirvan como capas de rodadura, cumplirán con las exigencias de las secciones anteriores, de acuerdo al tipo que se haya especificado, con la sola excepción de que la porción de los agregados que pase el tamiz N° 40 deberá tener un límite líquido menor de 35 y un índice de plasticidad entre 6 y 9.

**Tabla 403-1.1**

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
N° 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
N° 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
N° 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20



## **SECCION 817. MATERIAL PARA MEJORAMIENTO, TERRAPLENES Y PEDRAPLENES**

### **817.1. Generalidades.**

**817-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplir los materiales a emplearse en las capas de mejoramiento de la subrasante, rellenos o terraplenes de altura mayor a los 3.00 metros o pedraplenes, cuando se los requiera.

**817-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Lo aquí expuesto se complementa con lo establecido en el Capítulo 300 de estas especificaciones, el mismo que se consultará para la correcta aplicación de este documento. Las especificaciones particulares de la obra pueden oponerse a lo establecido en este Capítulo, en cuyo caso prevalecerá lo dicho en ellas, particularmente lo concerniente a procedencia y tipo de materiales.

### **817-2. Rellenos y Terraplenes.**

**817-2.01. Generalidades.-** Los rellenos y terraplenes deben construirse con materiales provenientes de las zonas de préstamo señaladas en los planos o definidas por el Fiscalizador. Los préstamos pueden ser laterales a la vía o proceder de depósitos o bancos preestablecidos, en cuyo caso se denominarán importados. Se preferirá el empleo de materiales obtenidos de los cortes necesarios para la construcción de la vía, salvo que los documentos contractuales hayan establecido la inconveniencia de usarlos, dadas sus características.

La sustitución de préstamos se hará con otros de calidad superior o que presenten menor longitud de transporte, y siempre con la autorización por escrito del Fiscalizador.

**817-2.02. Requisitos.-** Los suelos empleados en la construcción de rellenos y terraplenes deben ser de calidad adecuada, y no deben contener desperdicios, raíces, materia vegetal, putrescible o perecedera u otro material inconveniente. No se emplearán suelos orgánicos, turbas y otros suelos similares.

Los suelos empleados en la construcción de los rellenos deben poseer una capacidad portante adecuada, y no deben presentar expansividades mayores al 4%. Tampoco se permite el empleo de suelos que en el ensayo de compactación realizado, de acuerdo a lo prescrito en la Norma AASTHTO T-180, presenten densidades máximas menores a 1.400 Kg/m<sup>3</sup>.

Cuando en la zona exista alta ocurrencia de suelos rocosos, formados por bloques o cantos de tamaños mayores a los de la grava mezclados con material

más fino, su colocación y compactación se efectuará como se indica para los pedraplenes, más adelante en esta Sección.

Las últimas capas de los rellenos o terraplenes deben construirse con los mejores suelos disponibles, y en ellas se exigirá que la expansividad sea menor al 2% y que su capacidad de soporte sea igual o superior a la empleada en el diseño del pavimento.

**817-3. Capas de Mejoramiento.-** Cuando en los documentos contractuales se haya establecido la necesidad de colocar una capa de mejoramiento de la subrasante, ésta se construirá con los materiales establecidos en los documentos contractuales, y cumplirá todo lo exigido para las últimas capas de terraplén que se indica en el numeral anterior.

**817-4. Pedraplenes y Enrocados.-** Cuando se haya especificado el empleo de pedraplenes, las especificaciones especiales de la obra deben establecer las granulometrías exigibles de los materiales a emplearse y los requisitos de resistencia a la abrasión de los mismos, en función de las disponibilidades del lugar.

Los pedraplenes se construirán en capas de hasta 80 cm. de espesor, compactándolas con rodillo liso vibratorio de peso mayor a 25 toneladas. No se emplearán bloques o cantos cuyo diámetro sea superior a 1/3 del espesor de la capa.

Los enrocados se colocarán a mano o empleando grúa o equipo similar, de acuerdo al tamaño de los bloques. Cuando se especifique enrocado en obras en contacto con agua, se deberá colocar un filtro adecuado por debajo de él, para impedir el sifonaje de los suelos de apoyo. Este filtro puede ser un geotextil del tipo no tejido y de espesor mínimo de 2.0 mm. o una capa de granulometría tal que sirva al propósito indicado.

**817-5. Ensayos de Control.-** En todo relleno o terraplén y en las capas de mejoramiento deben realizarse ensayos de densidad de campo empleando para ello cualquier método apropiado, aprobado por el Fiscalizador, con una frecuencia de uno por cada 300 m<sup>3</sup> de material colocado y compactado. Adicionalmente, se efectuará un ensayo de compactación tipo Proctor, empleando la energía especificada en los documentos contractuales por cada 1.000 m<sup>3</sup> de material colocado y compactado. Adicionalmente, con el mismo material empleado para el ensayo de compactación, se realizarán ensayos de granulometría, límite líquido y límite plástico, para verificar la uniformidad del material empleado.

## **SECCION 818. PIEDRA PARA MAMPOSTERIA Y HORMIGON CICLOPEO**

### **818-1. Generalidades.**

**818-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que debe cumplir la piedra que se emplea en la construcción de mamposterías y en hormigón ciclópeo.

**818-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación no se aplica a ningún otro material pétreo que se requiera en las obras viales, y deberá acudirse a las especificaciones correspondientes.

**818-1.03. Definiciones Específicas.-** No se requiere de definiciones particulares, salvo las ya señaladas en el Capítulo 100 de estas Especificaciones.

### **818-2. Piedra para Mampostería.**

**818-2.01. Descripción.-** La piedra para mampostería deberá ser de calidad aprobada y procederá de canteras o yacimientos; será sólida, resistente y durable; presentará color uniforme y estará exenta de resquebrajamientos, rajaduras u otros defectos que perjudiquen su resistencia. La piedra estará libre de restos vegetales, tierra u otros materiales objetables. Toda piedra alterada por acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

La piedra para mampostería será molón, salvo si las Disposiciones Especiales exijan el uso de piedra labrada.

Las piedras para mampostería no deberán tener depresiones o protuberancias que permitan concentración de esfuerzos en los apoyos o que impidan sean debidamente asentadas; la forma será tal que satisfaga los requerimientos arquitectónicos y estructurales de la mampostería especificada, lo que será verificado por medición directa.

**818-2.01.1. Piedra Labrada.-** La piedra labrada para mampostería, será de la clase indicada en los planos, con caras labradas y escuadradas, resistentes a la intemperie, de grano relativamente fino, de color uniforme, y además estará libre de intrusiones u otros defectos estructurales.

Preferentemente, toda la piedra a emplearse en una obra procederá de la misma cantera, y tendrá tal calidad que, luego de su tallado, presente formas regulares, con caras paralelas y aristas bien definidas.

**818-2.01.2. Molón.-** La piedra molón para mampostería será de calidad aprobada, no presentará superficies redondeadas y estará exenta de

resquebrajamientos, rajaduras u otros defectos estructurales. La piedra puede

requerir de un tallado somero para presentar caras semiplanas, sin llegar al grado requerido para la piedra labrada. No se emplearán molones desgastados o afectados por intemperismo.

**818-2.02. Requisitos.-** Las piedras que forman la mampostería tendrán las dimensiones señaladas en los planos y a su falta, se estará a lo indicado por el Fiscalizador.

A menos que se indique lo contrario, la piedra deberá tener un espesor mínimo de 15 centímetros, un ancho semejante a 1.5 veces el espesor, no menor de 30 centímetros y un largo semejante a 1.5 veces el ancho respectivo. Si se requiere cabeceros, su longitud será por lo menos 30 cm. mayor al ancho de las hileras contiguas.

Las piedras para revestir deberán ser labradas de manera que sus líneas de base o juntas sean concordantes con lo señalado en los planos y lo fijado por el Fiscalizador, dentro de las siguientes tolerancias:

- Molón de mampostería: 5 cm.
- Piedra labrada de mampostería: 2 cm.

**818-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** La piedra para mampostería tendrá una densidad mayor o igual a  $2.3 \text{ gr/cm}^3$  y no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión, Norma INEN 861, con 500 vueltas de la máquina de los Ángeles.

La piedra para mampostería no arrojará una pérdida de peso mayor al 12% en el ensayo de durabilidad, Norma INEN 863, luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

### **818-3. Piedra para Hormigón Ciclópeo.**

**818-3.01. Descripción.-** La piedra para hormigón ciclópeo deberá provenir de depósitos naturales o de canteras; será de calidad aprobada, sólida, resistente y durable, exenta de defectos que afecten a su resistencia, y estará libre de material vegetal, tierra u otros materiales objetables. Toda piedra alterada por la acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

**818-3.02. Ensayos y Tolerancias.-** La piedra para hormigón ciclópeo tendrá una densidad mínima de  $2.3 \text{ gr/cm}^3$ , y no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión, Norma INEN 861, luego de 500 vueltas de la máquina de Los Ángeles.

La piedra para hormigón ciclópeo no arrojará una pérdida de peso mayor al 12%, determinada en el ensayo de durabilidad, Norma INEN 863, luego de 5

ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

El tamaño de las piedras deberá ser tal que en ningún caso supere el 25% de la menor dimensión de la estructura a construirse. El volumen de piedras incorporadas no excederá del 50% del volumen de la obra o elemento que se está construyendo con este material.

**818-4. Morteros y Hormigones.-** El hormigón para hormigón ciclópeo, deberá cumplir con lo establecido en la Sección 801 de estas Especificaciones.

El mortero para lechos, juntas o revocado de la mampostería, se fabricará de acuerdo a lo establecido en la Sección 809, de estas Especificaciones.

## SECCION 819. GAVIONES

### 819-1. Generalidades.

**819-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que deben cumplir los gaviones que se emplean en obras viales, la malla que los conforma y el material de relleno.

**819-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación no es aplicable a ningún otro material pétreo que se requiera en las obras viales, y deberá acudirse a las especificaciones correspondientes.

### 819-1.03. Definiciones Específicas.

**819-1.03.1.Gaviones.-** Son recipientes o cajas de forma paralelepípeda o cilíndrica, fabricados con enrejado de malla de alambre y rellenos de material pétreo, que son empleados como elementos de gran peso, en varias obras de retención de tierras o protección de las vías.

### 819-2. Malla para Gaviones.

**819-2.01. Descripción.-** La malla con la cual se confeccionarán los gaviones será de alambre, adecuadamente protegido contra la corrosión, y puede ser tejida, con triple torsión, conforme se establezca en los planos correspondientes.

La abertura de la malla será la que se especifique en los planos, y a su falta, el Contratista presentará muestras de las mallas disponibles en el mercado, para la selección y aceptación del Fiscalizador. No se permitirá el empleo de mallas diferentes en un mismo tramo de muro.

**819-2.02. Requisitos.-** El alambre empleado para la confección de las mallas será del tipo reforzado, de un diámetro mínimo de 2.4 mm. y tendrá una resistencia a la ruptura superior a  $420 \text{ N/mm}^2$  ( $4.200 \text{ Kg/cm}^2$ ).

Para proteger la malla de la corrosión, se empleará alambre triplemente galvanizado o alambre plastificado. En el primer caso, el recubrimiento de zinc no será menor que  $225 \text{ gr/m}^2$  de superficie. El alambre plastificado no dejará ninguna porción ferrosa expuesta, y debe pintarse o repararse cualquier defecto que se encuentre.

Los gaviones deberán rematarse con un alambre del mismo tipo empleado en la malla, alambre cuyo diámetro será por lo menos 20% mayor a aquel.

El alambre para el cosido y atirantado de los gaviones será del mismo tipo, y cumplirá los mismos requisitos que el empleado en la construcción de la malla.

### **819-3. Piedra para Relleno.**

**819-3.01. Descripción.-** Los gaviones serán rellenos con piedra natural o canto rodado, que no presenten sustancias corrosivas o agresivas en su composición y que sean resistentes a la acción del agua y de la intemperie.

La piedra a emplearse en este relleno estará libre de material vegetal, tierra u otros materiales objetables. Toda piedra alterada por la acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

**819-3.2. Requisitos.-** La piedra empleada en el relleno de gaviones será de forma semiredondeada preferentemente, de tamaño uniforme, y tendrá una densidad mínima de  $2.5 \text{ gr/cm}^3$ . El tamaño mínimo de las piedras será del 50% mayor a la abertura de la malla correspondiente.

El material no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 50 en el ensayo de abrasión, Norma INEN 861, luego de 500 vueltas de la máquina de Los Ángeles, y no arrojará una pérdida de peso mayor al 12%, determinada en el ensayo de durabilidad, Norma INEN 863, luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

## SECCION 820. ALCANTARILLAS DE HORMIGON

### 820-1. Generalidades.

**820-1.01. Objetivos.-** La presente especificación se refiere a los tubos de hormigón que se emplean en el drenaje de las obras viales.

**820-1.02. Alcance y Limitaciones.-** La presente Especificación se refiere tan sólo a las tuberías de hormigón y sus elementos de unión. El hormigón, agregados, agua o mortero, deberán cumplir con los requisitos que se establecen para cada uno de ellos, en las secciones respectivas de estas especificaciones.

La tubería metálica para alcantarillas y aquella empleada en instalaciones de subdrenaje, cloacas y otras semejantes, tienen sus propias especificaciones.

### 820-2. Tubería de Hormigón Armado.

**820-2.01. Descripción.-** Las alcantarillas de tubería de hormigón se construirán empleando tubos cuyo diámetro, refuerzo, clase, espesor, etc., deben estar indicados en los planos.

Los materiales por emplearse en la fabricación de los tubos deben cumplir con las exigencias de los capítulos respectivos. El curado de los tubos podrá realizarse por inmersión en agua o al vapor.

**820-2.02. Tubería Circular.-** La tubería circular de hormigón armado deberá cumplirlo especificado en la Norma AASHTO M-170. Todos los tubos deberán presentar una coloración uniforme, estar exentos de grietas o fisuras y de cualquier otro defecto de fabricación. La espiga y campana deben ser uniformes, terminadas en aristas vivas y adecuadamente escuadradas, sin roturas o desconchamientos que afecten la instalación adecuada de los tubos. El anillado de tubo a tubo se realizará con mortero de hormigón.

El diámetro mínimo de la tubería será de 1 200 mm., y su espesor no será menor a 40 mm. El área mínima del refuerzo será de 1.4 cm<sup>2</sup> por metro lineal.

Si se ha especificado refuerzo colocado elípticamente, se señalará en el tubo el sitio de los ejes mayor y menor de la elipse, para su adecuado montaje.

**820-2.03. Tubería no Circular.-** Se denomina tubería ovalada de hormigón armado a la que tiene internamente una sección con dos ejes perpendiculares desiguales, siendo la longitud del eje menor, del 60 al 65 % del valor del eje mayor. Podrá diseñarse con el eje mayor en posición horizontal o vertical, lo que estará claramente especificado en los planos. La tubería ovalada deberá cumplir con todo lo señalado en el numeral anterior, salvo que la Norma AASHTO aplicable es la M-207.



Si la sección transversal interior de la tubería está formada por más de dos arcos, ésta deberá cumplir lo estipulado en la Norma AASHTO M-206.

**820-2.04. Ensayos y Tolerancias.-** Los tubos deberán cumplir las exigencias de resistencia establecidas en los planos. Para su medición se empleará el ensayo especificado en la Norma ASTM C-497, aplicando carga para producir una fisura de 25 mm. de longitud. No se requiere la determinación de la carga de rotura, salvo que así lo ordene el Fiscalizador.

**820-3. Mortero para Juntas.-** Las juntas de los tubos de hormigón deberán ser impermeables, sin que se produzcan goteos o infiltraciones.

El mortero de cemento empleado para las uniones deberá cumplir lo establecido en la Sección 809 de este documento.

El mortero deberá tener una consistencia adecuada para el trabajo propuesto. Todo mortero o lechada deberá utilizarse dentro de los 30 minutos, medidos desde la primera adición de agua en la fabricación. La mezcla con cal hidratada y otros aditivos deberá ser autorizada por el Fiscalizador.

**820-5. Empaquetaduras para Juntas.-** Las juntas con empaquetaduras de caucho u otro material elástico deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma ASTM C-443, y deberán ser flexibles, capaces de soportar la expansión, contracción o asentamiento previsto.

Los empaques serán almacenados en un lugar fresco, preferentemente a una temperatura menor de 20 grados centígrados y no deberán exponerse al sol. Si se requiere lubricación, deberá emplearse el producto recomendado por el fabricante.

Empaques de cloruro de polivinilo, fibra de vidrio impregnada con resina tipo epoxy u otros materiales elásticos se usarán en las juntas, solamente cuando las muestras presentadas por el Contratista hayan sido ensayadas y aprobadas por el Fiscalizador.

## SECCION 821. ALCANTARILLAS METALICAS

### 821-1. Generalidades.

**821-1.01. Objetivos.-** La presente especificación se refiere a los tubos metálicos que se emplean en el drenaje de las obras viales.

**821-1.02. Alcance y Limitaciones.-** La presente Especificación se refiere únicamente a las tuberías metálicas que se emplean en la construcción de alcantarillas. La tubería de hormigón para alcantarillas y aquella empleada en instalaciones de subdrenaje, cloacas y otras semejantes, tienen sus propias especificaciones.

Las especificaciones de esta Sección no son aplicables para tuberías empleadas en estructuras, instalaciones de edificios o cualquier otro uso que no sea el mencionado anteriormente.

### 821-1.03. Definiciones.

**Corrugación:** Es la forma longitudinal deformada de la placa de acero, destinada a aumentar su resistencia mecánica. Generalmente la corrugación tiene una forma semejante a la sinusoidal, formada por un arco cóncavo y un convexo, unidos por un tramo rectilíneo. En la corrugación se distinguen los siguientes elementos:

**Paso:** Es la distancia entre dos ápices o nodos consecutivos de la corrugación.

**Altura:** Es el valor de la proyección vertical de la distancia entre un ápice y un nodo de la corrugación.

**Tangente:** Es la longitud rectilínea, entre arcos, de una corrugación.

**Diámetro Nominal:** Es el diámetro interior de menor dimensión, el cual se emplea para designar la tubería.

**Placa:** Es cada una de las partes que conforma la tubería, cuando su armado se ejecuta en obra, por facilidad de transporte y montaje.

### 821-2. Alcantarillas Metálicas.

**821-2.01. Descripción.-** Las alcantarillas metálicas se construirán empleando tubos de acero corrugado, cuyas dimensiones, espesor, recubrimiento, etc. deben estar indicados en los planos.

Los materiales por emplearse en la fabricación de los tubos deberán cumplir con los requisitos correspondientes de estas especificaciones.

**821-2.02. Acero.-** Las planchas de acero empleadas en la construcción de alcantarillas metálicas, deberán cumplir los requisitos de composición química establecidos en la Norma AASHTO M-218 y sus propiedades mecánicas serán las exigidas en la Tabla 821-2.1. Las dimensiones nominales de las tuberías, los espesores y las características de las corrugaciones se presentan en las Tablas 821-2.2., 821-2.3.y 821-2.4. respectivamente.

**Tabla 821-2.1.**

**REQUISITOS MECANICOS DE PLACAS PARA ALCANTARILLAS**

<b>Ensayo</b>	<b>Valor</b>	<b>Norma INEN</b>
Límite de Fluencia, valor mínimo en $\text{N/mm}^2$ ( $\text{Kg/mm}^2$ )	230 (24)	109 y 121
Tensión de Rotura, valor mínimo en $\text{N/mm}^2$ . ( $\text{Kg/mm}^2$ )	310 (31)	109 y 121
Alargamiento en doblado a tope	20 %	110 y 122

**Tabla 821-2.2.**

**DIAMETROS PERMISIBLES Y NUMERO DE PLACAS**

<b>Diámetro mm</b>	<b>Placas Nº</b>	<b>Diámetro mm.</b>	<b>Placas Nº</b>	<b>Diámetro mm</b>	<b>Placas Nº</b>
1.200	2	2.000	3	3.000	4
1.500	2	2.400	3	+ 3.000	*
1.800	2	2.800	4		

Nota: Para diámetros mayores a 3.000 mm. se especificará el número de placas en los planos de la obra.

**Tabla 821-2.3.****ESPESORES Y TOLERANCIAS**

<b>Espesores Permitidos y Tolerancias (Valores en mm.)</b>		
1.5 +/- 0.15	3.0 +/- 0.20	5.0 +/- 0.22
2.0 +/- 0.15	3.5 +/- 0.20	6.0 +/- 0.30
2.5 +/- 0.18	4.0 +/- 0.20	7.0 +/- 0.32

Nota: Los espesores deberán estar especificados en los planos de la obra, y su elección depende de la sobrecarga esperada para un caso específico.

**Tabla 821-2.4.****DIMENSIONES DE LA CORRUGACION**

<b>Tipo</b>	<b>Paso</b>	<b>Altura</b>	<b>Radio</b>	<b>Angulo</b>	<b>Tangente</b>	<b>Traslape</b>
PP	68 mm	12.5 mm	20 mm	55 grad	20 mm	90 mm
PM	100 mm	20.0 mm	30 mm	60 grad	22 mm	100 mm
PG	150 mm	50.0 mm	30 mm	90 grad	50 mm	150 mm

Nota: PP = Paso pequeño  
PM = Paso mediano  
PG = Paso grande.

**821-2.03. Recubrimientos.-** Las planchas de acero empleadas en la construcción de alcantarillas metálicas deberán ser galvanizadas o tener un recubrimiento de material epóxico, según se haya establecido en los planos.

El galvanizado debe ser realizado por inmersión en caliente, de acuerdo a lo establecido en la Norma INEN 672, con una cantidad de Zinc no menor a 610

gr/m<sup>2</sup>, en las dos caras.

Cuando se solicite el recubrimiento epóxico, éste deberá cumplir los requisitos establecidos en la Sección 831 de estas especificaciones.

Cuando se indique en los planos o disposiciones especiales, las placas, además del galvanizado, podrán tener un recubrimiento o revestimiento bituminoso, o deberá pavimentarse el fondo (invert) de la tubería con material bituminoso, en cuyo caso se cumplirá lo estipulado en la Norma AASHTO M-190.

Las placas que deban recibir el recubrimiento bituminoso deberán tener los pernos de unión en el valle de la corrugación; la capa de revestimiento será uniforme y deberá tener un espesor mínimo de 3 mm. sobre la cresta de la corrugación. La superficie exterior del tubo también deberá recibir una capa de recubrimiento bituminoso. Cuando los tubos tengan protección bituminosa colocada en la fábrica, deberá pintarse claramente el espesor del recubrimiento, en la superficie interior.

Para pavimentar el fondo (invert) de los tubos corrugados, ambas superficies, interior y exterior, deberán recibir la capa de protección, y luego se pavimentará con material bituminoso el invert, en un espesor mínimo de 3 mm. sobre la cresta, o conforme señalan los planos, en una extensión que cubra por lo menos el 25% del perímetro de los tubos circulares.

**821-2.04. Uniones.-** Las diferentes placas deberán montarse en obra, para configurar la tubería mediante el traslape y fijación, empleando para ello pernos y tuercas, a través de perforaciones dispuestas regularmente.

Los pernos y tuercas deberán ser galvanizados en caliente, y cumplir los requisitos mecánicos y de dimensión que establecen las Normas INEN correspondientes.

El traslape de las placas, en sentido circunferencial, no será menor al indicado en la Tabla 821-2.4. de esta Sección, y el traslape longitudinal no será menor al valor resultante de sumar la longitud de un arco a dos segmentos de la corrugación.

## SECCION 822 DRENES Y SUBDRENES

### 822.1. Generalidades.

**822.1.01. Objetivos** Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los materiales que se utilizan para la fabricación e instalación de drenes, subdrenes y drenes horizontales.

**822.1.02. Alcance y limitaciones** Esta especificación se aplica para la utilización de drenes, subdrenes y drenes horizontales en obras viales.

**822.1.03. - Descripción** Los drenes o subdrenes son mecanismos para el manejo de aguas sub-superficiales los cuales pueden ser conformados de diferentes formas y materiales, como tuberías ranuradas perforadas, zanjas que contengan materiales permeables recubiertas con geotextiles de tipo no tejido que generen un filtro evitando el arrastre de suelos y las cuales se pueden asistir con tuberías perforadas, o uso de geocompuestos conocidos como Geodrenes (geotextil, geored y tubo ranurado perforado).

**822.2. - Requisitos** La forma y dimensiones de los tubos a emplear en drenes y subdrenes, así como sus correspondientes perforaciones y juntas, serán las indicadas en los planos y disposiciones especiales, o en su defecto, las que señale el Fiscalizador.

Los tubos por emplearse en drenes, drenes horizontales y subdrenes, podrán ser de hormigón poroso, plástico (PVC) ó polietileno, acero, arcilla cocida, etc. Las especificaciones técnicas particulares de la obra definirán en cada caso el tipo de material y sus características.

En todo caso, los tubos seleccionados serán fuertes, duraderos y libres de defectos, grietas y deformaciones.

Los geotextiles no tejidos para subdrenes, drenes y filtros cumplirán con las características y especificaciones mínimas indicadas en la Tabla 822.2.1.

**TABLA 822.2.1.**

**CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS  
DEL GEOTEXTIL NO TEJIDO UTILIZADO PARA DRENES -  
SUBDRENES Y FILTROS**

<b>PROPIEDADES</b>	<b>NORMA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>MECANICAS</b>			
Método Grab	ASTM D-4632		
Resistencia a la Tensión		N(lb)	500(112)
Elongación		%	750
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D-4833	N (lb)	270 (61)
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D -4533	N(lb)	230 (52)
Método Mullen Burst	ASTM D-3786	kPa(psi)	1590(230)
Resistencia al Estallido			
<b>HIDRAULICAS</b>			
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D-4751	mm(No.Tam iz)	0.18 (80)
Permeabilidad	ASTM D-4491	cm/s	$40 \times 10^{-2}$
Permitividad	ASTM D-4491	s <sup>-1</sup>	2.70
Espesor	ASTM D-5199	mm	1.50
Rentensión de Asfalto	TEXAS DOT3099	I/m <sup>2</sup> (gal/yd <sup>2</sup> )	NA
<b>PRESENTACIÓN</b>			
Tipo de Polímero	Fabricante		Polipropileno
Ancho del Rollo	Medido	m	3.8
Largo del Rollo	Medido	m	150
Area del Rollo	Calculado	m2	525

Los geodrenes compuestos por geotextil no tejido geored y tubería ranurada, deberán cumplir las características y especificaciones indicadas en la Tabla 822.2.2.

**NOTA:** Geotextil no tejido utilizado también como separador, cuando se tienen suelos con alto contenido de humedad.

**TABLA 822.2.2**  
**CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DEL**  
**GEODREN**

<b>PROPIEDAD</b>	<b>Norma</b>	<b>Unidad</b>	<b>Geodren Tubo Circular 100mm</b>	<b>Geodren Tubo Circular 65mm</b>
Método Grab Resistencia del Geotextil a la Tensión	ASTM D-4632	N(lb)	600	600
Permitividad del Geotextil	ASTM D-4491	S <sup>-1</sup>	1.6	1.6
Tasa de Flujo del Geotextil	ASTM D-4491	l/min/m <sup>2</sup>	6900	6900
Tamaño de Apertura Aparente del Geotextil	ASTM D-4751	No. Tamiz	100	100
Resistencia de la Geo- red a la comprensión	ASTM D-1621	kPa	324	324
Transmisividad	ASTM D-4716	l/min/m	63	63
Capacidad de Flujo del Geotubo Pendiente 1%	ASTM D-4716	l/s	3.7	1.0
Peso del Geodren		Kg/m	1.6	0.95
Altura del Geodren		m	1.1	1.22

**822.3. Ensayos y tolerancias** El Fiscalizador podrá exigir las pruebas de resistencia que estime necesarias. Si el tubo es de sección circular, se aplicará el método de ensayo de las tres generatrices de carga propuesta por la Norma ASTM C, 497.

Las cargas de rotura mínima obtenidas en este ensayo serán las establecidas en la Tabla 822.3.1.

#### **822.4. Material de filtro**

**822.4.1. Descripción** El material filtrante para rellenar zanjas y para poner



debajo, alrededor y sobre los tubos de drenaje , como medio permeable para subdrenes y otros propósitos semejantes, deberá ser roca o piedra triturada y arena dura, limpia y durable, libre de materias orgánicas, terrones de arcilla u otras sustancias inconvenientes. Cuando se utilice geotextiles para el subdren el material de filtro serán agregados que pasen el tamiz de 3 pulgadas y retenga el tamiz de 1 pulgada.

**TABLA 822.3.1.**

<b>Diámetro de tubo (cm)</b>	<b>Carga de rotura (kgf/m)</b>
Inferior a 35	1.000
De 35 a 70	1.400
Superior a 70	2.000

**822.4.2. Requisitos** El material de filtro podrá ser Clase 1 o Clase 2, de acuerdo a lo establecido en el contrato o lo ordenado por el Fiscalizador. En la Clase 1 el Contratista podrá utilizar el Tipo A o B.

La composición en peso de material de filtro en el sitio, cumplirán la granulometría indicada en las Tablas 822.4.1. y 822.4.2., la cual se determinará según el método de ensayo INEN 696.

**TABLA 822.4.1.**

<b>CLASE 1</b>		
<b>Tamiz</b>	<b>TIPO A</b>	<b>TIPO B</b>
2" ( 50.8 mm.)	-----	100
1 1/2" ( 38.1 mm )	-----	95-100
3/4" (19.0 mm )	100	50-100
1/2" (12.7 mm)	95-100	-----
3/8" (9.50 mm)	70-100	15.55
No. 4 (4.75 mm)	0-55	0-25
No. 8 (2.36 mm)	0-10	0-5
No. 200 (0.075 mm)	0-3	0-3

**TABLA 822.4.2.**

<b>CLASE 2</b>	
<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>

1" (25.4 mm)	100
3/4" ( 19.0 mm.)	90-100
3/8" (9.50 mm)	40-100
No. 4 ( 4.75 mm.)	25-40
No. 8 ( 2.36 mm.)	18-3
No. 30 ( 0.60 mm.)	5-15
No. 50 ( 0.30 mm.)	0-7
No. 200 ( 0.075 mm.)	0-3

**822.4.3. Ensayos y tolerancias** Los dos tipos de materiales no experimentarán una desintegración y pérdida mayor del 12% a cinco ciclos de la prueba de durabilidad al sulfato de sodio, según el método INEN 863.

El material Clase 2 deberá tener un equivalente de arena no mayor de 75, según el método de ensayo propuesto por la norma AASHTO T - 147.

**822.5. Instalación de drenaje** Los tubos deben encontrarse completamente limpios antes de su colocación.

La colocación de la tubería no se empezará sin la previa autorización del Fiscalizador. Obtenida esta, los tubos se pondrán en sentido ascendente, con las pendientes y alineaciones indicadas en los planos por el Fiscalizador.

El tratamiento de las juntas y uniones de la tubería se ejecutará de acuerdo con los planos y disposiciones especiales de la obra y las instrucciones del Fiscalizador.

## SECCION 823. ACERO ESTRUCTURAL

### 823-1. Generalidades.

**823-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que debe cumplir el acero empleado en la construcción de estructuras de ese material.

**823-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación no cubre el acero a emplearse en el refuerzo de estructuras de hormigón armado u otras piezas metálicas que se emplean en las obras viales, las cuales tienen sus propias especificaciones.

Esta Especificación incluye los materiales necesarios para el montaje y ensamblaje de las estructuras metálicas y los materiales que se requieren en ellas, como es el caso de los apoyos elastoméricos, para puentes metálicos.

### 823.2. Piezas de acero.

**823-2.01. Descripción.-** Las piezas de acero estructural pueden ser barras redondas, cuadradas o planas; y perfiles estructurales, de las dimensiones establecidas en los planos de la obra.

Todas las piezas de Acero Estructural deben cumplir los requisitos establecidos en la Norma INEN 136: ACERO PARA CONSTRUCCION ESTRUCTURAL.

Todo el acero estructural será de preferencia del tipo "DE SOLDABILIDAD GARANTIZADA", y debe poseer la resistencia especificada en la Norma INEN 136, en la cual se reconocen los siguientes grados: A37E/ES, A42E/ES y A52E/ES. Según la terminología aprobada, la letra A indica que el material es Acero al Carbono; los números corresponden a la resistencia mínima a la tracción (en kg/mm<sup>2</sup>), la letra E indica que se trata de un acero estructural, y por fin, la letra S señala que el acero es de soldabilidad garantizada.

Todas las piezas estructurales se trabajarán en taller, de la manera especificada en los planos, evitando procesos en caliente. Los planos indicarán también los detalles constructivos tales como traslapes, uniones, pernos o remaches, soldas, etc.

**823-2.02. Requisitos.-** Todo el acero estructural, para su colocación en obra, deberá estar perfectamente limpio y libre de defectos de fabricación como fisuras, poros, etc.; además no presentará ondulaciones, rajaduras u otros defectos semejantes, que afecten su utilización.

La Tabla 823-2.1., resume los principales requisitos que debe cumplir el acero estructural en cuanto se refiere a sus características resistentes.

Tabla 823-2.1.

**REQUISITOS FISICOS**

Norma INEN	Grado	Resist. a Tracción	Límite de Fluencia	Alargamiento en la rotura (%) Distancia entre marcas		
		N/mm <sup>2</sup> *	N/mm <sup>2</sup> *	50 mm.	200 mm.	Propor. **
<b>136</b>	<b>A37E/ES</b>	<b>364 (37)</b>	<b>235 (24)</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>27</b>
	A42E/ES	412 (42)	245 (25)	22	18	23
	A52E/ES	510 (52)	334 (34)	20	16	21

\* Entre paréntesis en Kg/mm<sup>2</sup>

\*\* La longitud de la probeta proporcional se obtiene con la fórmula:

$$L = 5.65 S^{0.5}$$

**823-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** El acero estructural se inspeccionará y muestreará en el lugar de aprovisionamiento, siguiendo lo recomendado en la norma INEN 106. El Contratista notificará al Fiscalizador con suficiente anticipación para permitir el muestreo y comprobación, antes de efectuar el despacho del material para la obra.

El Contratista, al realizar el embarque de los materiales, presentará al Fiscalizador los informes de los Ensayos y Certificados de Cumplimiento de todos los materiales requeridos.

El Fiscalizador tomará, por su parte, un juego de muestras por cada 25 toneladas o fracción de cada tipo de material por emplearse en la obra, las que serán inspeccionadas y luego ensayadas a tensión y doblado, de acuerdo a lo establecido en las Normas INEN 109 Y 121.

Si en la inspección de las muestras se determinare que más de un 5% de las que conforman un embarque presentan defectos de fabricación, como alta porosidad, inclusiones de materias extrañas, grietas o picaduras de óxido que afecten más de un 10% del área de la pieza, se rechazará el lote, y se prohibirá su embarque a la obra. Igual cosa sucederá si las piezas no presentan las dimensiones especificadas en los planos, dobladuras, ondulaciones u otros defectos similares.

En caso de discrepancia entre los resultados de los ensayos realizados por el Fiscalizador y los valores que constan en los certificados de cumplimiento, en más de un 50% de las piezas, se tomará un nuevo juego de muestras del

material, cuyos resultados definirán la aceptación o rechazo del lote correspondiente.

**823-3. Planchas de acero.-** Las planchas de acero empleadas en la construcción de estructuras deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma INEN 114, para las calidades "Estructural" y "Estructural Soldable", y se prohibirá expresamente el empleo de planchas de acero de calidad comercial, de acuerdo a lo estipulado en la norma INEN mencionada.

Las planchas de acero serán inspeccionadas y muestreadas en el taller, antes de iniciarse el proceso de doblado y cortado para la fabricación de las piezas, según se dispone en la Norma INEN 114, especialmente verificando las tolerancias de dimensiones y espesores, que establece la Norma INEN 115.

Aquellos materiales que no cumplan las normas antes mencionadas serán rechazados, no podrán emplearse en la obra y deberán retirarse del taller lo antes posible.

**823-4. Galvanizado.-** Cuando se haya especificado en los planos el empleo de material galvanizado, el proceso de galvanización se hará de acuerdo a lo especificado en las Normas INEN 671, 672 y 951, según corresponda, empleando Zinc para el recubrimiento, con espesor mínimo de 25 micras para ambientes no agresivos y de 40 micras para ambientes costeros o zonas de alta agresividad.

**823-5. Acero Forjado.-** Las piezas de acero forjado que se empleen en estructuras metálicas deben tener una resistencia mínima a la tracción de 48 kg/mm<sup>2</sup>. y en este ensayo, su alargamiento en la rotura variará entre el 18 y 24%. La dureza de las superficies, medida por el método Brinell, no será inferior a 135 000 kg/mm<sup>2</sup>. Todas las piezas de acero forjado deberán ser recocidas después de la forja, antes de su empleo.

**823-6. Acero Moldeado.-** Las piezas de acero moldeado se fabricarán con el material especificado en los planos de la estructura, y deberán ser de constitución uniforme, grano fino y homogéneo, sin poros u otros defectos visibles del moldeado, ni tampoco fisuras, grietas o impurezas.

Las dimensiones de los elementos cumplirán lo señalado en los planos de la obra, dentro de las tolerancias ahí especificadas, y deberán someterse a un tratamiento térmico, después del moldeo, para eliminar las tensiones internas y mejorar su estructura.

**823-7. Bronce.-** Cuando se especifiquen apoyos de bronce, sea en placas fijas o deslizables, se empleará material laminado o recocido, cuya resistencia a la rotura sea de 42 kg/mm<sup>2</sup>. como mínimo. El alargamiento en la rotura no será menor del 10% y la dureza Brinell, medida en placas de espesor de más de 6 mm., no será menor de 130 kg/mm<sup>2</sup>.

**823-8. Plomo.-** El plomo a emplearse en apoyos y juntas deberá ser de segunda fusión, afinado y laminado; con un contenido de pureza no inferior al 99.97%. Las planchas serán lisas, de espesor uniforme, y se desechará toda plancha que presente exfoliaciones, dobleces, porosidad, raspaduras o cualquier otro defecto semejante.

Las dimensiones de las planchas serán las especificadas en los planos, con sus respectivas tolerancias, y la resistencia del material será de  $2 \text{ kg/mm}^2$ . en el ensayo de tracción, y  $4 \text{ kg/mm}^2$ . en compresión.

**823-9. Material elastomérico.-** Las almohadillas de material elastomérico deberán cumplir los requisitos establecidos en la Norma ASTM D-15, y serán fundidas en una sola capa si su espesor no excede de 25 mm.. Para espesores mayores, la almohadilla se fabricará con capas alternadas de material elastomérico y metal o género ligados. En todo caso, las almohadillas y su detalle de fabricación deberán ser aprobadas por el Fiscalizador de la obra, antes de su empleo.

Las dimensiones de las almohadillas no podrán variar, en más o en menos, de 3 mm. de aquellas señaladas en los planos.

Las almohadillas que contengan láminas de metal deberán ser moldeadas en una sola pieza; cuando se emplean almohadillas de espesor menor de 25 mm., o si son de espesores mayores y no tienen capas metálicas, se podrá fabricarlas recortando láminas más grandes. El corte se efectuará de manera tal que evite el calentamiento del material y se obtenga bordes lisos sin desgarraduras u otros defectos. Cuando los bordes y las esquinas de las almohadillas deban ser redondeadas, el radio en los bordes no excederá a 3 mm. y el de las esquinas, 9.5 mm..

La liga entre el material elastomérico y el metal o el género deberá ser tal que, al ser ensayada en cuanto a su separación, no se produzca rotura en los planos de unión sino que la falla debe ocurrir dentro de uno de los materiales, generalmente el elastomérico.

Las láminas de metal deberán ser de acero dúctil laminado, de espesor no menor al calibre 20.

Las láminas de género deberán ser de polímero sintético de cadena larga, cuya resistencia a la ruptura no sea menor a  $125 \text{ kg/cm}^2$  de ancho en ambas direcciones. Las láminas de género podrán ser de capa sencilla en la superficie superior e inferior de la almohadilla, o de capa doble y resistencia en el interior de la almohadilla.

El material elastomérico deberá contener como mínimo un 60% de neopreno, y deberá cumplir los requisitos establecidos en la Tabla 823-9.1.

**Tabla 823-9.1.****REQUISITOS DEL MATERIAL ELASTOMERICO**

<b>Grado</b>	<b>60</b>	<b>70</b>
Resistencia a la tensión (Kg/cm <sup>2</sup> ) min: ASTM D 412	176	176
Alargamiento a la ruptura ASTM D 412	350%	300%
Dureza ASTM D 2240	60 +/- 5	70 +/- 5

**823.a - Apoyos de elastoméricos desplazables**

**Descripción.-** Este ítem normará el suministro e instalación de apoyos elastoméricos desplazables de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y a los siguientes requerimientos indicados a continuación. Estos apoyos están formados por placas de acero, con las caras de acero inoxidable (como componente superior) colocadas sobre un paño geotextil al cual está pegado por una capa de material “Polytetrafluoroethylene” (PTFE).

**Materiales.-** A menos que se especifique en los planos, placas de acero deberán ser normadas por el ASTM A 36, para acabado ANSI #500 o superior sobre la superficie de contacto con el acero inoxidable.

Placas de acero inoxidables deberán ser del Tipo AISI 304 conforme al ASTM A 240, sino se indica en los planos el mínimo espesor deberá ser 1.5 milímetros.

Cojinetes preformados de fibras geotextiles deberán ser manufacturados de nuevos materiales y compuestos de múltiples capas de drill presforzado, 64 pliegos por 25 milímetros de espesores de cojinetes terminados, impregnados y ligados con cauchos de composición de alta calidad, que contenga elementos contra la podredumbre y al moho y que además contenga antioxidantes. Compuestos internos elásticos deberán adicionarse que permitan dar un espesor uniforme al apoyo.

La prueba de la dureza “The Shore A Durometer” del cojinete no deberá ser menor de 85 y nunca mayor de 95. Cojinetes preformados de textiles deberán ser capaces de soportar 69 MPa (Megapascals) de esfuerzo a la compresión antes de averiarse. Una tolerancia de más o menos 5% deberán ser permitidos del espesor de los cojinetes indicados en los planos.

El material PTFE deberá ser resina pura y original (sin alteración) de polytetrafluoroethylene fluorocarbon. La cantidad de finos en el llenado de láminas deberán estar entre 10% y 35% por masa.

El terminado de materiales deberán cumplir las siguientes propiedades físicas.

#### Requerimientos

	RELLENADO	NO
RELLENADO		
REQUERIMIENTO	METODO DE PRUEBA	VALOR
DUREZA 25.5°C	ASTM D 2240 SHORE “D”	VALOR 50-65
Esfuerzo a la tensión		
Mpa	ASTM D 1457	14 mínimo
Porcentaje de		
Elongación	ASTM D 1457	150 mínimo
Deformación bajo	ASTM D 621,	10 máximo
carga porcentaje a	Método A	15 máximo
23°C, 14 Mpa.		
Gravedad Específica	ASTM D 1457	2.16 mínimo
		2.14 mínimo

El espesor del terminado de las láminas de PTFE, no deberá ser menor de 1.5 milímetros y no más de 3 milímetros.

**Procesos de manufactura.-** Las láminas de acero inoxidable serán unidas a la placa de acero por un filete de soldadura realizado alrededor del borde con electrodos de soldadura apropiados. La superficie de deslizamiento deberá ser protegida de daños debido a salpicaduras de soldadura.

Después que la placa de acero ha sido unida, las láminas de acero inoxidables



deberán ser pulidas y abrillantadas para un terminado no menor de 0,5 micrómetros, removedores y solventes limpiadores serán usados para eliminar vestigios de compuestos de pulimento existentes.

El material PTFE deberá ser ligado al cojinete de material geotextil preformado, usando métodos adecuados de ligamento o vulcanización a través de una apropiada interrelación de capas de polychloroprene.

Pruebas adicionales de los componentes inferiores de los apoyos, deberán ser manufacturados previamente con el propósito de mantenerlos como muestras. Se deberá solicitar una certificación de la manufactura del acero, acero inoxidable, los geotextiles preformados y el material PTFE, deberán cumplir con los requerimientos de este ítem.

Componentes inferiores deberán ser probados comprimiéndolos a 10 (diez) Mpa (Megapascals) durante 5 días. La adhesión entre el material PTFE y los geotextiles preformados deberán ser determinados por 90 grados o niveles de desgarramiento o descascaramiento de la muestra (especificado en Test Method Tex-622-J). El mínimo esfuerzo de desgarramiento o descascaramiento deberán ser de 4.4 Newton por milímetro.

Sino existe ninguna especificación en los planos, los apoyos elastoméricos deberán ser formulados previamente para un valor de 100% de polychloroprene original (virgen) no vulcanizado o por el 100% de material original (virgen) de polímeros hechos de cauchos de polyisoprene. Los apoyos no deberán ser aceptados, si los materiales elastoméricos utilizados han sido previamente vulcanizados de su forma natural o contienen cauchos sintéticos o cualquier otros polímeros sintéticos.

Metales especiales para conexiones, incluyendo solo placas y placas de soporte deberán registrarse por el ASTM A 36. Sino existe ninguna indicación en los planos.

La formulación elastomérica de polychloroprene y polyisoprene deberán cumplir los requerimientos del AASHTO M 251, Tabla 1. Certificación de los valores de los resultados actualizados de las muestras, deberán ser suministrados para ser formulados. Las muestras deben ser tomadas con los productos terminados.

Aparatos empleados en la preparación de especímenes de pruebas de productos terminados deberán estar de acuerdo con el ASTM D 15 "Sample Preparation for Physical testing of Rubber Products" Preparación de muestras para pruebas físicas de productos hechos de caucho.

Todos los componentes de apoyos laminados deberán ser moldeados en conjunto para formar una unidad integral libres de vacíos o separaciones entre el material elastomérico ó entre el material elastomérico y las láminas de acero ó conexiones especiales, a menos que otra indicación se de en los planos.

Todos los perfiles de las láminas de metal deberán ser cubiertas por un mínimo de tres (3) milímetros de material elastomérico.

Para variación permisible de los apoyos, deberán regirse a los indicados en los planos caso contrario recurrir al AASHTO M 251- Tabla 2.

Las pruebas de rutina deberán estar supeditada a los requerimientos del AASHTO M 251.

**Almacenamiento.-** Los apoyos deberán ser almacenados horizontalmente y en lugar seco, y en un área protegida. La protección no debe darse en su cara inferior solamente, sino en todo el conjunto para evitar daños, suciedad, aceites, grasas y otras sustancias dañinas.

**Medidas** Este ítem debe ser realizado para cada uno de los apoyos elastoméricos.

**Pagos** El trabajo de preformado y materiales suministrados deberán ser establecidos bajo “ MEDIDA”, y se deberá pagar por el precio de cada unidad de “Apoyos Elastoméricos Desplazables” del tipo especificado. Este precio deberá compensar el acero inoxidable de la placa, el material PTFE y geotextil preformado del apoyo, placas bases y pernos de anclaje requeridos para conectar los apoyos entre las superestructuras, todos los materiales, laboratorios, herramientas y otras incidencias necesarias en el trabajo.

**823-10. Otras Piezas.-** Las piezas de hierro fundido; los pernos, tuercas, arandelas y otro material necesarios en la construcción, cumplirán lo establecido en las Especificaciones Particulares de la Obra, o en lo que corresponda de los Materiales Varios y Misceláneos de estas Especificaciones.

## SECCION 824. MADERA PARA ESTRUCTURAS

### 824.1. Generalidades.

**824-1.01 Objetivos.-** Esta especificación tiene por objeto determinar los requisitos que debe cumplir la madera para uso estructural.

**824-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación se aplica únicamente a maderas del Tipo A, B y C, según la clasificación de la Junta del Acuerdo de Cartagena, para los materiales locales, o cualquier otra madera disponible en el país, que por sus características físicas y mecánicas puedan asimilarse o formar parte de uno de estos grupos

**824-1.03. Definiciones Específicas.-** Las definiciones generales están de acuerdo con las normas COPANT correspondientes; a continuación se presentan las definiciones más importantes, para la mejor comprensión y aplicabilidad de este documento.

**Humedad de Equilibrio:** Es la humedad que se alcanza cuando la madera puesta al aire pierde parte del agua higroscópica, hasta alcanzar un estado de equilibrio con la humedad relativa del aire.

**Abarquillado:** Es el alabeo de las piezas cuando las aristas o bordes longitudinales no se encuentran al mismo nivel de su zona central.

**Arqueadura:** Es el alabeo o curvatura a lo largo de la cara de la pieza.

**Encorvadura:** Es el alabeo o curvatura a lo largo del canto de la pieza.

**Torcedura o Revirado:** Es el alabeo que se presenta cuando las esquinas de una pieza de madera no se encuentran en el mismo plano.

**Albura:** Es la capa exterior del leño, ubicada entre la corteza y el duramen, que contiene células vivas y materiales de reserva. Generalmente es de color más claro, más permeable y menos durable que el duramen.

**Escamadura:** Es la separación del leño entre los orillos de crecimiento. Se observan como escamas superficiales en las caras tangenciales de una pieza de madera.

**Médula:** Es la pequeña zona de tejido esponjoso situada en el centro del duramen. Es susceptible al ataque de hongos e insectos.

**Módulo de Elasticidad al 5% ( $E_{0,05}$ ):** Es el valor del módulo de elasticidad para el cual el 95% de las muestras ensayadas presentan valores iguales o superiores, mientras que el 5% restante puede estar por debajo de este valor.

**Módulo de Elasticidad Promedio ( $E_{\text{Prom.}}$ ):** Es el valor promedio del módulo de elasticidad que se ha obtenido para cada especie de maderas.

## **824-2. Maderas para estructuras.**

**824-2.01. Clasificación.-** La madera que se puede utilizar en la construcción de estructuras se clasifica, en función de la densidad y dureza, en los siguientes grupos:

GRUPO A: Caimitillo (*Chrusoplyllum cainito*), Guayacán (*Minquartia guianensis*), Pechiche y similares.

GRUPO B: Chanul (*Humirastrum Procerum*), Moral Fino (*Chlorophora tinctoria*), Pituca (*clarisia rasemosa*) y similares.

GRUPO C: Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis*), Mascarey (*Hieronyma chocoensis*), Sande (*Drosinum utile*) y similares.

**824-2.02. Requisitos.-** La madera por emplearse en la construcción debe ser calificada como de calidad estructural, para lo cual se cumplirá con lo establecido en la Tabla 824-2.1. "Clasificación Visual por Defectos".

Las dimensiones de los diferentes elementos estructurales deberán ser las especificadas en los planos y en lo posible se ajustarán a los tamaños comerciales.

La madera debe estar en estado seco o al contenido de humedad de equilibrio. Sin embargo, si se presenta dificultad para el maquinado en estado seco, se podrá trabajarla en estado verde (contenido de humedad > 30%), siempre que

- a) al secarse las piezas mantengan su forma original;
- b) los elementos de unión estén protegidos contra ataques corrosivos; y,
- c) los detalles constructivos y dimensiones establecidas en los planos permitan a la madera contraerse libremente a medida que se seca.

De no poder garantizar el cumplimiento de estos requisitos, se exigirá el uso de madera seca.

La densidad de la madera, dependiendo del grupo al cual pertenezca, debe cumplir con lo señalado en la Tabla 824-2.2., sin que se permita el uso de piezas con densidades inferiores a las anotadas.

Tabla 824-2.1.

**CLASIFICACION VISUAL POR DEFECTOS DE LA MADERA**

Nº	Descripción	Tolerancias	Notas
DEFECTOS NO PERMITIDOS			
Ia	Duramen quebradizo	Ninguna	
Ib	Fibras rotas	Ninguna	
II	Ataque de hongos	Ninguna	
III	Abarquillado	Ninguna	
DEFECTOS PERMITIDOS CON RESTRICCIONES			
IV	Arqueadura	Máximo 1%	(1)
V	Encorvadura	Máximo 0.3%	
VI	Torcedura o Revirado	Máximo 0.3%	
VII	Albura	Máximo 25%	
VIII	Arista Faltante	Máximo 15%	
IX	Grano Inclinado	Máx. 1 a 8 en canto	
X	Grano entrecruzado	Máx. 1 en 16 en el tercio central	
XI	Nudos	Máx. diámetro 4 cm. o 1/4 del ancho de cada cara. No más de 1 por cada metro. (1) Nudos menores a 1 cm se aceptan a 40 cm.	
XII	Perforaciones		
	a) diámetro < 3 mm.	Max. 10 agujeros c/m. No se acepta más de 1 en c/sección	
	b) diámetro > 3 mm.	Max. 3 por metro.	
DEFECTOS PERMITIDOS			
XIII	Escamadura	Hasta en 1/4 de long. de la pieza y de máx. 3 mm. de separación de anillos.	
XIV	Grietas superficiales	De no más de 2 mm.de secado	
XV	Médula	Médula pequeña, sana y/o	

tratada.

Nota (1): No se permiten nudos en zonas a tracción ni en el tercio central de la pieza.

**Tabla 824-2.2.**

<b>Grupo</b>	<b>Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Dureza</b>
A	0.90 - 0.71	ALTA
B	0.70 - 0.71	MEDIA
C	0.55 - 0.40	BAJA

Los esfuerzos máximos admisibles, según el grupo estructural al cual pertenezcan, serán los indicados en la Tabla 824-2.3.

**Tabla 824-2.3.**

**ESFUERZOS MAXIMOS ADMISIBLES EN Kg/cm<sup>2</sup>.  
PARA MADERA ESTRUCTURAL**

<b>Grupo</b>	<b>Flexión</b>		<b>Tracción Paralela</b>	<b>Compresión</b>		<b>Corte Paralelo</b>	<b>E<sub>0.05</sub></b>	<b>E<sub>Prom</sub></b>
	<b>f<sub>m</sub></b>	<b>f<sub>t</sub></b>		<b>Paral. f<sub>c</sub></b>	<b>Perp. f<sub>ch</sub></b>			
A	210		145	145	40	15	95.000	130.000
B	150		105	110	28	12	5.000	100.000
C	100		75	80	15	8	55.000	90.000

**824-2.03. Tolerancias**

**824-2.03.1. Tolerancias en la Habilitación de Piezas.-** Las dimensiones finales de los diferentes elementos estructurales, medidos en condición seca, podrán variar de aquellas especificadas en los planos, siempre que se enmarquen

en las siguientes tolerancias:

La tolerancia de las medidas de la sección transversal de un elemento, con respecto a las dimensiones especificadas, será entre + 2 mm. y - 1 mm. para piezas cuya longitud sea menor a 150 mm.; esta tolerancia se duplicará para las piezas cuya longitud excede el valor indicado.

La longitud de una pieza no podrá variar en más de 3 mm. en exceso o 1 mm. en defecto, para todas las piezas, sea cual fuere su tamaño.

La longitud de cerchas o armaduras puede tener una tolerancia de más o menos 0,5 mm. por metro de longitud. La altura debe tener una tolerancia de más o menos 1 mm. por metro de altura.

### **824-3. Tratamiento preservativo de la madera.**

**824-3.01. Descripción.-** Los elementos de madera en contacto con ladrillo concreto, etc., deberán ser tratados, a fin de prevenir la pudrición; más aún, en los casos en que los niveles inferiores de los elementos estén a nivel del suelo o por debajo de éste.

**824-3.02. Requisitos.-** El Contratista, para este tratamiento, podrá utilizar cualquier tipo de preservante que haya sido previamente autorizado por el Fiscalizador, de entre las clases siguientes: preservantes en base a creosota, preservantes de compuestos orgánicos o inorgánicos.

Los preservantes deben penetrar en la madera en forma uniforme y en espesores adecuados para lograr un grado elevado de protección. Las cantidades a usarse serán las recomendadas por el fabricante.

Si se ha autorizado un tratamiento por ósmosis o difusión, se necesita que la pieza conserve toda la humedad posible. Para cualquier otro método, la madera estará seca. En el primer caso, se exigirán tratamientos adicionales para cubrir las partes no impregnadas, a causa de la distribución irregular de humedad en la pieza.

Antes que la madera sea tratada, se deben realizar todos los cortes y perforaciones requeridos en la pieza, y se prohíbe expresamente el labrado posterior al tratamiento. Si por alguna razón se debe perforar la madera después del tratamiento, se deberá restablecerla de la mejor manera, mediante el empleo de pastas preservadoras.

El Contratista deberá aplicar el preservante mediante el uso de sistemas a presión, y puede autorizarse la aplicación mediante brocha o rodillo, sólo en el caso de labores de mantenimiento o protección temporal.

Cuando las especificaciones particulares o los planos así lo exijan, además del

tratamiento de la madera, se aplicará una protección contra incendio, usando materiales ignífugos para retardar la combustibilidad de la madera y la velocidad de propagación de la llama.

En este último tratamiento, se recubrirá la pieza con un revestimiento de pintura que contenga productos químicos retardadores de fuego, los cuales pueden ser silicatos solubles en agua, resinas de urea, carbohidratos, alginatos, emulsiones polivinílicas, etc., empleando las cantidades recomendadas por el fabricante.

Como alternativa, se puede impregnar la madera con sales retardadoras de fuego, tales como fosfato monoamónico y diamónico, sulfato de amonio, cloruro de zinc, tetraborato de sodio y ácido bórico

La impregnación se realizará usando procesos de presión al vacío, con presiones entre 18 y 70 Kg/cm<sup>2</sup>. La cantidad de sal a usarse para que el tratamiento sea efectivo, será de 40 a 80 kg de sal por metro cúbico de madera.

Se debe considerar que este proceso aumenta el peso de la madera en 15 a 20%, según la cantidad de sal que se utilice, por lo que su empleo se limitará a los casos en los cuales se autorice por escrito, por parte del Fiscalizador.



## SECCION 825. PILOTES

### 825-1. Generalidades

**825-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplir los pilotes estructurales que se emplean en las cimentaciones de puentes u otras obras civiles que se requieren en la ingeniería vial.

**825-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación debe complementarse con lo estipulado en el Capítulo 500, el cual se consultará para la correcta aplicación de este documento.

La especificación es del tipo general y no cubre aquellos requisitos que se deben exigir en pilotes fabricados por un procedimiento específico, los cuales deben constar en las condiciones particulares de la obra.

### 825-2. Pilotes de Madera.

**825-2.01. Condiciones Generales.-** Estos pilotes se usarán solamente en caso de obras temporales u obras especiales, previa autorización del MOP. La madera para pilotes deberá cumplir las condiciones establecidas para madera estructural en la Sección 824 de estas especificaciones y, adicionalmente, lo siguiente:

- Proceder de troncos sanos, libres de defectos que pudieran afectar su solidez y duración.
- Haber sido desecada al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante un tiempo adecuado.
- No presentar signo alguno de putrefacción, orificios, carcoma o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, astilladuras u otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad, sin excentricidad del corazón ni entrecorteza.
- Dar sonido claro por percusión.
- Las oquedades que pueda presentar la madera tendrán un diámetro inferior a 40 mm., y una profundidad inferior a un quinto del diámetro medio del pilote. Las hendiduras longitudinales serán menores que 1.5 veces el diámetro medio del pilote.
- Los pilotes de madera no deben presentar arqueaduras, combaduras o codos; y en todo caso, la línea recta que une los centros de las secciones de punta y

cabeza quedará incluida, en su totalidad, dentro del pilote.

Salvo prescripción en contrario, los pilotes irán desprovistos de su corteza en la porción que será hincada en el terreno; y la mantendrán en la parte que permanezca fuera, especialmente la porción del pilote que quedará sumergida o en contacto con agua.

El fuste de los pilotes no presentará protuberancias, por lo que deberán cortarse las ramas o nudos que existan.

La zona cerrada de la punta debe protegerse con dos manos de pintura de creosota, o cualquier otro tratamiento preservante, previamente aprobado por el Fiscalizador.

La punta irá protegida por un azuche, de la forma y dimensiones que se señalen en los planos. A su vez, la cabeza del pilote irá provista de un aro de hierro ajustado en caliente, para evitar roturas por efecto del hincado.

**825-2.02. Tratamiento del Pilotes.-** Se pueden emplear pilotes de madera sin tratar, para construcciones temporales y trabajos similares, y en construcciones permanentes, sólo si el pilote entero estará por debajo del nivel freático permanente.

Los pilotes permanentes deben ser de una de las siguientes especies: mangle, caimitillo, guayacán, pechice, o similar; y deberá ser tratado con el preservante que se exija en los planos. Los pilotes que se colocan en los ambientes costeros deben ser de mangle, y serán tratados con creosota, de acuerdo con las disposiciones especiales.

### **825-3. Pilotes Prefabricados de Hormigón.**

**825-3.01. Materiales.-** Los materiales y procedimientos que se empleen en la construcción de pilotes prefabricados de hormigón, deberán cumplir lo indicado en las Secciones 801 a 805 de este Capítulo, además de lo aquí señalado.

El hormigón de cemento Portland será Clase A, a menos que se señale otra cosa en los planos respectivos. A pedido del contratista y con el consentimiento del Fiscalizador, se puede emplear hormigón precomprimido. En caso de efectuarse esta sustitución, el diseño del pilote deberá contar con la aprobación previa del Fiscalizador y el pago será efectuado como si el Contratista hubiera seguido el diseño original, sin ninguna compensación adicional.

Los pilotes de hormigón serán de las dimensiones y la forma establecidas en los planos. Si se emplea pilotes de sección cuadrada, las esquinas se biselarán al menos 25 mm.

Los pilotes serán probados individualmente empleando métodos no destructivos

antes de su hincado.

**825-3.02. Requisitos.-** Los pilotes pueden ser de sección uniforme o ahusado. En general, el pilote ahusado no se empleará en los sitios en donde éstos actúen como columnas o puedan ser descubiertos por la socavación de los ríos. Los pilotes de concreto tendrán un área transversal, medida sobre el ahusado, no menor de  $900 \text{ cm}^2$ , y cuando estos pilotes deban colocarse en agua salada o en sitios con influencia de las mareas, tendrán un área transversal no menor de  $1\,400 \text{ cm}^2$ .

La menor dimensión del área transversal del pilote, medida a 60 cm. desde la punta, no será inferior a 200 mm. Si no se usa punta de acero, la punta del pilote tendrá un diámetro o dimensión menor superior a 150 mm. y el pilote será biselado o aguzado uniformemente desde la punta, en una longitud de 600 mm.

El refuerzo vertical tendrá como mínimo 4 barras espaciadas uniformemente alrededor del perímetro del pilote, y el diámetro de las barras será tal que la sección de las 4 barras especificadas represente por lo menos el 1.5% del área transversal del pilote. Cuando se usen más de 4 barras para el refuerzo, el número de éstas puede reducirse a 4, a 1.200 mm., medidos desde el fondo del pilote.

Todo el acero de refuerzo colocado paralelo al eje del pilote será amarrado con refuerzo en espiral o zunchos equivalentes. El refuerzo en espiral que se ubica cercano a los extremos del pilote tendrá un paso de 75 mm. y un diámetro superior a 12 mm.. Además el remate del pilote tendrá 5 vueltas de enrollamiento espiral, separando cada espira 25 mm.

Para el resto del pilote, el acero vertical será amarrado con refuerzo espiral de 12 mm. de diámetro, con paso de 150 mm., o zunchos redondos de 8 mm. espaciados no más de 150 mm. centro a centro.

El refuerzo se colocará a una distancia mayor a 50 mm. desde la cara del pilote, y cuando se use en agua salada o alcalina, esta distancia será superior a 75 mm.

En el cálculo de esfuerzos debidos al transporte y manejo de los pilotes, el cálculo estático por cargas será incrementado en un 50% para absorber impacto y choque.

#### **825-4. Pilotes de Hormigón Fundidos en Sitio.**

**825-4.01. Requisitos.-** Por lo general, los pilotes moldeados en el lugar de la obra serán construidos empleando encofrado metálico, el mismo que quedará permanentemente en el sitio. Otros tipos de pilotes de hormigón moldeados en sitio, ya sean éstos de hormigón simple o reforzado; o del tipo en los cuales el molde se pierde para cada pilote, o sea recuperable, pueden usarse si, en opinión

del Fiscalizador, las condiciones del terreno permiten su uso y su diseño y el método de colocación son satisfactorios.

Los pilotes de hormigón moldeados en sitio pueden ser de sección uniforme, ahusada, o una combinación de ambas. Sus dimensiones y el recubrimiento del refuerzo estarán de acuerdo a las especificaciones para pilotes prefabricados de hormigón, excepto que el área transversal mínima en su cabeza será de  $625 \text{ cm}^2$ , y el diámetro o dimensión menor de la punta del pilote será de 150 mm.

El pilote fundido en sitio será reforzado cuando así se especifique o se indique en los planos. El pilotaje no requiere refuerzo si se usa solamente para soportar cargas axiales, donde la posibilidad de que se apliquen fuerzas laterales a los pilotes es insignificante y el suelo provee de apoyo lateral adecuado. Aquellas partes del pilote que no tienen soporte lateral, serán diseñadas como columnas de hormigón reforzado, y el acero de refuerzo se extenderá 3 metros por debajo del plano desde donde el suelo provea soporte lateral. El encofrado de acero no recuperable y con un espesor mayor a 3 mm., puede ser considerado como refuerzo.

En la unión del pilote con la superestructura debe preverse suficiente acero de refuerzo, para garantizar una conexión adecuada y que soporte las fuerzas horizontales que pudieran presentarse en la vida de la estructura.

Los moldes por emplearse en la fundición serán metálicos, de espesor y resistencia suficientes, de tal manera que el molde mantenga su forma original y no muestre distorsión perjudicial posterior, inclusive cuando se efectúa el hincado de moldes adyacentes. El diseño de los moldes será aprobado por el Fiscalizador antes del hincado.

El hormigón cumplirá además las siguientes condiciones:

- Tener una trabajabilidad adecuada para garantizar una absoluta continuidad en su ejecución, aun si se emplean moldes recuperables.
- Debe presentar una adecuada resistencia al ataque químico del terreno circundante, para lo cual el Fiscalizador exigirá el empleo de cemento Portland del tipo resistente a los sulfatos, o protección a los moldes que permanezcan enterrados, a su criterio.

## **825-5. Pilotes de Acero.**

**825-5.01. Descripción.-** Los pilotes de acero deben tener la sección y dimensiones especificadas en los planos de la obra y cumplirán los requisitos para acero estructural que se indican en la Sección 823 de este documento.

**825-5.02. Requisitos.-** Los pilotes podrán ser empalmados para cumplir con la sección y longitud requerida. El empalme se efectuará con soldadura a tope,

remaches o pernos. El empalme con pernos se usará solamente si así lo establecen los planos de la obra o previo permiso escrito del autor del diseño. En cualquier caso, todos los detalles de los empalmes necesarios para la construcción de un pilote de acero deben detallarse en los planos correspondientes.

El alma de los pilotes de acero tendrá un espesor mínimo de 100 mm. El espesor de la plancha empleada en la tapajunta no será menor a 10 mm.

Si el pilote se colocará en sitios en los cuales pueda esperarse socavación importante, éste debe ser diseñado y construido como si fuera una columna de acero.

**825-5.03. Talón Tapajunta y Núcleo de Placa de Asiento.-** Cuando se requiera incrementar el área de contacto con la capa de apoyo del pilote, pueden emplearse talones, tapajuntas y placas de asiento, para lo cual se emplearán perfiles estructurales soldados, remachados o empernados; placas soldadas entre los bordes, o bloques de madera u hormigón que se fijen al pilote de manera adecuada.

Los pilotes de acero estructural deberán construirse e instalarse de acuerdo a los requisitos y tolerancias de fabricación establecidos en los planos. Todos los pilotes cuyas dimensiones no cumplan lo anteriormente expuesto, estén doblados o dañados de cualquier otra forma, serán rechazados.

**825-6. Pilotes de Prueba y Prueba de Carga.-** En toda obra a cimentarse mediante pilotes prefabricados, se exigirá al Contratista la construcción o instalación de pilotes de prueba, previa fabricación del conjunto de pilotes estimados en los planos, los cuales serán sometidos a un ensayo de carga conforme se especifica en las Normas AASHTO, para verificar el diseño del pilotaje. El Contratista debe presentar al Fiscalizador, con la debida anticipación, su programa de ejecución de tales pruebas, para su aprobación y control.

## SECCION 826. PINTURAS

### 826-1. Generalidades.

**826-1.01. Objetivo.-** Esta especificación establece los requisitos que deben cumplir las pinturas empleadas en las obras viales y las estructuras conexas.

**826-1.02. Requisitos Generales.-** La pintura deberá ser homogénea, libre de contaminantes y de una consistencia adecuada al uso propuesto y al sistema de aplicación establecido. La pintura deberá tener un fondo adecuado y el pigmento no se sedimentará ni formará gránulos. Toda la pintura podrá ser mezclada totalmente, para cumplir lo antes establecido, sin que se permita el uso de cualquier envase que luego del remezclado se presente defectuosa, con grumos o de consistencia tal que dificulte su aplicación.

El fabricante deberá incluir en la pintura todos los aditivos necesarios para controlar la sedimentación del pigmento, nivelación, desecamiento, absorción, etc.; de tal forma que el producto cumpla los requisitos aquí establecidos.

**826-1.03. Muestreo y Ensayos.-** A menos que en las disposiciones especiales se indique otro procedimiento, la pintura deberá ser muestreada y ensayada en la fábrica, luego de lo cual se entregará en la obra adjuntando los certificados de cumplimiento. En todo caso, no se permitirá la aplicación de la pintura, sino después de que haya sido aprobada por el Fiscalizador.

Se debe entregar al Fiscalizador un recipiente cerrado de cada tipo de pintura por cada lote o embarque, para su ensayo.

Todos los muestreos y ensayos deberán ser realizados de acuerdo con lo establecido en las normas INEN 1.022, 1.023, 1.024 y 1.032 a 1.041, la que corresponda a la pintura que se está analizando.

**826-1.04. Envasado y Etiquetado.-** La pintura debe envasarse en recipientes de material adecuado, que permitan conservar la calidad del producto, hasta su empleo, así como su manejo hasta el destino final.

Todo envase debe presentar un rótulo claramente legible que, además de la marca y detalles del producto, señale su contenido neto, instrucciones de uso, y las precauciones a tomarse o la toxicidad del producto. Se indicará también la medicación adecuada si el producto es tóxico.

**826-2. Pintura para Metal.-** La pintura para primera capa de piezas de metal será del tipo primario de minio alquídico (Norma INEN 1.043) u otra anticorrosiva aprobada por el Fiscalizador. En caso de requerirse, la pintura para esta capa llevará epóxico catalizador, en cuyo caso cumplirá la Norma

## INEN 1

046. Esta pintura debe ser aplicada en el lugar de fabricación de la pieza, y no se permitirá el traslado a la obra de ningún elemento que no lleve esta protección.

La pintura empleada para el acabado en obra será del tipo señalado en los planos, y a su falta, del tipo que establezca el Fiscalizador.

La pintura para acabado de las piezas o estructuras metálicas debe ser de uno de los siguientes tipos, el cual estará señalado en los planos de la obra:

- Anticorrosiva de plomo, (INEN 1.015);
- Anticorrosiva, de barniz y plomo, (INEN 1.019);
- De acabado, de aluminio vinílica, (INEN 1.020);
- Esmalte alquídico brillante, (INEN 1.045).

La pintura de acabado debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma INEN correspondiente, y tendrá el color que señale el Fiscalizador. Se debe presentar con la debida anticipación muestras para la selección respectiva.

**826-3. Pintura para Madera.-** Todo elemento de madera debe pintarse con el tipo de pintura que se haya señalado en los planos, la cual debe cumplir con los requisitos de las Normas INEN que correspondan al tipo especificado. De no haberse especificado el color, éste será el que establezca el Fiscalizador.

Cuando los planos o especificaciones indiquen que una pieza de madera debe ser tratada, sea cual fuere el tratamiento establecido, no se aplicará pintura a los elementos que no hayan recibido el tratamiento, ni tampoco se usarán pinturas que puedan reaccionar o inhibir los efectos del agente empleado en la protección requerida.

Se prohíbe el empleo de diluyentes que no estén expresamente indicados por el fabricante, o el uso de diluyentes recomendados en cantidades mayores a las establecidas para ese producto.

A menos que el Fiscalizador autorice otra cosa, la pintura será preparada en fábrica. Secará dentro de las 18 horas contadas desde su aplicación, dando un acabado homogéneo, color uniforme, buen estado y apariencia.

**826-4. Pinturas para Señalamiento del Tránsito.-** La pintura empleada para señalamiento del tránsito será del tipo apropiado para la aplicación en superficies que soportan tráfico, tales como pavimentos rígidos y flexibles, adoquines y mampostería o muros de hormigón de cemento Portland.

Se aceptará solamente pintura de color blanco o amarillo para este propósito, la cual debe cumplir lo establecido en la norma INEN 1.042.



**SECCION 827. PROTECCION Y EMBELLECIMIENTO DE LA VIA****827-1. Generalidades.**

**827-1.01. Objetivos.-** La presente especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los materiales empleados para proteger y embellecer la vía.

**827-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación se aplica para la protección y embellecimiento de obras viales.

**827-2. Recubrimiento Vegetal.**

**827-2.01. Descripción.-** En la cobertura vegetal se empleará el tipo de césped, planta o árbol estipulado para el proyecto, los cuales estarán de acuerdo con las condiciones ecológicas de la región y serán aprobadas por el Fiscalizador.

El suelo que se use para sembrar el recubrimiento vegetal estará formado por tierra negra arenosa o tierra vegetal con un adecuado contenido de material orgánico.

**827-2.02.Requisitos.-** El suelo que se utilice con estos fines, será flojo, friable, exento de mezclas de sub-suelo, basura, troncos, raíces, piedras, malezas, matorrales u otras materias perjudiciales para el desarrollo adecuado de la vegetación requerida.

La tierra vegetal superior no contendrá piedras con diámetros de 2,5 cm. o mayores y será de buena calidad.

El PH no será menor de 5 ni mayor de 8.

El contenido de materia orgánica será al mínimo del 3% y al máximo del 20%, lo cual se determinará al quemar muestras secadas en horno a peso constante y a una temperatura de 100 grados centígrados.

La tierra vegetal a emplearse, deberá cumplir los requisitos de granulometría y composición que se establecen en las Tablas 827-2.1. y 827-2.2.

Cualquiera que sea el recubrimiento vegetal que se emplee, deberá encontrarse libre de malezas perjudiciales, moho u otras materias dañinas para su desarrollo.

Los fertilizantes o abonos que se empleen serán los adecuados para la especie sembrada, en las cantidades que recomiende el fabricante, si no se indica de otra manera en las disposiciones especiales y deberán ser aprobadas por el Fiscalizador, antes de ser enviados a la obra.

**Tabla 827-2.1.  
GRANULOMETRIA**

<b>Tamiz</b>	<b>% en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
25,4 mm. (1")	100
6,3 mm. (1/4")	97-100
2,0 mm. (N° 10)	80-100

**Tabla 827-2.2.**

<b>COMPOSICION</b>		
	<b>MINIMO</b>	<b>MAXIMO</b>
Arena	20%	75%
Limo	20%	60%
Arcilla	5%	30%
<b>TAMAÑOS DE PARTICULAS</b>		
Arena	0,075 mm. (tamiz N° 200) hasta 2 mm. (tamiz N° 10)	
Limo	0,005 mm. hasta 0,075 mm. (tamiz N° 200)	
Arcilla	0,005 mm. o menos.	

### **827-3. Semillas y Plantas.**

**827-3.01. Descripción.-** Las clases de semillas, plantas y árboles a utilizar serán las estipuladas en el proyecto y estarán de acuerdo con las condiciones ecológicas de la región.

**827-3.02. Requisitos.-** Las semillas y plantas estarán sujetas a las disposiciones que para el efecto expida el Ministerio de Agricultura.

Las plantas serán de las variedades y tamaños indicados en el proyecto; deberán estar bien desarrolladas, vigorosas y libres de insectos y enfermedades.

Si no se indica de otra forma, todas las plantas deberán provenir de viveros,

transplantadas mediante recortes de raíz, según su variedad y tamaño.

Las plantas se encontrarán sanas, exentas de daños y raspaduras de la corteza, madera muerta o seca, tallos finales rotos, enfermedades por exceso de sol u otros daños o defectos perjudiciales.

Los árboles tendrán los troncos razonablemente derechos, así como buen ramaje.

Todas las plantas suministradas deberán corresponder a sus nombres y llevarán etiquetas con el nombre y tamaño correspondientes.

La sustitución de plantas, por una variedad distinta de la especificada, se podrá efectuar solamente con la aprobación del Fiscalizador.

Las especies y variedades de plantas que se requieran para el control de la erosión, serán aquellas que no hagan daño a los cultivos y cuya siembra haya sido autorizada por el Ministerio de Agricultura.

Las siembras vegetales para controlar la erosión y para el embellecimiento de la calzada deberán hacerse de preferencia durante la época de lluvias.

#### **827-4. Instalaciones para Riego.**

**827-4.01 Descripción.-** En los lugares donde sea posible, se utilizarán las acequias de riego próximas; caso contrario, se deberá recurrir a instalaciones provisionales de riego y al transporte del agua en vehículos. Se utilizarán depósitos de agua y mangueras de plástico con aspersores, para el riego a mano mientras dure la necesidad y la obligación de humedecer el suelo.

**827-4.02. Requisitos.-** El Fiscalizador dará su aprobación al método de riego que no ponga en peligro los macizos de tierra y deberá aprobar la frecuencia e intensidad de los mismos.

Los accesorios para la instalación de tuberías deberán ser del tipo seleccionado entre los normales, para su eficiencia hidráulica y baja pérdida de fricción.

Todos los materiales y equipo, incorporados para las instalaciones de riego, se deben encontrar en perfecto estado y serán aprobados por el Fiscalizador para su utilización.

## SECCION 828. CERCAS Y CERRAMIENTOS

### 828-1. Generalidades.

**828-1.01. Objetivos.-** Esta especificación tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplir los materiales que se emplean para construir cercas, cerramientos u otros similares.

**828-1.02. Alcance y Limitaciones.-** Esta especificación se aplica a cercas de alambre de púas o alambre tejido y cerramientos de malla de alambre, que se requieren para separar la vía de los terrenos aledaños.

La especificación no cubre los barandales o barreras, los cuales tienen sus propias especificaciones, ni las obras que se construyen para seguridad del tráfico, los que deben cumplir sus disposiciones especiales.

### 828-2.Postes.

**828-2.01. Postes Metálicos.-** Los postes metálicos serán contruidos de tubos de acero o perfiles estructurales y deben cumplir los requisitos estipulados en la subsección 823-2 de estas especificaciones. Los postes podrán ser galvanizados o pintados, según se indique en las disposiciones especiales.

Sus dimensiones serán las indicadas en los planos, de acuerdo al cerramiento previsto. Los postes deberán entregarse en obra con todos los elementos de sujeción necesarios para sostener las cercas o el alambre propuesto.

**828-2.02. Postes de Madera.-** Si los planos establecen el empleo de éste material, los postes serán de madera dura y resistente, y deberán cumplir con los requisitos estipulados en la Sección 824 de este documento.

Los postes de madera deberán ser extraídos de árboles sanos, rectos, libres de grietas, rajaduras u otros defectos que los hagan estructuralmente inconvenientes. Su longitud no será menor de 2,10 m. y la sección transversal tendrá un perímetro de por lo menos 35 cm. La dimensión menor en cualquiera de las caras, será de 10 cm.

Si se requiere preservar la madera, los postes serán tratados a presión, por cualquier método aprobado por el Fiscalizador, y deberán cumplir lo previsto en la subsección 824-4 de estas especificaciones.

**828-2.03. Ensayos y Tolerancias.-** Los postes de acero y de madera deben satisfacer las tolerancias estipuladas en las secciones mencionadas en los párrafos anteriores, especialmente lo referente a las dimensiones y defectos permitidos en las piezas de madera.

Se permiten nudos sanos en postes de madera, siempre que se proyecten hacia afuera, no tengan oquedades y se hayan tratado adecuadamente. El Fiscalizador podrá aceptar el uso de postes, a su sólo juicio, aunque sus defectos superen lo indicado en la Sección 824.

### **828-3. Mallas y Alambres.**

**828-3.01. Alambre de Púas.-** El alambre de púas utilizado en las cercas deberá ser de acero galvanizado, de dos hilos, y cumplirá con los requisitos estipulados en la norma INEN 884. Se empleará alambre de Clase 300, 400 o 500, de acuerdo a las necesidades de la obra y según la carga de rotura que se requiera, lo cual deberá estar claramente establecido en los planos correspondientes.

El alambre de púas, al ser ensayado a tracción, de acuerdo al método de ensayo establecido en la Norma INEN 884, debe presentar los siguientes valores:

- a) Para Clase 300, entre 200 y 300 daN.;
- b) Para Clase 400, entre 350 y 450 daN.; y,
- c) Para Clase 500, superior a 500 daN.

Los alambres del cordón y de las púas deberán tener un recubrimiento de Zinc, de acuerdo a las condiciones ambientales a las que será expuesto, y este recubrimiento no será inferior a 50, 100 o 200 gr/m<sup>2</sup>., para ambientes inertes, moderados o muy agresivos, respectivamente.

Los detalles de fabricación y disposición del cordón y de las púas deben cumplir con lo establecido en la Norma INEN 884.

**828-3.02. Alambre Tejido.-** El alambre tejido deberá cumplir las estipulaciones de la Norma ASTM A 116. Las dimensiones de la cerca y el diseño del tejido deben estar especificados en los planos.

El alambre superior e inferior deberá ser de por lo menos 3.4 mm., y los alambres interiores y verticales tendrán un diámetro de por lo menos 2.7 mm.

**828-3.03. Malla de Alambre.-** La malla de alambre debe cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ASTM A 392 y se construirá con alambre de acero galvanizado, tejido con aberturas de aproximadamente 50 mm.

La altura de la malla y su acabado inferior deben estar especificados en los planos correspondientes.

**828-3.04. Portones.-** Los portones tendrán las dimensiones, formas y detalles

indicados en los planos. Las puertas para peatones serán de 1,20 m. salvo que se haya señalado un ancho diferente.

La estructura o marco para portones y puertas deberá ser construida con tubo de acero galvanizado, de un diámetro no menor a 38 mm. Podrán usarse con este propósito perfiles de acero estructural, si las disposiciones especiales así lo exigen o el Fiscalizador lo autoriza.

La estructura o marco para portones y puertas deberá arriostrarse con barras o riostras de 9 mm. de diámetro. Los marcos llevarán esquineros reforzados o soldados, pero en todo caso formarán una sola pieza, resistente y durable.

Los portones y puertas se sostendrán mediante dos bisagras de acero. La bisagra inferior deberá tener un grillete o casquete para sostener la puerta.

**828-3.05. Misceláneos.-** Los alambres de tensión superior e inferior que sostienen una malla de alambre entre postes, deben ser galvanizados y de un diámetro superior al de la malla.

Todos los dispositivos que aseguren cualquier tipo de señales en una cerca deben ser galvanizados.

Los tensores y torniquetes que se requieran podrán ser de acero inoxidable o de hierro fundido galvanizado, y deberán cumplir con los requisitos estipulados en la Sección 832 de las presentes especificaciones.

El hormigón de cemento Portland empleado para las cimentaciones de los postes, será Clase C, salvo que en los planos o disposiciones especiales se indique otra cosa.

Los procesos de galvanización deberán cumplir lo indicado en la Sección 832 de estas especificaciones.

## SECCION 829. BARANDALES Y BARRERAS

### 829-1. Generalidades.

**829-1.01. Objetivos.-** La presente especificación establece los requisitos que deben cumplir los diferentes tipos de barandales y barreras que se instalan en una obra vial, sea por razones de seguridad o por otras causas.

### 829-2. Barandales de Tubería.

**829-2.01. Requisitos.-** La tubería empleada para este tipo de barandales será de acero corriente de clase comercial. Los puntales, pernos, tuercas, arandelas y otros accesorios serán de acero estructural de clase comercial, excepto cuando se indique en los planos que puede usarse accesorios de tubería de acero corriente.

Los elementos complementarios de los barandales, accesorios y otras piezas requeridas, serán galvanizados de acuerdo con lo estipulado en estas especificaciones.

**829-3. Guarda caminos Tipo Viga Metálica.-** Los elementos de los barandales, secciones terminales, pernos, tuercas y otros accesorios deberán satisfacer los requerimientos especificados en la Norma AASHTO M-180, salvo las modificaciones que expresamente se indican en este numeral. Las láminas de acero empleadas en su fabricación cumplirán los requisitos establecidos en las Normas INEN 114 y 115.

Los elementos de los barandales serán galvanizados y el revestimiento de zinc no será menor de 6 gramos por 100 cm<sup>2</sup>. El proceso de galvanizado deberá ser por inmersión en caliente, de acuerdo a la Norma INEN 672.

Los elementos de los barandales, su superficie, los orificios para pernos, etc. estarán libres de desgarraduras, rebabas, bordes afilados y protuberancias.

Los pernos serán de cabeza redonda y tendrán resaltes interiores que, al ajustarse a los perfiles, prevengan el giro y se produzca un acoplamiento seguro; por lo tanto, los orificios de los elementos de los barandales tendrán una forma similar a los resaltes de los pernos.

Los postes y bloques de madera deberán cumplir lo establecido en la Sección 824 de estas especificaciones. Se los fabricará de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y se usará solamente un tipo de poste para cada guardacamino. Los bloques de madera que se usen como espaciadores para guardacaminos de viga metálica, serán de una sección de 20 x 20 cm. y una longitud de 35 cm., salvo que en los planos se indiquen otras dimensiones.

Si los planos indican el empleo de postes de hormigón, se fabricarán con

hormigón Clase "A", de acuerdo con lo especificado en la Sección 801 y llevarán acero de refuerzo el mismo que debe cumplir lo establecido en la Sección 807.

Cuando se especifique el uso de puntales metálicos, éstos cumplirán los requisitos señalados en la Sección 823 de estas especificaciones.

#### **829-4. Barandales de Acero para Puentes.**

**829-4.01. Requisitos.-** Los barandales de acero para puentes se fabricarán de perfiles estructurales, tubos, secciones perfiladas, tubería, láminas o barras del tipo indicado en los planos.

Los perfiles estructurales, láminas, barras, pernos y tuercas serán de acero estructural y cumplirán los requisitos señalados en la Sección 823 de estas especificaciones, mientras que las tuberías serán de acero corriente.

Los manguitos de expansión que se coloquen en los postes de hormigón para la fijación de los barandales, serán metálicos y de un tipo que pueda soportar la carga indicada en los planos.

Los postes de hormigón serán similares a los especificados en el numeral anterior.

#### **829-5. Barandales de Malla de Alambre.**

**829-5.01. Requisitos.-** Los marcos serán de tubería de acero, y los perfiles, placas, barras o pernos serán de 8 mm. de diámetro, tendrán una resistencia mínima a la rotura de 2.300 kg. y serán galvanizados con triple tratamiento, al igual que los tensores de alambre, las grapas, los alambres de amarrado y los anillos para mordaza.

La malla de alambre será de calibre 9, sea cual fuere el barandal, y su carga mínima de rotura será de 550 kg.

Las barreras de malla de alambre para evitar encandilamiento deben cumplir con los requisitos estipulados en las especificaciones particulares de la obra, al igual que cualquier otro tipo de barandal o barrera que no conste en este Capítulo.



## SECCION 830. SEÑALIZACION

### 830-1. Generalidades.

**830-1.01. Objetivos.-** Esta especificación tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplir los materiales que se usarán en la instalación de puentes para señales sobre la vía.

**830-1.02. Alcance y limitaciones.-** Esta especificación no cubre a los materiales que se requieren para la iluminación de señales, ni semaforización, los cuales deberán cumplir con las disposiciones especiales determinadas para el proyecto en particular.

### 830-2. Puentes para Señales.

**830-2.01. Varillas, planchas y láminas.-** Las barras, placas, planchas, los perfiles y en general cualquier otro elemento metálico que se requiera, serán de acero estructural de calidad soldable o soldabilidad garantizada y deberán cumplir lo estipulado en la Sección 832 de las presentes Especificaciones.

**830-2.02. Pernos, tuercas y arandelas.-** Pernos, tuercas y arandelas serán de las dimensiones estipuladas en los planos y disposiciones especiales y deberán cumplir los requisitos estipulados en la norma ASTM A 53, Grado B.

Si el Contratista lo prefiere, los postes podrán fabricarse en acero estructural, los cuales deberán cumplir los requisitos estipulados en la Sección 823 de las presentes Especificaciones, sin costo adicional.

**830-2.04. Anclajes.-** Los anclajes utilizados en la instalación de los puentes para señales, se sujetarán a los requisitos de los planos correspondientes y a lo que corresponda de la Sección 832 de estas Especificaciones.

**830-2.05. Almohadillas de soporte.-** Las almohadillas de soporte deberán cumplir los requisitos estipulados al respecto en la Sección 823 de las presentes Especificaciones.

**830-2.06. Otras piezas.-** Si se han especificado postes y separadores de madera y tacos, deberán cumplir con lo estipulado en la Sección 824 de estas Especificaciones.

Cualquier otro elemento o material que se requiera, deberá cumplir con los requisitos estipulados en las disposiciones especiales de la obra.

Las pinturas deberán cumplir con los requisitos estipulados en la Sección 826 de estas Especificaciones.

## SECCION 831. PEGAS Y RECUBRIMIENTOS EPOXICOS.

### 831-1. Generalidades.

**831-1.01. Objetivos.-** Estas especificaciones se refieren a las resinas epóxicas empleadas en diferentes aplicaciones, en la construcción de obras viales, y a los recubrimientos del mismo material, que se emplean en tuberías metálicas, cuando se requiere de una elevada protección contra la corrosión.

### 831-2. Resinas Epóxicas.

**831-2.01. Requisitos.-** Las resinas epóxicas deberán ser suministradas en forma de dos componentes que se mezclan en el sitio de trabajo, con la formulación especificada en las disposiciones particulares de la obra, o en los planos correspondientes.

Previamente al empleo, el Contratista presentará al Fiscalizador de la Obra muestras de las resinas a emplearse, para su examen y el ensayo correspondiente, adjuntando el Certificado de Cumplimiento expedido por el fabricante y la literatura técnica correspondiente. Se deberá preferir resinas con módulos de elasticidad bajos, en aplicaciones cuyo espesor exceda los 3 mm.

Cada componente deberá embalsarse en envases adecuados, en cantidades tales que se utilice todo el material de un recipiente cada vez. Antes de usarse, se efectuará la mezcla de los componentes del cemento epóxico, en la proporción establecida por el fabricante.

Los envases deberán cumplir con los requerimientos exigidos para embarque de material peligroso, deberán ser nuevos y herméticos para evitar filtraciones. Si los envases tienen revestimiento, éste deberá ser de tal calidad que resista a la acción de los componentes.

Cada envase deberá tener una etiqueta con el nombre del componente, el tipo del mismo (fraguado rápido o normal) nombre del fabricante, fecha de fabricación y todas las instrucciones para el uso, incluidas las precauciones que deben tomarse durante su empleo, y la medicación adecuada en caso de exposición del operario.

No se empleará en la obra ningún componente que indique muestras de haberse cristalizado, de aumento de viscosidad o de sedimentación de pigmentos que no puedan dispersarse rápidamente con una espátula.

Al momento de efectuarse la mezcla, los componentes A y B deberán tener una temperatura entre 15 y 29 grados centígrados, a menos que se especifique lo contrario. Para el mezclado se debe emplear distintas espátulas para agitar cada

componente, los 2 componentes deberán mezclarse en las proporciones especificadas inmediatamente antes de usarse.

Las superficies sobre las cuales se deberá colocar el epoxi, estarán exentas de polvo, pintura, grasa, asfalto o cualquier otro material perjudicial.

Cuando el epóxico se utilice como ligante para hacer hormigones o mortero, los dos componentes deberán ser mezclados antes de añadir los agregados. La proporción de la mezcla deberá consistir en una parte del ligante y cuatro partes del agregado, en volumen, a no ser que se especifique de otra manera en las disposiciones especiales.

El agregado que se utilice en el hormigón o mortero epóxico deberá estar limpio y tener un contenido de humedad no mayor de 0,5 %. El tamaño máximo del agregado no excederá de 1/3 de la dimensión de la cavidad por rellenar con mortero epóxico, o de 25 mm. si se trata de hormigón. No se usará material que pase el tamiz 0.16 mm. (Nº 100).

Todas las superficies sobre las cuales se coloque hormigón o mortero epóxico, deberán llevar una imprimación de una capa de epoxi antes de su colocación.

### **831-3. Recubrimientos Epóxicos.**

**831-3.01 Requisitos.-** Cuando las especificaciones especiales a los planos así lo indiquen, las piezas metálicas que deben resistir ataques de ambientes o suelos corrosivos o agresivos, deben llevar un recubrimiento epóxico, el mismo que se aplicará de la manera que se indica en estas especificaciones.

Las resinas epóxicas a emplearse en el recubrimiento serán fabricadas a partir de monómeros propilénicos o fenólicos, de forma líquida o en polvo. La aplicación de la resina líquida se hará por inmersión, y la resina sólida, mediante tratamientos térmicos y resinas correaccionantes.

El espesor mínimo del recubrimiento será de 0.15 mm., y luego del tratamiento, la pieza presentará una apariencia uniforme, de color homogéneo, sin deformaciones, burbujas y zonas con desprendimientos o rayaduras.

Las piezas tratadas de esta manera deben ensayarse a impacto y doblado, de acuerdo a lo establecido en las Normas ASTM, y no deben mostrar indicios de herrumbre, picaduras, acción galvánica u otra forma de ataque localizado, luego de 1.000 horas en cámara de niebla salina o en cámara de humedad. El Fiscalizador podrá solicitar muestras de material tratado para que sean ensayadas, antes de autorizar el empleo de las piezas en obra.

## SECCION 832. VARIOS Y MISCELANEOS

### 832.1. Subsellado del Pavimento Rígido.

**832-1.01. Generalidades.-** Esta especificación se refiere a las tareas de sellado que se ejecutan entre juntas de diseño o de construcción, sobre las losas que conforman un pavimento rígido, cuyo propósito es impedir que se produzca el fenómeno de lavado de finos o bombeo del material que soporta este tipo de capa de rodadura

**832-1.02. Descripción.-** El material asfáltico para el sub-sellado del pavimento rígido deberá ser el señalado en los planos o en las especificaciones particulares de la obra, exceptuándose todo asfalto que tenga un punto de reblandecimiento entre 82 y 93 grados centígrados.

Quando se especifique el sellado con lechada de cemento Portland, esta lechada deberá consistir de una parte de cemento Portland, tres partes de agregado fino y agua suficiente para alcanzar la consistencia ordenada por el Fiscalizador

**832-1.03. Requisitos.-** Si se emplea material asfáltico, éste deberá cumplir los requisitos especificados en la Sección 810, dentro de las tolerancias ahí establecidas. En caso de que se requiera del empleo de sellantes con lechada, el cemento Portland, el agregado fino y el agua deberán cumplir los requerimientos de las Secciones 802, 803 y 804, respectivamente.

### 832-2. Mortero Colocado Neumáticamente.

**832-2.01. Descripción.-** Es un mortero de cemento Portland que, por exigencias de la obra, se coloca mediante el empleo de fuerza neumática, que lo proyecta en el lugar donde posteriormente fraguará.

**832-2.02. Generalidades.-** La mezcla seca deberá consistir de una parte de cemento Portland y no más de 4 1/2 partes de agregado fino, mezclados totalmente en estado seco, antes de su colocación en la máquina de distribución. La dosificación se podrá realizar al peso, o en volumen, siempre que el contenido de agua del agregado fino no sea mayor al 6%.

El mortero deberá contener no menos de 360 Kg. de cemento Portland por cada metro cúbico. El agua se añadirá en la boquilla de proyección del equipo empleado.

El acero de refuerzo, cuando se requiera, seguirá lo indicado en los planos y cumplirá lo establecido en el capítulo correspondiente de estas especificaciones.

**832-2.03. Requisitos.-** El cemento Portland, los agregados finos y el agua

para la mezcla, deberán cumplir lo establecido en las Secciones 802, 803 y 804 de estas Especificaciones, y los aditivos especiales que se requieran, deben estar especificados en los planos o especificaciones particulares.

### **832-3. Desagües de la Calzada.**

**832-3.01. Descripción.-** Son los elementos que introducen todos los efluentes acumulados en la calzada, hacia las tuberías que conforman el alcantarillado, para su desalojo adecuado.

**832-3.02. Requisitos.-** Los elementos de metal y las piezas de hormigón especificadas para estas tareas, deben cumplir con las dimensiones indicadas en los planos.

Todos los elementos necesarios deben satisfacer los requerimientos establecidos en las especificaciones de la correspondiente empresa de alcantarillado de la jurisdicción, y a su falta, los establecidos en las Normas que para el efecto ha expedido el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias.

### **832-4. Galvanización.**

**832-4.01. Descripción.-** Es el proceso mediante el cual se cubren superficies metálicas con una capa de zinc para efectos de alargar su vida útil, al protegerlas del deterioro.

**832-4.02. Requisitos.-** El proceso de galvanización se sujetará a lo establecido en las Normas INEN 621, 622 y 952, según corresponda, considerando además las siguientes recomendaciones particulares.

El galvanizado no es necesario para las piezas hechas de metal resistente a la corrosión como el acero inoxidable y el metal monel.

El galvanizado deberá hacerse después de fabricar las secciones más grandes y después de realizar las operaciones de cizallar, cortar, punzonar, formar, taladrar, fresar, doblar, soldar, y remachar.

Todas las áreas soldadas deberán limpiarse completamente antes de galvanizar, a fin de remover las escamaduras u otro material que pueda interferir con la adherencia del zinc.

Los conjuntos que deben unirse con pernos se galvanizarán separadamente antes de armarlos.

Cuando se necesite enderezar cualquier pieza después de galvanizar el trabajo se hará sin ocasionar daño al recubrimiento de zinc

Las superficies galvanizadas que deben pintarse después de este tratamiento, no deberán limpiarse empleando decapadores químicos u otros productos semejantes, pues se puede deteriorar el galvanizado.

Las superficies galvanizadas que han sido deterioradas por abrasión u otra causa, serán reparadas limpiando completamente con cepillo de alambre todo recubrimiento desprendido o resquebrajado y luego pintando con dos manos de pintura de base rica en zinc con solvente orgánico, sin diluyente.

### 832.a - Galvanización

Este ítem norma la galvanización y reparación de metales y se sujetarán a las normas establecidas por INEM en caso de insuficiencia de especificaciones se recurrirá a las siguientes recomendaciones establecidas por el ASTM.

La galvanización deberá estar de acuerdo con lo siguiente.

ITEMS	SPECIFICATION
1.- Ítem fabricados, rolados, formas de acero presados o forjados, platinas, tubos, ítem tubulares.	ASTM. A 123
2.- Acero, o hierro de reparto.	ASTM. A 153, clase A
3.- Pernos, tuercas, tornillos, arandelas y otros materiales de ferretería.	ASTM. A 153 Clase C ò D ò ASTM. B 695 Clase 50
4.- Sujetadores misceláneos cuando son permitidos en planos y especificaciones.	ASTM. B 633 clase Fe/Zn 8.
5.- Formas permanentes de metal en losas superiores, ángulos de soporte y la incidencia de otros ítems.	ASTM. A 525 Designación Z 600 ò AASHTO M-180
6.- Elementos para vigas W.	ASTM. A 525 Designación Z 450

### 832-5. Elementos de Sujeción.

**832-5.01. Descripción.-** Los elementos de sujeción consistirán de pernos con tuercas y arandelas necesarias, pasadores y conectores especiales, espigas, clavos, tornillos, alcayatas y otros dispositivos metálicos para sujeción

**832-5.02. Requisitos.-** Los pernos comunes, tornillos y espigas podrán ser de hierro forjado, acero al carbono de grado intermedio, acero inoxidable, o del material que se especifique en los planos y deberán cumplir con las normas

INEN correspondientes.

Las arandelas serán del tipo y dimensiones especificados en los planos, y cumplirán los requisitos generales estipulados en las Normas INEN 1.264, 1.248 y 1.256.

Los clavos serán del tipo de alambre común o de acero, según los requerimientos de la obra, tendrán la dimensión necesaria para asegurar un buen acoplamiento de las piezas y cumplirán los requisitos de las Normas INEN 612 y 626.

Si se requiere de elementos de sujeción galvanizados, este proceso cumplirá con lo estipulado en el numeral anterior.

**832-5.03. Tolerancias.-** Las tolerancias para arandelas planas son las señaladas en la norma INEN 1.287 y 1.290 en forma opcional.

Los clavos de acero deberán cumplir con las tolerancias que se estipulan en la norma INEN 612