

**REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
DE PUENTES DE REPÚBLICA  
DOMINICANA**

**Ministerio de Obras Públicas y  
Comunicaciones  
República Dominicana**

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>TÍTULO I CONSIDERACIONES Y TRABAJOS GENERALES .....</b>	<b>5</b>
CAPITULO I INGENIERIA.....	14
CAPÍTULO II CAMPAMENTO.....	14
CAPÍTULO III FUENTES DE MATERIALES.....	15
CAPÍTULO IV RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	15
<b>TÍTULO II MOVIMIENTO DE SUELOS .....</b>	<b>16</b>
CAPÍTULO I GENERALIDADES .....	16
CAPÍTULO II LIMPIEZA Y DESMONTE .....	17
CAPÍTULO III EXCAVACIÓN .....	17
CAPÍTULO IV ENTIBADOS, ATAGUÍAS Y TRABAJOS AFINES .....	19
CAPÍTULO V RELLENOS Y TERRAPLENES PARA ESTRUCTURAS QUE NO SEAN ALCANTARILLAS DE TUBOS .....	20
<b>TÍTULO III HORMIGÓN ESTRUCTURAL .....</b>	<b>20</b>
CAPÍTULO I CAMPO DE APLICACIÓN.....	20
CAPÍTULO II MATERIALES.....	21
CAPÍTULO III REQUISITOS DEL CEMENTO .....	21
CAPÍTULO IV REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN .....	21
CAPÍTULO V DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN.....	22
CAPÍTULO VI MEZCLADO DEL HORMIGÓN.....	23
CAPÍTULO VII CONSISTENCIA .....	25
CAPÍTULO VIII FUNDACIONES, APUNTALAMIENTOS Y ENCOFRADOS .....	25
CAPÍTULO IX VACIADO DEL HORMIGÓN.....	26
CAPÍTULO X EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN .....	30
CAPÍTULO XI ACABADO DE LAS SUPERFICIES DE HORMIGÓN .....	32
CAPÍTULO XII CURADO DE HORMIGÓN .....	34
CAPÍTULO XIII MÉTODO DE CURADO .....	34
<b>TÍTULO IV ARMADURAS .....</b>	<b>35</b>
CAPÍTULO I GENERALIDADES .....	36
CAPÍTULO II SEPARADORES .....	36
CAPÍTULO III DOBLADO DE LAS ARMADURAS .....	37
<b>TÍTULO V PILOTES.....</b>	<b>40</b>
CAPÍTULO I CAMPO DE APLICACIÓN.....	41
CAPÍTULO II PILOTES DE PRUEBA.....	41
CAPÍTULO III PRUEBAS DE CARGA.....	42
CAPÍTULO IV PILOTE DE HORMIGÓN DE GRAN DIÁMETRO.....	43
CAPÍTULO V PILOTES HUNDIDOS A CHORRO .....	43
CAPÍTULO VI MATERIALES .....	44
CAPÍTULO VII PILOTES DE HORMIGÓN PREFABRICADOS.....	44
CAPÍTULO VIII PILOTES DE HORMIGÓN VACIADOS IN SITU .....	45
CAPÍTULO IX PILOTES PERFILES “H” DE ACERO ESTRUCTURAL.....	46
CAPÍTULO X PILOTES TUBULARES DE ACERO SIN RELLENO .....	46
CAPÍTULO XI EMPALMES .....	47
CAPÍTULO XII HINCADO DE PILOTES .....	47
CAPÍTULO XIII PILOTES DEFECTUOSOS.....	49

CAPÍTULO XIV RECORTE DE LOS PILOTES Y CASQUETES DE APOYO .....	50
CAPÍTULO XV PROTECCIÓN DE PILOTES DE MADERA NO TRATADA.....	50
CAPÍTULO XVI PROTECCIÓN DE PILOTES DE MADERA TRATADA.....	51
CAPÍTULO XVII PINTADO DE PILOTES DE ACERO ESTRUCTURAL Y DE MOLDES DE ACERO PARA LOS PILOTES VACIADOS EN SITIO .....	51
<b>TÍTULO VI APOYOS.....</b>	<b>51</b>
CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN Y ALCANCES .....	51
CAPÍTULO II MATERIALES.....	51
CAPÍTULO III CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN.....	52
CAPÍTULO IV CONTROLES.....	52
CAPÍTULO V IDENTIFICACIÓN .....	53
<b>TÍTULO VII JUNTAS DE DILATACIÓN .....</b>	<b>54</b>
CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN Y ALCANCES .....	54
CAPÍTULO II JUNTAS ELASTOMÉRICAS PARA TABLEROS DE PUENTE .....	54
CAPÍTULO III JUNTAS METÁLICAS PARA TABLEROS DE PUENTE .....	55
CAPÍTULO IV FILLERS PREFORMADOS PARA JUNTAS DE ESTRUCTURAS.....	55
CAPÍTULO V OTROS MATERIALES PARA JUNTAS DE ESTRUCTURAS.....	55
CAPÍTULO VI CINTAS IMPERMEABLES (TIPO <i>WATERSTOP</i> ).....	55
CAPÍTULO VII JUNTAS IMPERMEABLES PARA TABLEROS DE PUENTE .....	56
CAPÍTULO VIII JUNTAS IMPERMEABLES DE COMPRESIÓN .....	57
CAPÍTULO IX JUNTAS DE POLICLOROPRENO .....	57
CAPÍTULO X JUNTAS IMPERMEABLES ENSAMBLADAS.....	58
CAPÍTULO XI JUNTAS METÁLICAS.....	58
CAPÍTULO XII JUNTAS DE DILATACIÓN EN ESTRUCTURAS.....	59
<b>TÍTULO VIII LOSAS DE ACCESO .....</b>	<b>59</b>
CAPÍTULO I DESCRIPCION Y ALCANCES.....	60
CAPÍTULO II MATERIALES.....	60
CAPÍTULO III PROCEDIMIENTO DE TRABAJO .....	60
<b>TÍTULO IX VIGAS.....</b>	<b>60</b>
CAPÍTULO I DESCRIPCION Y ALCANCES.....	60
CAPÍTULO II MATERIALES.....	61
CAPÍTULO III VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO .....	62
CAPÍTULO IV VIGAS POSTENSADAS .....	64
CAPÍTULO V VIGAS PRETENSADAS .....	69
<b>TÍTULO X ESTRUCTURAS DE ACERO.....</b>	<b>72</b>
CAPÍTULO I DESCRIPCION Y ALCANCES.....	72
CAPÍTULO II ACERO ESTRUCTURAL EN PLANCHAS Y PERFILES.....	72
CAPÍTULO III PERNOS, TUERCAS, PASADORES Y CONECTORES.....	73
CAPÍTULO IV TUBOS DE ACERO ESTRUCTURAL .....	74
CAPÍTULO V VIGAS METÁLICAS Y ARRIOSTRAMIENTOS.....	74
CAPÍTULO VI OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES METÁLICOS.....	76
<b>TÍTULO XI PAVIMENTOS PARA PUENTES.....</b>	<b>77</b>
CAPÍTULO I DESCRIPCION Y ALCANCES.....	77
CAPÍTULO II CAPAS DE RODADURA DE CONCRETO ASFÁLTICO.....	77
CAPÍTULO III CAPAS DE RODADURA DE HORMIGÓN .....	77
<b>TÍTULO XII BARANDAS, BARRERAS Y VALLAS.....</b>	<b>78</b>
CAPÍTULO I BARANDAS PARA PUENTES.....	78

CAPÍTULO II BARRERAS .....	79
CAPÍTULO III VALLAS .....	81
<b>TÍTULO XIII GAVIONES .....</b>	<b>82</b>
CAPÍTULO I CAMPO DE APLICACIÓN .....	82
CAPÍTULO II RELLENO DE ROCA .....	83
CAPÍTULO III MONTAJE Y APLICACIÓN .....	83
<b>TÍTULO XIV OBRAS DE ARTE MENORES .....</b>	<b>84</b>
CAPÍTULO I ALCANTARILLAS TUBULARES DE HORMIGÓN .....	84
CAPÍTULO II MATERIALES .....	84
CAPÍTULO III EXCAVACIÓN .....	85
CAPÍTULO IV CIMENTACIÓN O ASIENTO .....	86
CAPÍTULO V INSTALACIÓN DE TUBERÍA.....	89
CAPÍTULO VI JUNTAS DE LA TUBERÍA .....	89
CAPÍTULO VII RELLENO .....	90
CAPÍTULO VIII MÉTODO DE “ZANJAS IMPERFECTAS” .....	92
CAPÍTULO IX ALCANTARILLAS DE TUBOS DE METAL.....	97
CAPÍTULO X ALCANTARILLAS CAJON DE HORMIGÓN ARMADO.....	99
<b>TÍTULO XV OBRAS COMPLEMENTARIAS.....</b>	<b>102</b>
CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN Y ALCANCES.....	102
CAPÍTULO II BARBACANAS DE DESAGÜE .....	103
CAPÍTULO III SISTEMA DE DRENAJE DE MUROS DE CONTENCIÓN .....	103
CAPÍTULO IV SISTEMA DE SANEAMIENTO SUPERFICIAL DE ESTRUCTURAS .....	104

## **TÍTULO I**

### **CONSIDERACIONES Y TRABAJOS GENERALES**

**Artículo 1. OBJETIVO.** Este Reglamento Técnico establece los criterios mínimos que se deberán cumplir en la Construcción de Puentes, con la finalidad de fomentar estructuras seguras y eficaces para el bienestar de los usuarios y de la sociedad en general.

**Artículo 2. CAMPO DE APLICACIÓN.** Este Reglamento será de aplicación para la construcción de puentes en toda la República Dominicana.

**Artículo 3. RESPONSABILIDAD DEL SUPERVISOR.** El Supervisor será responsable de hacer respetar la documentación contractual del Proyecto, los planos, especificaciones y todo otro documento incluido en el pliego de condiciones generales, particulares o específicos y el cronograma de ejecución, y hará cumplir con los procedimientos y consideraciones generales contenidas en este Reglamento.

**Artículo 4. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA.** El Contratista será responsable de ejecutar el proyecto ajustándose a la documentación contractual, respetando la calidad, los planos, especificaciones generales y particulares, así como todo otro documento incluido en el pliego de condiciones y cronograma de ejecución.

**Artículo 5. DEFINICIONES.** Para los fines de este reglamento se emplearán los siguientes términos y definiciones:

1. **Acarreo.** Efecto de trasladar material de un lugar a otro, comúnmente se hace con camiones o cualquier herramienta que pueda llevar material en su interior.
2. **Aditivos.** Sustancias químicas usadas para mejorar las características del concreto, se utilizan al momento de hacer la mezcla.
3. **Aditivos acelerantes.** Fraguado rápido, resistencia rápida.
4. **Aditivos retardantes.** Fraguado lento.
5. **Aditivos de resistencia.** Alta resistencia a sulfatos.
6. **Adobe.** Arcilla aluvial de textura gruesa que se encuentra en las regiones áridas de América, es un material duro y cohesivo lo que permite trabajar como elemento constructivo, pierde sus propiedades al saturarse de agua por lo que es poco recomendable para cimentaciones.
7. **Agregados.** Son las arenas, gravas naturales y piedra triturada utilizadas para formar la mezcla que da origen al concreto, los agregados constituyen cerca del 75% de esta mezcla.
8. **Anclaje.** Efecto de anclar taludes, se hace un barreno en el talud, en éste se introduce varilla de acero y se cuela concreto en el interior, sirve para que el talud se auto soporte evitando así el desprendimiento del mismo.
9. **Andamios.** Elementos de acero que se utilizan para que los trabajadores alcancen niveles elevados en una construcción, como techos, paredes altas, se usan también como cimbra para losas.

10. **Aplanado.** Efecto de dar la terminación deseada a algún muro o techo, se hace comúnmente con mortero.
11. **Arco.** Es una viga curva cuyo radio de curvatura es muy grande con relación al ancho de la sección.
12. **Arena.** Conjunto de partículas de roca de 0.05 a 2 mm, es parte de los agregados usados para la mezcla de concreto y constituyen un buen material para la cimentación siempre que no tengan agua dentro de su estructura.
13. **Armado.** Es el acomodo de varilla en una construcción de manera que funcione como un sistema junto con el concreto que se colocará posteriormente.
14. **Armadura.** Sistema coplanar de elementos estructurales unidos entre si en sus extremos para formar un entramado estable, comúnmente forman elementos triangulares de manera que todo el sistema sea estable.
15. **Asfalto.** Residuo color negro del petróleo, también conocido como “chapopote”, está compuesto de hidrocarburos, se utiliza comúnmente para la construcción de caminos.
16. **Atiesador.** Elemento estructural de acero usado para dar estabilidad a la sección transversal de una viga.
17. **Azimut.** Es un ángulo medido en el sentido de las manecillas del reloj a partir de una recta de referencia, usualmente el meridiano.
18. **Barreno.** Excavación cilíndrica que se hace en el terreno para hacer estudios de la composición del suelo o introducir explosivos y de ésta manera obtener material producto de la explosión.
19. **Bombeo.** Trabajo realizado por un motor volumétrico alternativo para expulsar los productos de la combustión y aspirar la carga fresca. Curvatura del perfil de la sección de las calzadas para favorecer el escurrido de las aguas de lluvia.
20. **Cadena.** Elemento estructural formado por concreto armado que se coloca horizontal para delimitar la construcción de un muro y el superior siguiente sobre éste, se utiliza una por nivel.
21. **Cargas.** Son fuerzas externas que actúan sobre una estructura, cargas sísmicas, cargas por nieve, cargas por viento, etc.
22. **Cascajo.** Es el material sobrante de la obra y que no tiene otro uso posible dentro de la misma.
23. **Cascarón estructural (Cúpula).** Es una estructura con superficie curva, una especie de media esfera; es capaz de transmitir cargas en más de dos direcciones, puede ser de tipo domo, bóveda, paraboloides hiperbólico, etc.

- 24. Castillo.** Elemento estructural vertical hecho de concreto armado que se usa para dar estabilidad al muro, se coloca cada 4 metros como máximo uniendo los tabiques y formando un sistema de capas para resistir fuerzas laterales.
- 25. Cemento.** Es un material aglomerante que reacciona al contacto con el agua, está compuesto por cal, sílice, óxido de aluminio y óxido de hierro, es el elemento aglomerante más usado en la construcción y gracias a la tecnología existen varios tipos de cemento dependiendo de las necesidades de la obra por construir.
- Cemento Pórtland Tipo I. Cemento para usos generales, es el más usado para fines estructurales.
  - Cemento Pórtland Tipo II. Cemento resistente a los sulfatos, usado en estructuras expuestas al contacto con el agua.
  - Cemento Pórtland Tipo III. Cemento de alta resistencia inicial, usado cuando se necesita una resistencia rápida en la construcción.
  - Cemento Tipo IV. Cemento de bajo calor de hidratación, usado para producir poco calor en el proceso de fraguado.
  - Cemento Tipo V. Cemento resistente a los sulfatos, usado en obras hidráulicas que están expuestas a altos contenidos de sulfatos.
- 26. Cepa.** Excavación lineal hecha en obra que sirve para colocar la cimentación, el largo y ancho depende de la cimentación que se va a utilizar.
- 27. Cimbra.** Es un elemento estructural temporal, formado comúnmente de madera o acero, sirve para retener el concreto hasta que haya fraguado o adquirido una resistencia tal que pueda auto soportarse, funciona como molde para cualquier tipo de elemento, ya sea trabe, columna, losa, etc.
- 28. Cimentación.** Parte fundamental de una edificación, es la base de apoyo de cualquier construcción, es un sistema formado por el suelo y los elementos de soporte, existen dos tipos de cimentación, superficial y profunda y para cada una se usan diferentes elementos de soporte. Superficial (0 – 5m). Se usan zapatas aisladas o corridas, Profunda (5 – “X”m). Se usan pilotes.
- 29. Colado.** Conjunto de operaciones que se realizan con el objeto de colocar o vaciar en moldes (cimbra) concreto en estado plástico.
- 30. Columna.** Elemento estructural vertical, usado para soportar losas y elementos elevados, comúnmente construido en sitio con concreto, se usan también elementos de acero como columnas y son parte fundamental para la construcción de edificios.
- 31. Compactación.** Proceso mediante el cual se juntan partículas de suelo lo más posible, expulsando el aire que queda entre éstas, y reduciendo la separación entre partículas al mínimo.

32. **Concepto de trabajo.** Descripción del conjunto de operaciones y materiales que de acuerdo con las normas y especificaciones respectivas, integran cada una de las partes en que se divide convencionalmente una obra, con fines de medición y pago.
33. **Concreto.** Elemento deformable, formado por cemento, grava, arena y agua, en estado plástico toma la forma del recipiente, ocurre una reacción química entre el cemento y el agua, esto hace que la mezcla fragüe y se convierte en un elemento rígido, se usa como material de construcción y soporta grandes cargas de compresión. Comúnmente se usa concreto con acero de refuerzo en el interior del elemento para darle resistencia a la tensión y esto recibe el nombre de concreto reforzado.
34. **Consolidación.** Proceso mediante el cual se expulsa el exceso de agua entre partículas de suelo y esto permite reducir el espacio entre éstas obteniendo así un suelo mejor conformado.
35. **Contratista.** La persona que celebra contratos de Obras Públicas y de Servicios Relacionados con las Mismas.
36. **Control de calidad.** Acciones programadas y sistemáticas de control de materiales, herramientas, equipos, procesos constructivos o de manufactura y calificación del personal, que se llevan a cabo, para garantizar el cumplimiento de la calidad pactada contractualmente, con el apoyo en los servicios de un laboratorio de pruebas o en las especificaciones de los proveedores de materiales.
37. **Corte.** Acción de cortar parte del terreno con maquinaria pesada, comúnmente se usa para nivelar el terreno y así tener una superficie adecuada para construir.
38. **Cortina.** Elemento estructural de una presa, se diseña para soportar grandes volúmenes de agua, así poder controlarla y usarla para otros fines como riego, generación de energía eléctrica, etc.
39. **Concreto.** Formada en su totalidad por concreto.
40. **Dado.** Elemento estructural que se encuentra entre la cimentación y el cuerpo de una columna, es la unión entre estos elementos y está formado por concreto reforzado.
41. **Dala.** Elemento estructural que se encuentra entre la cimentación y el muro, está a todo lo largo de estos elementos y sirve de unión para los mismos.
42. **Demolición.** Acción de demoler una estructura o parte de la misma, se pueden usar herramientas, maquinaria o explosivos dependiendo de las dimensiones de la misma.
43. **Desmantelamiento.** Desarmar alguna estructura o elementos de la misma, comúnmente estructuras de acero que puedan ser desarmadas sin necesidad de demoler.
44. **Desmante.** Acción subsiguiente al despalle en donde se nivela el terreno para así comenzar con la construcción, se usa maquinaria para hacer cortes de terreno y así alcanzar el nivel deseado.

45. **Despalme.** Quitar elementos orgánicos de la capa superficial del suelo, se usa comúnmente maquinaria o herramientas para quitar árboles, hierbas, etc., de algún terreno donde posteriormente se desee construir.
46. **Dragado.** Excavación que se realiza debajo del agua, ya sea en ríos, lagos u océano y se usa una máquina llamada draga que extrae grandes volúmenes de material.
47. **Enladrillado.** Colocación de ladrillos uno sobre otro para formar un muro.
48. **Escarificado.** Es el movimiento de todo el material entre la superficie original y la parte superior del suelo que esté formada por un material aceptable para construcción.
49. **Esfuerzo Cortante.** Es una fuerza externa que es aplicada en forma vertical a la sección que se esté tratando, puede ser una viga, columna, o cualquier elemento estructural, el esfuerzo aplicado intenta cortar el elemento en la zona donde se está aplicando.
50. **Especificaciones.** Conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares para una obra determinada, que modifican, adicionan o sustituyen a las normas correspondientes en lo que a ejecución, equipamiento y puesta en servicio de la obra se refiere.
51. **Estimación.** Valuación de los trabajos ejecutados en determinado período, aplicando los precios unitarios de los conceptos de trabajo pactado durante dicho período o el porcentaje del precio alzado pactado correspondiente al avance de cada unidad de obra. Por extensión, es el documento en el que se consigan las valuaciones antes mencionadas para efecto de pago.
52. **Estribo.** Elemento estructural formado por varilla o alambre, que sirven para unir el armado de varillas dentro de una estructura, su función es confinar el concreto que se cuele en el interior de éste elemento y así evitar la expansión del mismo evitando una falla estructural.
53. **Falso Plafón.** Elemento de apariencia para techos, comúnmente usado en oficinas y edificaciones grandes y sirve para cubrir instalaciones.
54. **Finiquito.** Es la estimación final en la cual se ajusta el pago total de los trabajos ejecutados en los términos del contrato.
55. **Firme de Concreto.** Placa o capa de concreto formada para tener una base o un soporte en la planta baja de cualquier edificación, comúnmente es en donde posteriormente se colocará el piso (loseta, alfombra, etc.).
56. **Grava.** Está formada por fragmentos de roca no consolidada de 2 a 6 mm de dimensión, comúnmente está compuesta de roca sana y dura, por esto es un buen material para construcción, este tipo de grava llega a soportar una carga de 10Ton/ft<sup>2</sup>. Este material está incluido en la mezcla que forma el concreto.
57. **Herrería.** Concepto en el que están involucrados los trabajos de herrería en una construcción.

- 58. Impermeabilización.** Método usado para evitar la entrada de agua a una estructura, se usa comúnmente en la cimentación y en el techo de alguna construcción, se usan materiales que forman una capa impermeable para proteger las características del material.
- 59. Informe de obra.** Documento periódico que elabora el Supervisor y que contiene la información que necesita la Dependencia para conocer el estado que guardan los trabajos, así como los problemas que se presentan o pueden presentarse en el desarrollo de la obra, preferentemente con sus respectivas alternativas de solución.
- 60. Laboratorio.** Organismo auxiliar del Supervisor, contratado por la Dependencia, que se encargará de verificar, analizar y calificar, durante todo el proceso de la obra, la calidad y el comportamiento de los materiales, naturales o procesados, que se empleen para dicha obra.
- 61. Largueros.** Elementos estructurales que están apoyados en vigas o traveses, y sirven para soportar cargas de la losa, están colocados en forma horizontal, comúnmente son elementos de acero, y sirven para rigidizar la estructura total en donde están apoyadas.
- 62. Limo.** Es un suelo de grano fino, tiene capacidad para absorber agua, pero si la cantidad de agua no es la adecuada, tiende a agrietarse, y no es capaz de soportar grandes cargas.
- 63. Lodo.** Mezcla formada comúnmente por arcilla o limo, en donde el nivel de contenido de humedad es muy elevado y no se puede usar como apoyo para cimentaciones.
- 64. Losa.** Elemento estructural formado comúnmente de concreto y varilla, están colocadas en forma horizontal en edificaciones, y forman el piso de niveles superiores, existen varios tipos de losa.
- a. Losa Acero. Formada por placas de acero, apoyadas en vigas, es usada comúnmente en edificaciones.
  - b. Losa Maciza. Formada por una placa uniforme de concreto y varillas de refuerzo, de aproximadamente 10-15 cm. de espesor es la más común en México.
  - c. Losa Reticular. Formada por vigas pequeñas, con huecos en la parte inferior para aligerar el peso de la misma.
- 65. Mampostería.** Construcción armada o combinación de piezas de mampostería punteadas con mortero u otro material cementante. Las piezas que la forman pueden ser tabiques, tabicón, etc.
- 66. Marcos.** Ensamble formado por dos columnas y una viga o trabe que sirve para soportar elementos sobre éste mismo, toda edificación está formada por varios marcos unidos y que funcionan como un sistema.
- 67. Mortero.** Mezcla plástica de materiales cementantes, agregados finos y agua, se usa comúnmente en la construcción de muros de mampostería.

- 68. Muro.** Construcción vertical para encerrar espacio, retener tierra o almacenar materiales, comúnmente formados de mampostería o concreto reforzado, son elementos rígidos y deben soportar fuerzas laterales menores para garantizar su estabilidad, destinados estructuralmente para soportar cargas verticales. Elementos estructurales, verticales, de relativamente pequeño espesor, de muy diversos materiales y clases que pueden o no formar parte de la estructura unitaria de la edificación, por lo cual se originan los nombres de muros de carga, divisorios y de relleno.
- 69. Muro de carga.** Muro que sirve como elemento estructural soportando cargas de otros elementos apoyados sobre éste, están formados por los mismos materiales que se usan en un muro normal, la diferencia entre estos dos, es que el muro de carga debe estar apoyado en zapatas en la cimentación.
- 70. Muro falso.** Paramento formado por un bastidor compuesto de varios materiales, que se instala paralelamente a los muros y columnas en que se apoya, el bastidor se recubre con aplanados o con elementos prefabricados.
- 71. Nervaduras.** Se les llama así a las uniones que están constituidas en forma unitaria por losas y trabes.
- 72. Normas de construcción.** Conjunto de disposiciones y requisitos generales establecidos por la Dependencia, que deben aplicarse para la ejecución, equipamiento y puesta de servicio de las obras.
- 73. Normas de supervisión.** Conjunto de disposiciones y requisitos generales establecidos por la Dependencia, que deben aplicarse a la realización de actividades de verificación técnica, control y revisión de la ejecución de la obra.
- 74. Números generadores.** Información completa y detallada de los datos de medición y operaciones aritméticas que sirven de base para cuantificar los conceptos de trabajo ejecutados y por ejecutar.
- 75. Obra.** Abreviación o abreviatura de obra inmueble de ingeniería y arquitectura.
- 76. Pilas.** Son columnas subterráneas construidas en sitio, es decir, se necesita hacer una excavación de las dimensiones deseadas, y después colar concreto para formar la pila.
- 77. Pilotes.** Son columnas esbeltas subterráneas, generalmente colocados en grupos, comúnmente usados en cimentaciones para grandes edificaciones, o edificios donde el suelo no soporta grandes cargas y se necesite apoyar en roca a muchos metros bajo tierra, hay de dos tipos.
- a. Pilotes de fricción. Elementos que soportan su carga por fricción con las paredes del suelo.
  - b. Pilotes de Punta. Elementos que soportan su carga en la punta apoyada en roca dura.

- 78. Polines.** Vigas de madera de dimensión standard 4" x 4" de ancho, usadas para cimbrado en construcción, y en algunos casos como elemento estructural cuando la madera es de buena calidad.
- 79. Pozo de visita.** Pozos construidos en obras de drenaje, sirven para permitir la entrada de personas al drenaje y así llevar un adecuado mantenimiento y monitoreo del mismo.
- 80. Precio unitario.** Importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de medida de trabajo terminado, ejecutado conforme al proyecto ejecutivo, especificaciones y normas.
- 81. Presas.** Obras de ingeniería, en donde se involucran todos los aspectos de ingeniería usados comúnmente, formadas para contener grandes volúmenes de agua y poder regularla o usarla como fuente de energía, hay varios tipos.
- a. Presas de Control de Avenidas
  - b. Presas de Control de Azolve
  - c. Presas de Generación de Energía
  - d. Presas para suministro de agua potable
- 82. Presupuesto.** Documento donde se indican los trabajos a ejecutar, así como la cantidad, la unidad de medida y el precio unitario de los mismos, integrando estos últimos a fin de determinar, mediante importes parciales y el total, el monto de contratación de la obra.
- 83. Programa de obra.** Documento en el que la Dependencia y el Contratista establecen el orden y los plazos de inicio y terminación de cada uno de los conceptos de obra.
- 84. Proyecto ejecutivo.** Conjunto de documentos técnicos aprobados por la Dependencia, que integran la información que servirá para llevar a cabo la construcción de la obra.
- 85. Prueba de calidad.** Ensaye normalizado al que se somete una muestra representativa de materiales, equipos y sistemas o sus componentes, para verificar sus requisitos de calidad, incluyendo el registro e interpretación de sus resultados.
- 86. Prueba de montaje.** Ensaye efectuado a las instalaciones, equipos y sistemas o sus componentes, una vez que están en su posición final en la obra, para verificar su correcto funcionamiento.
- 87. Prueba operativa.** Ensaye normalizado efectuado en la planta del fabricante a las instalaciones, equipos y sistemas o sus componentes, para verificar su correcto funcionamiento, previo a la autorización de su embarque.
- 88. Prueba Proctor.** Prueba usada para conocer las características de compactación de un suelo, se mide en porcentaje siendo 100% el nivel de compactación más alto, y es directamente proporcional a la resistencia del suelo.

- 89. Puerto.** Área acuática encerrada parcialmente y protegida de esta forma de las tormentas y de las fuertes mareas para proporcionar alojamiento seguro y adecuado a los barcos que lo necesiten, hay puertos naturales y artificiales, y según su actividad se clasifican en. Comercial, Industrial y Militar.
- 90. Requisitos de calidad.** Propiedades y características técnicas que deben cumplir los materiales naturales o elaborados, y los componentes de equipos y sistemas, incluyendo los métodos de prueba con que se determinarán y las tolerancias aceptables.
- 91. Reticulares (Losas).** Las que se construyen con el empleo temporal o permanente de bloques, cajas, tabiques de diferentes materiales y dimensiones; dispuestos regular y separadamente, para permitir que las partes que se cuelan y arman “en el lugar” formen retículas.
- 92. Rompeolas.** Elementos artificiales construidos en sitio con enrocamiento y que sirven para proteger la entrada de los puertos, estos evitan la entrada de mareas fuertes y evitan la acumulación de arena en la entrada del puerto.
- 93. Sardinel.** Saliente de formas regulares y pequeñas dimensiones, que se construye en el piso, para evitar que se extienda el agua que cae en él.
- 94. Suelos.** Son sedimentos u otras acumulaciones de partículas sólidas no consolidadas producidas por la desintegración de rocas y mezcla de estas partículas con materiales orgánicos.
- 95. Supervisar.** Verificar y dar visto bueno a los trabajos de construcción realizados dentro del tiempo, el costo y la calidad estipulado en los programas y el presupuesto.
- 96. Supervisión externa.** Es la realizada por una empresa o área externa de la dependencia o entidad exclusivamente para supervisar que los servicios cumplan con lo estipulado en su contrato.
- 97. Supervisión interna.** Es la llevada a cabo directamente por la dependencia o entidad, con personal propio.
- 98. Tabique.** Piezas de arcilla horneada de lados rectos y de tamaños entre 0.04x0.08x0.16 ó 0.07x0.14x0.28 m.
- 99. Tablaroca.** Muros ligeros hechos de aluminio y tablones de aglomerado, no sirven como muros de carga, es decir no resisten cargas, sólo son como terminado aparente.
- 100. Taludes.** Superficies que tienen cierta inclinación formadas por suelos, rocas, cepas o bordos.
- 101. Tensión.** Es una fuerza que intenta estirar un componente, el acero es un material que resiste grandes fuerzas de este tipo, en cambio el concreto no resiste este tipo de fuerzas.
- 102. Tercerías.** Nombre aplicado al conjunto de tierras que no están compactadas.

- 103. Trabes o vigas.** Elementos estructurales alargados horizontales, de diferentes materiales y de relativamente pequeña sección transversal, generalmente rectangulares cuya función principal es soportar las cubiertas de los entrepisos y techos, se apoya generalmente en muros o columnas, existen de dos materiales principales, de acero y de concreto reforzado.
- 104. Tubería.** Conjunto de tubos conectados entre si que pueden ser usados para llevar en su interior agua, gas, líneas eléctricas o líneas telefónicas dependiendo el uso predestinado que tengan.
- 105. Unidad de medida.** La que se usa convencionalmente para cuantificar cada concepto de trabajo, para fines de medición y pago.
- 106. Varilla.** Elementos de acero que se utilizan como refuerzo en la construcción de elementos de concreto tales como trabes, losas, columnas, zapatas, etc., las varillas resisten fuerzas de tensión, y es ésta característica la que les permite ser usadas para reforzar el concreto.
- 107. Verificación de la calidad.** Comprobación de los requisitos de calidad por parte de la Supervisión, con el apoyo del laboratorio autorizado por la Dependencia.
- 108. Vigas.** Elemento estructural alargado que se coloca en forma horizontal, se apoya en trabes y la dimensión varía dependiendo de la separación entre las trabes de apoyo.
- 109. Zapatas.** Elementos estructurales, comúnmente de concreto armado, de gran empleo en las cimentaciones. Las zapatas son de dos tipos: aisladas y corridas; las primeras están compuestas por losas y dados separados. Las segundas están formadas por “losas corridas” a lo largo de los ejes y los dados se unen por medio de contra trabes.

## CAPITULO I INGENIERIA

**Artículo 6.** La Ingeniería abarca todos los trabajos técnicos necesarios que el personal del Contratista deberá realizar para la ejecución de la obra. Como trabajos técnicos se consideran aquellos realizados por el superintendente y los ingenieros del Contratista, residentes en la obra y responsables de la dirección de los trabajos. También se considerarán como tales los trabajos que realicen las brigadas de topografía y de mecánica de suelos del Contratista, incluyendo los replanteos horizontales y verticales del movimiento de tierra, pavimento, estructuras, drenajes y demás partidas de trabajo comprendidas en el contrato, pruebas de campo, ensayos, así como los trabajos de gabinete del contratista relacionados con el aspecto técnico de la obra. Además, se considerarán trabajos técnicos aquellos que a juicio del ingeniero sea necesario llevar a cabo para determinar emplazamientos, modificaciones, limitaciones y demás requerimientos de la obra y de sus zonas auxiliares, tales como minas, caminos de acceso y obras provisionales.

## CAPÍTULO II CAMPAMENTO

**Artículo 7. CAMPAMENTO.** Se considerarán en esta partida todos los trabajos necesarios para la preparación del terreno, el suministro de los materiales para la construcción de Oficinas, almacén para materiales de construcción y un taller de mantenimiento, así como los equipos y materiales necesarios para el funcionamiento de dicho campamento.

**Artículo 8. EXTENSIÓN Y UBICACIÓN.** La extensión superficial del campamento dependerá de la magnitud de la Obra; dicha extensión será la estipulada en las Especificaciones Particulares. La ubicación será a solicitud del Contratista y aprobada por el Ingeniero. Las instalaciones del campamento deberán ser de carácter temporal a fin de facilitar su remoción o traslado

### CAPÍTULO III FUENTES DE MATERIALES

**Artículo 9.** Excepto cuando se disponga lo contrario, todos los materiales empleados en la obra serán suministrados por el Contratista, de conformidad con todos los requisitos sobre calidad señalados en los documentos contractuales.

**Artículo 10.** El Contratista deberá notificar al Ingeniero cuáles serán los abastecedores de materiales que se propone utilizar, para que así los mismos puedan ser inspeccionados y/o probados en origen si así es deseado, y el Ingeniero imparta la aprobación para su uso en la obra. Si después de las inspecciones o pruebas se encontrase que las fuentes o abastecedores previamente aprobadas para el abastecimiento de los materiales no los suministran uniformes y satisfactorios, o si el producto resultase inaceptable, el Contratista deberá obtener y colocar en obra materiales procedentes de otras fuentes y otros suplidores, sin costo adicional, previa inspección, prueba y aprobación por el Ingeniero para su uso en la obra. El Contratista deberá presentar certificados de calidad y resultados de ensayos de los materiales manufacturados cuando así lo exija el Ingeniero.

### CAPÍTULO IV RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

**Artículo 11.** El trabajo consistirá en el suministro, instalación, mantenimiento y remoción de los rótulos de identificación de madera y zinc, en el proyecto del puente, de acuerdo con las especificaciones y de conformidad con los detalles mostrados en los planos o como sea requerido por el Ingeniero. Los rótulos de identificación deberán ser instalados en los lugares mostrados en los planos o como sea ordenado por el Ingeniero y no serán menores de 2.70 x 3.30 mts.

**Artículo 12. MATERIALES.** La madera de los marcos de los rótulos y del encostillado será de pino, debiendo cumplir lo siguiente:

- a) Deberá ser pulida en las cuatro caras, estará libre de nudos sueltos, bolsas grandes de resinas u otros defectos.
- b) La parte de la madera de los postes y arriostramiento que vaya a ser enterrada, deberá ser tratada con preservativos adecuados para que no se pudra.
- c) Los paneles de señales deberán ser de zinc liso con costilla de madera de pino de 2.5 x 10 cm (1"x 4").
- d) La pintura para los rótulos deberá ser del tipo mantenimiento (aceite), a dos manos, de calidad y colores aprobados por el Ingeniero.

- e) El hormigón para rellenar los hoyos de los postes de los rótulos deberá ser de Clase "E" con una resistencia a la compresión a los 28 días de 110 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Artículo 13. LEYENDA DE LOS RÓTULOS.** Cada rótulo deberá contener una leyenda de acuerdo con los requisitos del proyecto y conforme con los detalles y colores indicados en los planos o señalados por el Ingeniero.

**Artículo 14.** Los rótulos de identificación del proyecto deberán ser erigidos en el momento en que se inicie la construcción física de la obra.

**Artículo 15. UBICACIÓN DE RÓTULOS.** Los rótulos deberán estar colocados en lugares apropiados para informar al público sobre el trabajo en construcción, pero sin que afecten la visibilidad o señalización vertical de la carretera.

**Artículo 16. MANTENIMIENTO.** El mantenimiento de los rótulos de identificación durante el período del contrato, deberá ser responsabilidad del Contratista; dichos rótulos incluyendo sus marcos, deberán ser mantenidos en todo momento en buenas condiciones y mostrarán claramente las informaciones requeridas.

**Artículo 17. REMOCIÓN DE LAS RÓTULOS** Después que la obra haya sido terminada, el Contratista deberá remover los rótulos y los retirará fuera de los límites del proyecto. Dichos rótulos seguirán siendo propiedad del Contratista una vez concluidos los trabajos.

## **TÍTULO II MOVIMIENTO DE SUELOS**

### **CAPÍTULO I GENERALIDADES**

**Artículo 18. TRABAJOS A REALIZAR.** Este trabajo consistirá en la excavación necesaria para las fundaciones de puentes, alcantarillas, tuberías, drenaje subterráneo y otras estructuras que estén estipuladas en las Especificaciones Particulares, con las consideraciones siguientes:

- a) Las excavaciones se efectuarán de acuerdo con las Especificaciones Particulares correspondientes, ajustándose a los planos, o bien como disponga el Ingeniero.
- b) Deberá incluirse en este trabajo lo que fuese necesario en cuanto a agotamiento, bombeo, drenaje, entibado, apuntalado y la construcción necesaria de entramados y ataguías, así como el suministro de los materiales para tales obras y la subsiguiente remoción de entibado y ataguías, y la colocación de todo el relleno necesario.
- c) Este trabajo deberá incluir el suministro y colocación del material granular de relleno aprobado para sustituir el material inadecuado que se encuentre por debajo de las fundaciones de las estructuras.
- d) No se hará ninguna discriminación en cuanto a la clasificación de los distintos tipos del material que fuese encontrado.

## CAPÍTULO II LIMPIEZA Y DESMONTE

**Artículo 19. LIMPIEZA Y DESMONTE.** Antes de comenzar las operaciones de excavación en cualquier Zona, se realizará toda la limpieza y desmonte necesarios de acuerdo con lo dispuesto EN EL TÍTULO II-CAPÍTULO I DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES.

## CAPÍTULO III EXCAVACIÓN

**Artículo 20. ASPECTOS GENERALES EN TODAS LAS ESTRUCTURAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El Contratista deberá notificar al Ingeniero, con suficiente anticipación, de la iniciación de cualquier excavación para que se puedan tomar los datos, elevaciones y medidas, así como las secciones transversales del terreno natural. El terreno natural contiguo a la estructura no deberá alterarse sin permiso del Ingeniero.
- b) Las zanjas o fosas para las fundaciones de las estructuras deberán ser excavadas hasta las alineaciones y rasantes o elevaciones mostradas en los planos, o según fuesen estacadas por el Ingeniero. Deberán ser de suficiente tamaño para permitir el emplazamiento de las estructuras en el ancho y longitud indicados. Las elevaciones de la base de las fundaciones, según se indican en los planos, se deben consideran aproximadas, y el Ingeniero podrá ordenar por escrito el cambio de las dimensiones o elevaciones de tales estructuras.
- c) Las piedras grandes, troncos y cualquier otro material inadecuado, que sea encontrado durante la excavación, deberán ser retirados.
- d) Una vez terminada la excavación, el Contratista deberá notificarlo al Ingeniero; ninguna fundación, material de asiento y alcantarilla tubular deberá ser vaciada o colocada hasta que el Ingeniero haya aprobado la profundidad de excavación y clase del material de la superficie de cimentación.

**Artículo 21. ESTRUCTURAS DIFERENTES A LAS ALCANTARILLAS TUBULARES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) La superficie de cimentación constituida por roca u otro material duro deberá estar libre de todo material flojo o blando y cortado para que tenga una superficie firme, ya sea plana escalonada o dentada, según ordene el Ingeniero. Todas las grietas o hendijas deberán ser limpiadas y llenadas con una lechada de cemento. Toda piedra suelta y desintegrada y los estratos menudos deberán ser removidos.
- b) Cuando la fundación tenga que apoyarse sobre material que no sea roca, la excavación hasta la rasante final no se hará sino hasta justamente antes de que dicha fundación vaya a ser colocada.
- c) Cuando el material en que se apoye la fundación fuese blando, fangoso o de cualquier otro tipo que el Ingeniero considere no adecuado, el Contratista deberá remover ese material y rellenar con material granular aprobado.

- d) Este relleno para cimentación deberá ser colocado y compactado en capas de 15 centímetros cada una, hasta que alcancen la elevación del plano donde serán construidas las fundaciones.
- e) Cuando se utilicen pilotes para fundaciones, la excavación de cada fosa deberá estar terminada antes que sean hincados los pilotes, y cualquier colocación de relleno deberá ser después que los pilotes hayan sido hincados. Una vez terminada esta operación, todo el material suelto y desplazado deberá ser retirado, dejando una superficie de cimentación lisa y sólida para apoyar la fundación.

**Artículo 22. ALCANTARILLAS TUBULARES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El ancho de la zanja para alojar el tubo deberá ser lo suficiente como para permitir el acoplamiento satisfactorio del mismo.
- b) Asimismo, se deberá compactar adecuadamente el material que sirve de lecho alrededor del tubo.
- c) El ancho de la excavación tendrá por lo menos 60 centímetros más que el diámetro horizontal exterior de la tubería.
- d) Cuando se encuentren piedras, tierra endurecida u otro material firme, se deberá excavar más abajo del nivel de cimentación hasta una profundidad de por lo menos treinta (30) centímetros, o de un (1) centímetro por cada veinticinco (25) centímetros de relleno por encima del tubo, la que sea mayor, pero que no exceda de los tres cuartos (3/4) del diámetro vertical interior de la tubería.
- e) La excavación por debajo del nivel de cimentación del tubo, deberá ser rellenada con material seleccionado fino, tal como arcilla limosa o greda, y ligeramente compactada en capas que no excedan de 15 centímetros de profundidad, para que así forme una superficie de cimentación uniforme.
- f) Cuando no se encuentre una superficie de cimentación firme al nivel establecido a causa de un terreno blando, esponjoso o inestable, dicho material por debajo de la tubería deberá ser removido en un ancho de por lo menos el equivalente a un diámetro a cada lado de la tubería y hasta una profundidad que fijará el Ingeniero; luego se repondrá con material granular aprobado, debidamente compactado para que proporcione el apoyo adecuado, a no ser que en los planos se requieran otros métodos de construcción especial.
- g) La superficie de cimentación deberá proporcionar un asiento firme con una densidad uniforme en todo el largo de la alcantarilla.
- h) Cuando las alcantarillas tubulares tengan que ser colocadas en zanjas excavadas en rellenos, la excavación de cada zanja deberá realizarse después de que el relleno haya sido construido hasta un plano paralelo a la rasante propuesta a una cierta altura por encima del fondo de la tubería, tal como lo señalen los planos o lo ordene el Ingeniero.

**Artículo 23. UTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES EXCAVADOS.** Si el material excavado es adecuado, deberá ser utilizado todo como relleno. El material excedente, aunque fuese colocado provisionalmente dentro de una corriente de agua, finalmente deberá ser recogido y botado para que no obstruya la corriente ni perjudique en modo alguno la eficiencia o el aspecto de la obra. En ningún

momento el material excavado se deberá depositar de manera tal que ponga en peligro la construcción parcialmente terminada.

#### **CAPÍTULO IV ENTIBADOS, ATAGUÍAS Y TRABAJOS AFINES**

**Artículo 24. ENTIBADOS, ATAGUÍAS Y TRABAJOS AFINES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Se deberán utilizar ataguías apropiadas y prácticamente impermeables donde quiera que se encuentren estratos o capas freáticas situadas por encima de la elevación del fondo de la excavación. Al serle solicitado, el Contratista presentará dibujos de detalle que muestren su método propuesto para la construcción de ataguías. Los entibados y ataguías para la construcción de fundaciones estarán bien apuntalados y colocados en un nivel más bajo que la cota inferior de dichas fundaciones. Por lo general, las dimensiones interiores de los entibados y ataguías deberán ser tales que permitan el espacio libre suficiente para la colocación de encofrados y la inspección del exterior de la fundación después de vaciada. Deberá también permitir el bombeo desde el lado de afuera de los encofrados o moldes.
- b) Cuando se presenten modificaciones que, a juicios del Ingeniero, hagan impracticables el agotamiento de la excavación antes del vaciado de la zapata o fundación se podrá exigir, para fines de sello o impermeabilización, la construcción de una losa de hormigón de baja resistencia con las dimensiones que estime necesarias y con un espesor resistente para resistir cualquier levantamiento debido a la presión hidrostática.
- c) El hormigón para la losa será colocado como se indique en los planos o como fuese ordenado por el Ingeniero. Cuando se utilicen entibados pesados por el objeto de vencer parcialmente la presión hidrostática que actúe contra el fondo de la losa sellante de hormigón, se deberá proporcionar un anclaje especial tal como espigas o cuñas para transferir todo el peso del entibado a la losa.
- d) Los entibados y ataguías deberán ser contruidos de manera tal que protejan al hormigón fresco contra el daño que podría causar la repentina creciente de la corriente del agua, así como para evitar daños por erosión a la fundación. No se dejarán trozos de madera ni apuntalamiento en los entibados y/o ataguías de modo que queden embebidos en la infraestructura, excepto cuando esté autorizado por escrito por el Ingeniero.
- e) Cualquier bombeo que se permita desde el interior de alguna parte cerrada de la fundación, deberá ser llevado a cabo de modo que excluya la posibilidad de que materiales del hormigón fresco pudiesen ser arrastrados por el agua.
- f) Cualquier bombeo que fuese necesario durante el vaciado del hormigón o durante un periodo de por lo menos 24 horas después del mismo, deberá ser efectuado desde un sumidero apropiado que se encuentre fuera del encofrado. El bombeo para agotar un área sellada mediante una losa de hormigón se comenzará cuando el hormigón se encuentre suficientemente fraguado como para resistir la presión hidrostática.
- g) A menos que fuese dispuesto de otro modo, los entibados, ataguías y los apuntalamientos correspondientes, deberán ser retirados por el Contratista una vez terminada la infraestructura, cuidándose de no alterar o dañar la obra ya terminada.

## **CAPÍTULO V**

### **RELLENOS Y TERRAPLENES PARA ESTRUCTURAS QUE NO SEAN ALCANTARILLAS DE TUBOS**

**Artículo 25. RELLENOS Y TERRAPLENES PARA ESTRUCTURAS QUE NO SEAN ALCANTARILLAS DE TUBOS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las áreas excavadas alrededor de las estructuras deben ser rellenadas con material aprobado en capas horizontales que no excedan de 15 centímetros de profundidad, hasta el nivel original del terreno. Cada capa deberá ser humedecida o secada, según sea necesario, y debidamente compactada con compactadoras mecánicas.
- b) Al efectuar los rellenos, el material deberá ser colocado simultáneamente hasta donde sea posible a la misma altura en ambos lados de un estribo, pilar o muro. Si las condiciones exigiesen la colocación de un relleno a un nivel apreciablemente más alto en un lado que en el otro, el material adicional en el lado más alto no será colocado hasta que el Ingeniero lo autorice. En todo caso, es preferible no hacerlo hasta que la estructura haya estado en su lugar 14 días, o hasta que los ensayos realizados en laboratorio, bajo la supervisión del Ingeniero, hayan comprobado que esa estructura hubiese alcanzado la suficiente resistencia para soportar cualquier presión creada por los métodos utilizados y los materiales colocados sin causar daño o esfuerzo más allá de un factor de seguridad.
- c) Los rellenos no deberán ser colocados detrás de los muros de hormigón correspondientes a alcantarillas o estribos, de estructuras de marco rígido, hasta que la losa superior haya sido vaciada y curada. Los rellenos colocados detrás de los estribos que estén sujetos en su parte superior por la superestructura y los colocados detrás de los muros laterales de las alcantarillas, se colocarán simultáneamente detrás de ambos estribos o ambos muros laterales de una estructura.
- d) Todos los rellenos contiguos a estructuras deberán ser construidos en capas horizontales y compactadas. La colocación de rellenos y el escalonado de los taludes deberán continuarse de manera que permanentemente haya una berma horizontal de material completamente compactado a lo largo de una distancia que por lo menos sea igual a la altura del estribo o muro contra el cual se rellene.

## **TÍTULO III**

### **HORMIGÓN ESTRUCTURAL**

#### **CAPÍTULO I**

#### **CAMPO DE APLICACIÓN**

**Artículo 26. CAMPO DE APLICACIÓN.** Este trabajo consistirá en la preparación, suministro, encofrado, vaciado, acabado y curado del hormigón para puentes, alcantarillas y otras estructuras, incluyendo sus encofrados, moldes, apuntalamientos, cimbras, etc.; todo ello en concordancia con este Reglamento y de acuerdo a los lineamientos, elevaciones, dimensiones y resistencia indicados en los planos u otros documentos contractuales. El hormigón deberá consistir de una mezcla de cemento "Portland", agregado fino, agregado grueso, aditivos cuando fuesen requeridos y agua: todo ello mezclado en las proporciones especificadas o según las aprobadas por el Ingeniero.

## CAPÍTULO II MATERIALES

**Artículo 27.** Los materiales deberán satisfacer los requerimientos de la TABLA 1:

**TABLA 1  
REQUISITOS DE LOS MATERIALES**

Agregado Fino	AASHTO M-6
Agregado Grueso	AASHTO M-80
Cemento Portland	AASHTO M-85 (ASTM C-150)
Agua	AASHTO T-26
Mezcla con Inclusión de Aire	AASHTO T-154
Materiales de Curado	AASHTO M-182, M-171, M-148
Aditivos Químicos	AASHTO M-194
Materiales para Juntas de Expansión	AASHTO M-173 y M-33
Sellos para Juntas a Compresión Elastoméricas	AASHTO M-220
Apoyo Elastomérico	ASTM D-15
Aceite de Linaza	ASTM D-260

## CAPÍTULO III REQUISITOS DEL CEMENTO

**Artículo 28. REQUISITOS DEL CEMENTO.** Los requisitos para el cemento serán los siguientes:

- a) Se deberá utilizar cemento Portland del tipo I, II o III-A. Su Aprobación deberá basarse en una certificación de fábrica.
- b) El cemento podrá ser transportado desde tolvas de la fábrica, previamente probadas y aprobadas. Este material deberá estar bien protegido contra la lluvia y la humedad; cualquier cemento que fuese dañado por la humedad o que no satisfaga alguno de los requisitos especificados, deberá ser rechazado y retirado de la obra. El cemento que fuese almacenado por el Contratista durante un período mayor de 60 días, deberá ser sometido a la aprobación del Ingeniero antes de ser aprobado en la obra.
- c) El cemento de distintas marcas, tipos y procedente de distintas fábricas, deberán almacenarse por separado.

## CAPÍTULO IV REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

**Artículo 29.** Toda construcción de hormigón, deberá satisfacer los requisitos prescritos en este Reglamento y las correspondientes a las diferentes clases de trabajo que forman parte de la estructura completa.

**Artículo 30.** El vaciado del hormigón deberá ser iniciado para que las operaciones requeridas para su conclusión sean realizadas durante el día; sin embargo, se prevé que con una aprobación escrita del Ingeniero, dichas operaciones pueden ser ejecutadas bajo una iluminación artificial de distribución e intensidad adecuada.

## CAPÍTULO V DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

**Artículo 31. GENERALIDADES.** El hormigón se debe dosificar con el fin de obtener una resistencia promedio a la compresión  $f_{cr}$  que asegure una frecuencia de resultados de ensayos de compresión por debajo de  $f_c$  dentro de límites aceptables. Los valores exigidos para  $f_c$  se deben basar en ensayos a los 28 días, sobre pares de cilindros fabricados y probados. La dosificación de los materiales se debe hacer para obtener:

- a) Manejabilidad y consistencia adecuadas para que el hormigón fluya fácilmente alrededor del refuerzo dentro de los moldes y encofrados, sin segregación ni exudación excesiva.
- b) Durabilidad cuando está sometido a condiciones especiales de exposición.

**Artículo 32. REQUISITOS DE MANEJABILIDAD Y CONSISTENCIA.** El hormigón se debe dosificar para que se obtengan los resultados de la prueba de “slump” o revenimiento de la TABLA 2. El ensayo de “slump” o revenimiento se debe hacer de acuerdo a ASTM C 143, “Método de Prueba Estándar para el Revenimiento de Hormigón de Cemento Hidráulico” (Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete).

**TABLA 2  
REVENIMIENTOS (SLUMPS) PARA DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCIÓN**

Elemento	Revenimiento (slump)	
	Máximo	Mínimo
Fundaciones	7.5 cm (3")	2.5 cm (1")
Vigas y muros	10 cm (4")	2.5 cm (1")
Columnas	10 cm (4")	2.5 cm (1")
Losas y pavimentos	7.5 cm (3")	2.5 cm (1")

**Artículo 33. REQUISITOS DE DURABILIDAD PARA CONDICIONES ESPECIALES.** Hormigones que van a estar expuestos a condiciones especiales deben cumplir los requisitos de valores mínimos de la relación agua-cemento y resistencia indicados en la TABLA 3. La relación agua-cemento se debe calcular dividiendo el peso total del agua entre el peso del cemento en un metro cúbico de hormigón.

**TABLA 3  
REQUISITOS PARA CONDICIONES ESPECIALES**

Condición de exposición	Relación agua cemento máxima por peso	Resistencia mínima $f_c$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Hormigón poco permeable	0.5	280
Hormigón expuesto a agua de mar o ambientes corrosivos	0.4	350

**Artículo 34. REQUISITOS DE RESISTENCIA.** Los requisitos de resistencia serán los siguientes:

- a) Cuando no se dispone de datos estadísticos de resultados de resistencia con los agregados y cementos que se van a utilizar, el hormigón se debe dosificar para obtener una resistencia promedio  $f'_{cr}$  de 100 kg/cm<sup>2</sup> mayor que la resistencia nominal  $f'_c$  requerida.
- b) Para establecer la dosificación se deberá recurrir, a ensayos previos en laboratorio, con objeto de conseguir que el hormigón resultante satisfaga las condiciones requeridas. Para cada mezcla de prueba, se deberán tomar y curar al menos tres probetas cilíndricas, de acuerdo a ASTM C 192, "Práctica Estándar para la Fabricación y Curado en el Laboratorio de Especímenes de Prueba de Hormigón" (Standard Method of Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory) y probadas a los 28 días, según ASTM C 39, "Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Hormigón" (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens).

**TABLA 4**  
**PROPORCIONES APROXIMADAS PARA LA DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN**

Resistencia $f'_c$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Proporciones por Volumen			
180	1	3	5	0.7
210	1'	2	4	0.5
(1) 1 funda de cemento l 1 pie <sup>3</sup> l 0.0283 m <sup>3</sup> (2) 1 pie <sup>3</sup> = 28.32 litros = 7.48 gal.				
Estas proporciones son de prueba. El ajuste final dependerá de las calidades de agregados y sus condiciones de humedad, granulometría y tamaño máximo.				

- a) La dosificación del hormigón se debe hacer por peso, excepto cuando el hormigón va a ser preparado en obra, donde se permite la dosificación por volumen.
- b) En los casos en que se pueda justificar documentalmente que, con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos, es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones anteriormente mencionadas y, en particular, la resistencia exigida, se podrá prescindir de los citados ensayos previos.
- c) Los planos estructurales, en cualquier proyecto, deben indicar claramente la resistencia nominal a la compresión  $f'_c$  del hormigón para la cual se diseñó cada parte de la estructura.

## CAPÍTULO VI

### MEZCLADO DEL HORMIGÓN

**Artículo 35. MEZCLADO DEL HORMIGÓN.** La duración del mezclado debe ser la necesaria para conseguir una mezcla íntima y homogénea de los distintos componentes; la mezcladora se debe descargar completamente antes de volverla a usar.

**Artículo 36. HORMIGÓN PREMEZCLADO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Debe cumplir con las normas ASTM C 94, "Especificación para Hormigón Premezclado" (Specification for Ready-Mix Concrete).
- b) El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de una hora, si no se usan aditivos

retardantes, y hasta de tres horas, si se usan aditivos retardantes del tipo B o D, según la ASTM C 494, "Especificación Estándar para Aditivos Químicos para Hormigón" (Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete).

- c) Este tiempo puede ser aumentado si se usan aditivos o medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.
- d) Al llegar el hormigón a la obra, queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca. No obstante, si el revenimiento o "slump" es menor que el especificado, el suministrador podrá adicionar aditivo fluidificante para aumentarlo hasta alcanzar dicha consistencia. Para ello, el elemento de transporte (camión hormigonera) deberá estar equipado con el correspondiente equipo dosificador de aditivo y remezclar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. El tiempo de remezclado será de al menos 1 min/m<sup>3</sup>, sin ser en ningún caso inferior a 5 minutos.

**Artículo 37. HORMIGÓN MEZCLADO EN OBRA.** Se permite el mezclado en obra de hormigones de una resistencia nominal  $f'c$  de hasta 280 kg/cm<sup>2</sup>, a menos que se disponga en la obra de instalaciones que aseguren los procesos y controles de calidad necesarios para producir hormigones de más alta resistencia. Para la preparación del hormigón mezclado en obra, se debe observar lo siguiente:

- a) Los hormigones se deben preparar en mezcladora y ésta debe ser aprobada por el Supervisor Técnico.
- b) La mezcladora debe ser operada a la velocidad recomendada por el fabricante.
- c) Se deben calibrar con precisión 1% los recipientes usados para medir los volúmenes de los diferentes componentes.
- d) El mezclado se debe continuar por lo menos durante un minuto y medio después de que todos los materiales estén en la mezcladora.
- e) El manejo de los materiales, su colocación en la mezcladora y el mezclado se deben hacer de acuerdo con los requisitos correspondientes de la norma ASTM C 94, "Especificación para Hormigón Premezclado" (Specification for Ready-Mix Concrete).
- f) Se debe mantener un registro detallado que permita identificar:
  - 1. El número de tandas de mezcla producidas.
  - 2. La dosificación de los materiales usados.
  - 3. Localización aproximada dentro de la estructura.
  - 4. Fecha y hora tanto del mezclado como de su colocación.

**Artículo 38. HORMIGÓN VACIADO EN TIEMPO FRÍO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Cuando fuese necesario vaciar el hormigón a una temperatura atmosférica igual o inferior a 2° C (35°F), el Contratista deberá proporcionar al Ingeniero, antes de empezar las operaciones de vaciado de hormigón durante el periodo de curado.

- b) El Contratista será responsable de la protección del hormigón colocado durante el tiempo frío; cualquier hormigón que fuese perjudicado por los efectos del frío, deberá ser removido y repuesto por cuenta y costo suyo.

## **CAPÍTULO VII CONSISTENCIA**

**Artículo 39. CONSISTENCIA.** El asentamiento se medirá de acuerdo con AASHTO T-119.

## **CAPÍTULO VIII FUNDACIONES, APUNTALAMIENTOS Y ENCOFRADOS**

**Artículo 40. FUNDACIONES.** La preparación de fundaciones se efectuará de acuerdo con los requisitos del Reglamento de Diseño de Estructuras en Hormigón Armado (RDEHA) TÍTULO IX. Las cotas de la base de las fundaciones que indican los planos, son únicamente aproximadas; el Ingeniero podrá ordenar por escrito los cambios necesarios, en las dimensiones o en las cotas de las zapatas, para obtener fundaciones satisfactorias de estribos, muros y pilas.

**Artículo 41. APUNTALAMIENTOS.** Este tipo de estructuras provisionales deberá ser construido sobre cimientos con suficiente resistencia para soportar las cargas sin asentamientos apreciables. Los apuntalamientos que no puedan ser fundados sólidamente, deberán ser soportados por medio de un pilotaje provisional, y diseñados para soportar las cargas que se apoyan sobre ellos.

**Artículo 42. ENCOFRADOS Y MOLDES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los encofrados y moldes; así como, las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir, sin asentamientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que se puedan producir sobre ellos, como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, bajo las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado. Dichas condiciones se deberán mantener hasta que el hormigón haya adquirido la resistencia suficiente para soportar, con un margen de seguridad adecuado, los esfuerzos a que será sometido durante el desencofrado, desmoldeado o descimbrado. Estos elementos se dispondrán de manera que se eviten daños en estructuras ya construidas.
- b) Se deberán seguir las recomendaciones de los fabricantes de los puntales y moldes sobre las formas de uso y cargas máximas.
- c) Se prohíbe expresamente el empleo de aluminio en moldes que hayan de estar en contacto con el hormigón.
- d) Los encofrados y moldes serán lo suficientemente estancos para que, en función del modo de compactación previsto, se impidan pérdidas apreciables de lechada o mortero y se consigan superficies cerradas del hormigón.
- e) Los encofrados y moldes de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón.

- f) Las superficies interiores de los encofrados y moldes aparecerán limpias en el momento del hormigonado, y presentarán las condiciones necesarias para garantizar la libre retracción del hormigón y evitar así la aparición de fisuras en las superficies de las piezas.
- g) El empleo de productos para facilitar el desencofrado de las piezas deberá ser expresamente autorizado, en cada caso, por el Supervisor Técnico. Dichos productos no deberán dejar rastros ni tener efectos dañinos sobre la superficie del hormigón, ni deslizar por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. Por otra parte, no deberán impedir la ulterior aplicación de revestimientos ni la posible construcción de juntas de hormigonado, especialmente, cuando se trate de elementos que, posteriormente, vayan a ser unidos entre sí para trabajar solidariamente.
- h) Los productos desencofrantes o desmoldeantes a utilizar se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde, deberá ser colocado el hormigón durante el tiempo en que estos productos sean efectivos.

## **CAPÍTULO IX VACIADO DEL HORMIGÓN**

**Artículo 43. VACIADO DEL HORMIGÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) No se efectuará el vaciado del hormigón en tanto no se obtenga la aprobación del Supervisor Técnico, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva. En ningún caso, se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o se hayan contaminado con materias extrañas.
- b) En el vertido y colocación del hormigón, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la segregación de la mezcla.
- c) No se colocarán en obra, capas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.
- d) El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido, y deberá ser una operación continua hasta completar el elemento, o hasta llegar a las juntas de construcción previamente establecidas.

**Artículo 44. COMPACTACIÓN Y VIBRADO.** La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que se llegue a producir segregación. El proceso de compactación se deberá prolongar hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

**Artículo 45. COLOCACIÓN DE HORMIGÓN BAJO EL AGUA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Solamente el hormigón Clase "S" podrá ser vaciado bajo el agua; se deberá hacer únicamente bajo la supervisión personal del Ingeniero. Para evitar segregación, el hormigón deberá ser vaciado cuidadosamente en una masa compacta, en su posición final, por medio de un tubo-embudo u otros medios aprobados. El agua deberá mantenerse tranquila en el lugar del vaciado; el hormigón no deberá ser depositado cuando haya corrientes de agua. El vaciado del hormigón deberá ser regulado en forma tal que produzca

superficies aproximadamente horizontales. Los sellos de hormigón deberán ser vaciados en una operación continua.

- b) Cuando se utilice el tubo-embudo, éste deberá consistir de un tubo no menor de 25.00 centímetros de diámetro, construido en secciones que tengan acoplamientos de brida provistos de empaquetaduras. El soporte de dicho equipo será tal que permita el libre movimiento del extremo de descarga sobre toda la parte superior del hormigón y que pueda ser bajado rápidamente cuando sea necesario para ahogar o retardar el flujo. El extremo de descarga deberá estar completamente sumergido todo el tiempo; el tubo del aparato deberá contener suficiente hormigón para evitar cualquier ingreso de agua.
- c) Cuando el hormigón fuese vaciado con un cucharón de descarga inferior, el cucharón deberá tener una capacidad no menor de 0.50 metros cúbicos y deberá estar equipado con tapas de ajustes. El cucharón deberá ser bajado lentamente y con cuidado hasta que descansa sobre la cimentación preparada o sobre el hormigón ya vaciado. Luego, deberá estar elevado lentamente mientras descarga el hormigón, evitando la agitación del agua circundante.

**Artículo 46. COLUMNAS DE HORMIGÓN.** El hormigón para columnas deberá ser vaciado en una operación continua, a no ser que fuese permitido en forma distinta por el Ingeniero. Se deberá dejar que fragüe por lo menos durante 12 horas antes de proseguir con la operación del siguiente vaciado.

**Artículo 47. LOSAS DE HORMIGÓN Y VIGAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las losas y vigas con luces mayores de 9.00 metros, deberán ser vaciadas en una sola operación continúa.
- b) Las vigas con luces mayores de 9.00 metros, deberán ser vaciadas en dos operaciones, siendo la primera el vaciado de los vástagos de las vigas hasta el fondo de las losas. Una adecuada resistencia al corte puede obtenerse utilizando acanaladuras de 6 mm. de profundidad sobre la superficie del hormigón inicialmente vaciado. El periodo entre el primer vaciado de las vigas y el segundo vaciado de las losas, deberá ser de por lo menos de 24 horas. Antes del segundo vaciado, el Contratista deberá revisar todos los apuntalamientos, asegurando todas las cuñas para conseguir una mínima desviación de las vigas debido al peso extra de la losa.
- c) La superficie inferior en losas en voladizo, deberá estar provista de ranuras en "V" de 1.50 cm. de profundidad, a una distancia no mayor de 15 centímetros de la cara exterior de la losa, con el objeto de detener el escurrimiento de agua.

**Artículo 48. BARANDAS Y PARAPETOS DE HORMIGÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) A no ser que se estuviese autorizado por el Ingeniero, las barandas y para parapetos de hormigón no deberán ser vaciados o colocados hasta que los apuntalamientos provisionales para el tramo hayan sido retirados. Los encofrados deberán ser lisos y herméticos, sostenidos rígidamente a la alineación y rasante indicada en los planos y fácilmente desencofrables para evitar daños al hormigón.
- b) Todas las molduras, entrepaños y tiras biseladas, deberán ser construidos de acuerdo con los planos detallados y con las juntas esmeradamente acabadas en ingletes. Las esquinas acabadas deberán ser exactas y perfiladas, exentas de grietas, lascas, cucarachas u otros defectos.

- c) Las partes prefabricadas deberán ser vaciadas en encofrados herméticos y desencofradas tan pronto como el hormigón alcance suficiente resistencia para mantenerlas cubiertas con sacos de arpillerá saturados de agua o lona impermeable durante 3 días como mínimo. Después de este tratamiento, el curado se completará con inmersión en agua o rociándolas por lo menos dos veces al día durante un periodo de 7 días.
- d) El almacenamiento y manejo deberá efectuarse de manera que los bordes y las esquinas conserven su exactitud y uniformidad. Cualquier parte prefabricada que resultase astillada, sucia o agrietada, antes o durante el proceso de su colocación será rechazada y retirada de la obra.
- e) En la construcción de los coronamientos y casquetes de las barandas prefabricadas, los balaustres deberán ser protegidos contra manchas y deterioro durante el proceso del vaciado y acabado del hormigón.

**Artículo 49. HORMIGÓN CICLÓPEO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El hormigón ciclópeo deberá consistir en hormigón clase "D" o "E" con incorporación de piedras grandes. La piedra para esta clase de trabajo puede ser manejable por un hombre o por una grúa, y deberá ser roca tenaz, sana y durable.
- b) La piedra deberá ser preferentemente de forma angular y tener una superficie rugosa para así lograr una adherencia completa con el hormigón que la circunda.
- c) Las piedras deberán ser colocadas evitando dañar a los encofrados o al hormigón adyacente parcialmente vaciado. Las piedras estratificadas deberán ser colocadas sobre su lecho natural. Las piedras deberán ser lavadas y saturadas antes de su colocación.
- d) El volumen total de las piedras no deberá ser superior a un tercio del volumen total de la parte de obra en la cual se estén colocando. Para muros y pilas de espesor mayor de 0.60 m. deben usarse piedras manejables por el hombre. Cada piedra deberá estar rodeada de por lo menos 15 cm. de hormigón; ninguna piedra deberá estar a menos de 30 cm. de cualquier superficie superior, ni a menos de 15 cm. cuando exista coronamiento. Para muros o pilas de espesor mayor a 1.10 m., deberán usarse piedras manejables a grúa. Cada piedra deberá estar rodeada de por lo menos 30 cm. de hormigón; ninguna piedra deberá estar a menos de 60 cm. de cualquier superficie superior, ni a menos de 20 cm. cuando exista coronamiento.

**Artículo 50. JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las juntas de construcción se deben hacer y localizar de tal manera que no perjudiquen la resistencia de la estructura. Se deben tomar precauciones para lograr la transferencia de cortante y otras fuerzas a través de las juntas de construcción, por medio de llaves o rugosidades.
- b) Las juntas de construcción en las losas se deben localizar en el tercio central de las luces de las losas, vigas o vigas principales, a menos que una viga intercepte una viga principal en su parte central, en cuyo caso las juntas en las vigas principales se deben desplazar una distancia igual al doble del ancho de la viga que la intercepte.

- c) Las vigas o losas apoyadas en columnas o muros, no se deben hormigonar antes de que el hormigón de los elementos verticales de apoyo haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico.
- d) Las vigas, capiteles de columnas y cartelas se deben considerar como parte del sistema de losas y se deben vaciar monolíticamente con las mismas, a menos que en los planos se indique la forma de hacerlo adecuadamente. En ningún caso, se puede suspender el vaciado al nivel del refuerzo longitudinal.
- e) Todas las juntas de construcción se deben limpiar y humedecer inmediatamente antes de una nueva colocación de hormigón.

**Artículo 51. JUNTAS DE EXPANSIÓN.** Las juntas de expansión deberán ser situadas y conformadas según lo indicado por los planos y conforme a lo especificado en Cap. VII.

**Artículo 52. PERNOS DE ANCLAJES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Todos los pernos de anclaje necesarios en pilas, estribos o pedestales, deberán ser colocados en el hormigón durante su vaciado, en agujeros premoldeados o en agujeros taladrados después del fraguado. Si fuesen colocado durante el vaciado del hormigón, los pernos deberán ser colocados en trozos de tubería corriente que tengan un diámetro que por lo menos sea 5.00 centímetros más grande que el del perno; luego, este perno se asegurará al fondo del tubo pasándola a través de una arandela de acero. Los agujeros pueden ser premoldeados insertando en el hormigón fresco clavijas de madera aceitadas, casquillo de tubería de metal u otros dispositivos aprobados, los cuales se sacarán cuando el hormigón se encuentre parcialmente fraguado.
- b) Los agujeros formados para esa manera deberán tener, cuando menos, un diámetro de 10.16 centímetros (4"). Si fuesen perforados, los agujeros deberán tener cuando menos de 2.54 centímetros (1") más que la de pernos utilizados.
- c) Los agujeros para los pernos de sujeción deberán ser protegidos o tapados de manera que no les penetren agua.
- d) Los pernos deberán ser colocados con exactitud y fijados con mortero de cemento que llene los agujeros completamente. El mortero deberá consistir en una parte de cemento Pórtland con otra de arena de grano fino.
- e) Los pernos de sujeción utilizados en relación con juntas de expansión, rodillos y balancines, deberán ser colocados tomando debidamente en cuenta la temperatura ambiente reinante durante la construcción. Las tuercas de pernos de anclaje en el extremo de expansión del tramo, deberán ser ajustados de manera que permitan el libre movimiento del tramo o luz.

**Artículo 53. ZAPATAS Y PLACAS DE APOYO.** Las zonas de asientos de puentes deberán terminarse preferentemente a una cota más elevada y rebajadas luego hasta alcanzar el nivel deseado. Las zapatas y placas de apoyo deberán ser colocadas de acuerdo a los planos.

**Artículo 54. AGUJEROS DE DRENAJE Y DESCARGA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los agujeros de drenaje y descarga deberán ser construidos en la forma y los lugares que indiquen los planos o sean requeridos por el Ingeniero. Los dispositivos de salida, bocas

o respiraderos para igualar la presión hidrostática, deberán colocarse por debajo de las aguas mínimas.

- b) Los moldes para formar los agujeros de drenaje y descarga a través de hormigón, podrán ser de tubería de arcilla, tubería de hormigón para drenaje, cajas de madera o de metal. En caso de utilizarse moldes de madera, estos deberán ser retirados después del vaciado del hormigón. Las superficies expuestas de la tubería metálica para el drenaje, deberán estar pintadas o sin pintar, según fuese indicado en los planos.

**Artículo 55. TUBERÍA Y CONDUCTOS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las tuberías y conductos que vayan a ser incorporados en el hormigón, deberán ser instalados por el Contratista con anterioridad al vaciado.
- b) La tubería incorporada en el hormigón deberá ser de tubos livianos del tipo indicado en los planos y de medidas normalizadas. Durante el vaciado del hormigón, esta tubería deberá ser asegurada para evitar su desplazamiento.

**Artículo 56. PILAS Y ESTRIBOS.** Ninguna carga de superestructura deberá ser colocada sobre pórticos, pilas o estribos hasta que el Ingeniero lo autorice. El tiempo mínimo permitido para el endurecimiento del hormigón en la infraestructura, antes que cualquier carga de la superestructura sea aplicada sobre aquella, será de 7 días cuando se esté utilizando cemento Portland normal de 2 días cuando se emplee cemento de fraguado rápido y de tal resistencia inicial.

## CAPÍTULO X EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

**Artículo 57.** Un ensayo de resistencia debe ser el resultado del promedio de resistencia de 2 cilindros de 15 cm x 30 cm (6" x 12") tomados de una misma mezcla y ensayados a los 28 días, según se especifica en el Artículo 58 a Artículo 61.

**Artículo 58. FRECUENCIA DE LOS ENSAYOS.** Se deberán respetar las siguientes frecuencias en ensayos:

- a) Las muestras para las pruebas de resistencia correspondientes a cada clase de hormigón, deben estar conformadas cuando menos por una pareja de cilindros tomados no menos de una vez por día, ni menos de una vez por cada 40 m<sup>3</sup> de hormigón o una vez por cada 200 m<sup>2</sup> de área de losas o muros. Como mínimo, se debe tomar una pareja de muestras de hormigón de columnas por piso. De igual manera, como mínimo se debe tomar una pareja de muestras por cada 50 ligas o mezclas de cada clase de hormigón.
- b) Si en una determinada obra, el volumen total de hormigón es tal que la frecuencia de los ensayos da lugar a menos de 5 ensayos de resistencia (10 cilindros) para una misma clase de hormigón, las muestras se deben tomar de por lo menos 5 mezclas seleccionadas al azar, o en cada mezcla si se usan menos de 5, para un mínimo de 10 cilindros.
- c) Cuando la cantidad total de una clase de hormigón sea menor de 10 m<sup>3</sup>, se pueden suprimir las pruebas de resistencia si, a juicio del Supervisor Técnico, existe suficiente evidencia de que la resistencia que se va a obtener es satisfactoria.

**Artículo 59. ENSAYO DE MUESTRAS CURADAS EN EL LABORATORIO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las muestras de hormigón para el ensayo de resistencia se deben tomar de conformidad con la norma ASTM C 172, "Práctica Estándar para el Muestreo de Hormigón Fresco" (Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete).
- b) Los cilindros para el ensayo de resistencia se deben fabricar y curar de conformidad con la norma ASTM C 31, "Práctica Estándar para la Fabricación y Curado en la Obra de Especímenes de Prueba de Hormigón" (Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field) y ser ensayados según la norma ASTM C 39, "Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Hormigón" (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens).
- c) Mientras permanecen en la obra, hasta un máximo de 48 horas y sin ser removidos de los moldes, los cilindros se deben proteger del sol, y mantener a una temperatura de entre 16 y 27 grados centígrados, en un ambiente húmedo para evitar pérdida de humedad.
- d) Si no se transportan al laboratorio antes de las 48 horas, los cilindros pueden permanecer en la obra si se mantienen en condiciones de laboratorio; esto es, se deben desmoldar y sumergir en agua saturada con cal a una temperatura de 23°C a 12°C hasta su transporte.

**Artículo 60. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.** El nivel de resistencia para cada clase de hormigón se considera satisfactorio si cumple simultáneamente los siguientes requisitos:

- a) Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), igualen o excedan el valor nominal especificado para  $f'_c$ .
- b) Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros), tenga una resistencia inferior a  $f'_c$  en 35 kg/cm<sup>2</sup> o más.
- c) Si no se cumple cualquiera de los requisitos del Artículo 460 del RDEHA, se deben tomar de inmediato las medidas necesarias para aumentar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia.
- d) Si no se cumple el requisito del Artículo 460b del RDEHA, se deben dar los pasos necesarios para asegurar que no ha sido afectada la capacidad de carga de la estructura, bien sea revisando el diseño estructural con el valor reducido de  $f'_c$  en los elementos afectados, o procediendo a la extracción de testigos o núcleos, según lo especificado en el Acápito 5.6.5, del Reglamento ACI 318.
- e) Si se comprueba que la capacidad de carga de la estructura ha sido afectada, los elementos que recibieron el hormigón de baja resistencia deben ser demolidos o reparados.
- f) El resultado de la prueba de un solo cilindro no representa ningún valor que sirva para justificar la aceptación o rechazo de un hormigón en ninguna circunstancia

**Artículo 61. DESENCOFRADO Y DESMOLDE.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los distintos elementos que constituyen los moldes y encofrados se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, es recomendable, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.
- b) Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado, o desmolde.
- c) El tiempo mínimo para desencofrado debe ser el indicado en la TABLA 5. Se permite desencofrar en tiempos menores si los resultados de pruebas de cilindros curados en el campo (promedio de dos cilindros) dan resultados iguales o superiores que los indicados en la TABLA 6.

**TABLA 5  
TIEMPO DE DESENCOFRADO**

	<b>Días</b>
Vigas y losas autoportantes	10
Muros y columnas	3
Pisos y pavimentos	2

**TABLA 6  
RESISTENCIA MÍNIMA DEL HORMIGÓN PARA DESENCOFRADO**

	<b>Resistencia mínima</b>
Vigas y losas autoportantes	$0.7 f_c$
Muros de 20cm y menos de espesor	$0.5 f_c$
Muros gruesos y columnas	$0.2 f_c$

## **CAPÍTULO XI ACABADO DE LAS SUPERFICIES DE HORMIGÓN**

**Artículo 62.** Excepto cuando fuese autorizado en otra forma por el Ingeniero, las superficies de hormigón deberán ser acabadas inmediatamente después del retiro de los encofrados.

**Artículo 63.** Todas las superficies de hormigón deberán recibir un acabado del tipo Clase "1" que se indica más adelante. Cuando fuese necesario mayor acabado, las superficies expuestas a la intemperie deberán recibir un acabado del tipo Clase "2". En los planos podrán indicarse otros acabados.

**Artículo 64. CLASE "1": ACABADO CORRIENTE PARA SUPERFICIE.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivo de metal que sobresalga deberá ser cortado hasta por lo menos 2.50 centímetros debajo de la superficie del hormigón. Los rebordes del mortero y todas las irregularidades causadas por las juntas de los encofrados, deberán ser eliminados.

- b) Todos los pequeños agujeros, hondonadas y huecos que aparezcan al ser retirados los encofrados, deberán ser rellenados con mortero de cemento mezclado en las proporciones que indique el Ingeniero. Al reparar los agujeros más grandes y cucarachas, todos los materiales toscos o rotos deberán ser descantillados hasta que se obtenga una superficie sólida en el hormigón. Los cantos de bisel deberán ser desprendidos para formar caras perpendiculares a la superficie. Todas las superficies de la cavidad deberán ser completamente saturadas con agua y luego recubiertas por una capa delgada de lechada de cemento puro. Entonces, la cavidad se deberá rellenar con mortero formado de una parte de cemento portland, por dos partes de arena, el cual deberá ser perfectamente apisonado en su lugar. Dicho mortero será mezclado aproximadamente 30 minutos antes de usarlo.
- c) El período de tiempo puede modificarse según la marca del cemento empleado, la temperatura, la humedad ambiental y otras condiciones locales. La superficie de este mortero deberá estar alisada con una llana de madera antes que empiece el fraguado y deberá quedar con un buen acabado. El parche se mantendrá húmedo durante un período de 5 días. Para parchear cavidades grandes o profundas, deberá incluirse agregado grueso al material de reparación.
- d) La existencia de zonas excesivamente porosas puede ser, a juicio del Ingeniero, causa suficiente para el rechazo de una estructura. Al recibir una notificación por escrito del Ingeniero señalando que una determinada estructura ha sido rechazada, el Contratista deberá por su propia cuenta y costo proceder a demolerla, retirarla y construirla nuevamente, parcial o totalmente, según fuese especificado.
- e) Los parches con morteros deberán ser curados de acuerdo con lo que está especificado en el artículo correspondiente.
- f) Todas las superficies que no puedan ser reparadas a satisfacción del Ingeniero, deberán ser "pulidas" según lo especificado para un acabado de Clase "2" y tal como se explica en el siguiente apartado.

**Artículo 65. CLASE "2": PULIDO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Después del retiro de los encofrados, el pulido del hormigón deberá comenzar tan pronto como su condición lo permita; la superficie deberá estar completamente saturada de agua y se pulirá con una piedra de "carburundum" de aspereza mediana, empleando una pequeña cantidad de mortero en su cara. El mortero deberá estar compuesto de cemento y arena fina, mezclados en las proporciones empleadas en el hormigón en cuyo acabado se esté trabajando. El pulido se deberá continuar hasta que todas las señales de moldes, resaltes e irregularidades hayan sido eliminadas, todos los huecos rellenados y se haya conseguido una superficie uniforme. La pasta producida por dicho pulido se deberá dejar en su lugar.
- b) Una vez que la parte superior del hormigón haya recibido el anterior tratamiento, el acabado final deberá ser obtenido puliendo con una piedra de "carburundum" fino y agua. Este pulido se deberá continuar hasta que la totalidad de la superficie adquiera una textura lisa y de color uniforme.
- c) Cuando se haya terminado el pulido final y la superficie se haya secado, deberá ser frotada con arpillera para remover el polvo suelto.

**Artículo 66. ACABADO A MANO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Inmediatamente después del vaciado del hormigón, las superficies horizontales deberán ser emparejadas con una regla apropiada y acabadas a mano hasta obtener superficies lisas y parejas.
- b) Después de terminar el pulido y retirar el exceso de agua, pero mientras el hormigón éste plástico, la superficie del mismo debe ser revisada, en cuanto a su exactitud, con una regla de 3.00 metros, la cual se deberá sostener contra la superficie en distintas y sucesivas posiciones paralelas a la línea media de la superficie; toda el área deberá ser recorrida desde un lado a otro. Se avanzará a lo largo por etapas sucesivas no mayores de una mitad del largo de la regla. Cualquier depresión que se encontrase, deberá ser llenada inmediatamente con hormigón mezclado; cualquier parte que sobresalga deberá ser recortada. La superficie deberá ser nivelada, consolidada y re-acabada. Se deberá prestar atención especial para que las superficies en ambos lados de las juntas estén al mismo nivel o no existan rebordes que interrumpen la lisura de las mismas. La revisión con la regla y el afinado con una flota de madera, deberán continuarse hasta que se compruebe que la superficie total ha quedado libre de diferencias notables con relación al borde de la regla, y que la losa tenga el declive y el bombeo requeridos.

## **CAPÍTULO XII CURADO DE HORMIGÓN**

**Artículo 67. CURADO DE HORMIGÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Todo hormigón recientemente vaciado, deberá ser curado de inmediato y durante un período no menor de 7 días manteniendo una humedad adecuada.
- b) El curado es parte integrante de las operaciones de hormigonado; cualquier estructura impropriamente curada, deberá ser considerada defectuosa, y el Ingeniero puede suspender todas las operaciones de vaciado del Contratista mientras se pone en ejecución un procedimiento adecuado.
- c) Cuando se esperen temperaturas ambientales por debajo de 2°C (35°F), el Contratista debe prever medidas para mantener la temperatura de la superficie del hormigón entre 10°C (50°F) y 32°C (90°F)

## **CAPÍTULO XIII MÉTODO DE CURADO**

**Artículo 68. MÉTODO DE CURADO.** Deberá ser usado unos de los siguientes métodos de curado o una combinación de ellos:

**Artículo 69. HUMEDAD ADICIONAL.** Deberán ser usadas cubiertas tales como sacos de yute para retener el agua suministrada por inundación, riego o saturación. No se permitirá el uso aserrín o cubiertas que causen decoloraciones desagradables en el hormigón. Cualquier método que someta al hormigón a alternativas de humedad y seguridad, deberá ser considerado como un procedimiento impropio para el curado. Las cubiertas deberán ser colocadas inmediatamente después de que las operaciones de acabado estén completas y no haya peligro de dañar la superficie, manteniéndolas permanentemente húmedas.

**Artículo 70. PREVENCIÓN DE PERDIDAS DE HUMEDAD.** Este método consistirá en el prevenir dichas pérdidas con el uso de papeles impermeables, hojas plásticas o compuestos químico de curado, excepto donde otros requerimientos prohíban el uso de estos compuestos. Si la superficie debe ser conformada por pulido, el hormigón deberá ser iniciado inmediatamente después del primer pulido y mientras la superficie del hormigón esté aún húmeda. El tablero de los puentes, losas de acceso, aceras y contenes deberán ser cubiertos con arpillera o una capa de arena tan pronto como el hormigón esté suficientemente endurecido para soportar dichos materiales sin dañar el acabado. Estos materiales capaces de retener la humedad, deberán ser, después, saturados con agua y el área total deberá ser cubierta con papel impermeable u hojas plásticas.

**Artículo 71. PAPEL IMPERMEABLE.** El papel deberá ser del mayor ancho posible y las hojas adyacentes deben trasladarse con un mínimo de 15 cm. y sellarse firmemente con cintas pegantes a presión, masilla, cola u otro material aprobado para formar una cubierta completamente impermeable sobre la superficie del hormigón. El papel deberá estar asegurado para evitar que se desplace por efecto del viento. Cuando alguna parte de las hojas se rasguen o dañen antes de expirar el período de curado, las partes rasgadas o dañadas deberán ser inmediatamente reparadas. Las secciones que hayan perdido sus propiedades de impermeabilización, no deberán ser usadas.

**Artículo 72. HOJAS PLÁSTICAS.** Las hojas plásticas deberán ser usadas en forma similar a la descrita para los papeles impermeables.

**Artículo 73. COMPUESTOS QUÍMICOS DE CURADO.** Los compuestos químicos de curado, en los tipos 1 y 2 especificados en AASHTO M-148, podrán ser usados como agentes de curado inicial y final del hormigón estructural, pero sujetándose a las siguientes limitaciones:

- a) Si la película membranosa es rasgada o dañada en cualquier instante de la duración del período de curado, el área o áreas deberán ser recubiertas con los requerimientos originales.
- b) El compuesto químico de curado debe ser aplicado a las áreas desencofradas tan pronto como el brillo del agua haya desaparecido prácticamente del hormigón, o que los encofrados hayan sido retirados de las superficies que no estén pulidas.
- c) Las áreas que recibirán un acabado por pulido, deberán ser curadas solamente con el compuesto químico de curado tipo I, como está especificado en AASHTO M-148.
- d) Si hubiese demora en una aplicación del compuesto de curado, las superficies deberán recibir un curado por humedad hasta que el compuesto pueda ser aplicado.
- e) El compuesto químico de curado deberá ser enteramente agitado antes de usarlo y aplicado con un equipo que produzca un riego fino. Después de la primera aplicación, la superficie deberá ser de nuevo inmediatamente regada en sentido perpendicular. La tasa de cada aplicación no será menor de  $0.27 \text{ lt/m}^2$  (1 galón por cada 150 pies cuadrados) de superficie. Deben evitarse las aplicaciones sobre las juntas en las que se requiere adherencia del hormigón de acero de refuerzo o que deban recibir sello.

## TÍTULO IV ARMADURAS

## CAPÍTULO I GENERALIDADES

**Artículo 74. GENERALIDADES.** Para las armaduras se deberán contemplar las siguientes recomendaciones:

- a) Las armaduras se colocarán exentas de pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva que pueda afectar negativamente al acero, al hormigón o a la adherencia entre ambos. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones del proyecto, sujetas entre sí de manera que no varíe su posición especificada durante el transporte, montaje y hormigonado, y permitan al hormigón envolverlas sin dejar cucarachas. En el caso de que la armadura presente un nivel de oxidación excesivo que pueda afectar a sus condiciones de adherencia, se comprobará que éstas no se han visto significativamente alteradas. Para ello, se procederá a su cepillado mediante cepillo de alambre y se comprobará que la pérdida de peso de la armadura no excede del 1%.
- b) Las armaduras se asegurarán en el interior de los encofrados o moldes contra todo tipo de desplazamiento, deberá ser comprobada su posición antes de proceder al hormigonado.
- c) Se autoriza el uso de la técnica de soldadura para la preparación de las armaduras, siempre que la operación se realice de acuerdo con los procedimientos establecidos en la norma “Código de Soldadura Estructural – Acero de Refuerzo” (Structural Welding Code – Reinforcing Steel) AWS D1.4- 92, y se ejecute por soldadores debidamente cualificados.
- d) Los estribos de columnas o estribos de las vigas se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo; está prohibida expresamente la fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la armadura en los moldes o encofrados.
- e) Se debe evitar el empleo simultáneo de aceros con diferente límite elástico. No obstante, cuando no exista peligro de confusión, se podrán utilizar en un mismo elemento dos tipos diferentes de acero para las armaduras: uno para la armadura principal con barras  $\varnothing 3/4"$  (No. 6) y  $\varnothing 1"$  (No. 8) y otro para los estribos con barras  $\varnothing 3/8"$  (No. 3) y  $\varnothing 1/2"$  (No. 4).

## CAPÍTULO II SEPARADORES

**Artículo 75. SEPARADORES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los recubrimientos mínimos y las separaciones entre las barras de refuerzo se deberán garantizar mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores, colocados en obra de acuerdo con las prescripciones de la TABLA 7.

**TABLA 7  
DISPOSICIÓN DE SEPARADORES**

Elemento		Distancia máxima
Elementos superficiales, horizontales (losas, zapatas y losas de cimentación, etc).	Emparrillado inferior	$50 d_b \leq 100 \text{ cm}$
	Emparrillado superior	$50 d_b \leq 50 \text{ cm}$
Muros	Cada emparrillado	$50 d_b$ o $50 \text{ cm}$

	Separación entre emparrillados	100 cm
Vigas		100 cm
Soportes		$100 d_b \leq 200 \text{ cm}$
(1) Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por vano, en el caso de las vigas, y por tramo, en el caso de los soportes, acoplados a los estribos. db) Diámetro de la armadura a la que se acople el separador.		

- b) Estos calzos o separadores deberán estar constituidos por materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, y no inducir corrosión de las armaduras. Deben ser al menos tan impermeables al agua como el hormigón, y ser resistentes a los ataques químicos a que éste se puede ver sometido.
- c) Independientemente de que sean provisionales o definitivos, deberán ser de hormigón, mortero, plástico rígido o material similar y haber sido específicamente diseñados para este fin.
- d) Cuando se utilicen separadores constituidos con material que no contenga cemento, aquellos deberán, para asegurar su buen enlace con el hormigón de la pieza, presentar orificios cuya sección total sea al menos equivalente al 25% de la superficie total del separador.
- e) Se prohíbe el empleo de madera; así como, el de cualquier material residual de construcción, aunque sea ladrillo u hormigón. En el caso de que puedan quedar vistos, se prohíbe asimismo el empleo de materiales metálicos.

### **CAPÍTULO III DOBLADO DE LAS ARMADURAS**

**Artículo 76. DOBLADO DE LAS ARMADURAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las armaduras pasivas se doblarán de acuerdo a los planos e instrucciones del proyecto. En general, esta operación se realizará en frío, mediante métodos mecánicos, con velocidad constante, y con la ayuda de mandriles, de modo que la curvatura sea constante en toda la zona.
- b) Si fuera imprescindible realizar desdoblados en obra, como, por ejemplo, en el caso de algunas armaduras en espera, éstos se realizarán de acuerdo con procesos o criterios de ejecución que aseguren que no se produzcan fisuras o fracturas en las mismas. En caso contrario, se procederá a la sustitución de los elementos dañados. Si la operación de desdoblado fuera realizada en caliente, deberán ser adoptadas las medidas adecuadas para no dañar el hormigón con las altas temperaturas.
- c) Se prohíbe el “jinquetado” de las barras longitudinales de las vigas y columnas.

**Artículo 77. DISTANCIAS ENTRE BARRAS DE ARMADURAS.** Las distancias a considerar serán las siguientes:

- a) La disposición de las armaduras pasivas debe ser tal que permita un correcto hormigonado de la pieza, de manera que todas las barras o grupos de barras queden perfectamente envueltos por el hormigón; tendrá en cuenta, en su caso, las limitaciones que pueda imponer el empleo de vibradores internos.

- b) Cuando las barras se coloquen en capas horizontales separadas, las barras de cada capa se deberán situar verticalmente una sobre otra, de manera que el espacio entre las columnas de barras resultantes permita el paso de un vibrador interno.

**Artículo 78. BARRAS AISLADAS.** La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- a) Dos centímetros
- b) El diámetro de la mayor
- c) 1.25 veces el tamaño máximo del agregado.

**Artículo 79. GRUPOS DE BARRAS.**

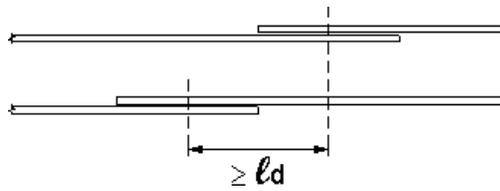
- a) Se llama grupos de barras a dos o más barras corrugadas puestas en contacto, que cumplan con los requisitos del TÍTULO II, CAPÍTULO IV.
- b) En los grupos de barras, para determinar las magnitudes de los recubrimientos y las distancias libres a las armaduras vecinas, se considerará como diámetro de cada grupo el de la sección circular de área equivalente a la suma de las áreas de las barras que lo constituyan. Los recubrimientos y distancias libres se medirán a partir del contorno real del grupo.

**Artículo 80. ANCLAJE DE LAS ARMADURAS.** Los anclajes extremos de las barras se deberán hacer por los procedimientos normalizados indicados en este Reglamento, o por otro procedimiento mecánico, garantizado mediante ensayos, que sea capaz de asegurar la transmisión de esfuerzos al hormigón sin peligro para éste.

**Artículo 81. EMPALME DE LAS ARMADURAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los empalmes entre barras se deben diseñar de manera que la transmisión de fuerzas de una barra a la siguiente quede asegurada, sin que se produzcan descascaramientos o cualquier otro tipo de daño en el hormigón próximo a la zona de empalme.
- b) No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice el Supervisor Técnico. Se procurará que los empalmes queden alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga. En columnas, sólo se permite hacer empalmes en la mitad central de la longitud del elemento.
- c) Los empalmes se podrán realizar por solape o por soldadura. Se admiten también otros tipos de empalme, con tal de que los ensayos con ellos efectuados demuestren que esas uniones poseen permanentemente una resistencia a la rotura no inferior a la de la menor de las 2 barras empalmadas, y que el deslizamiento relativo de las armaduras empalmadas no rebase 0.1 mm, para cargas de servicio (situación poco probable).

**FIGURA 1**

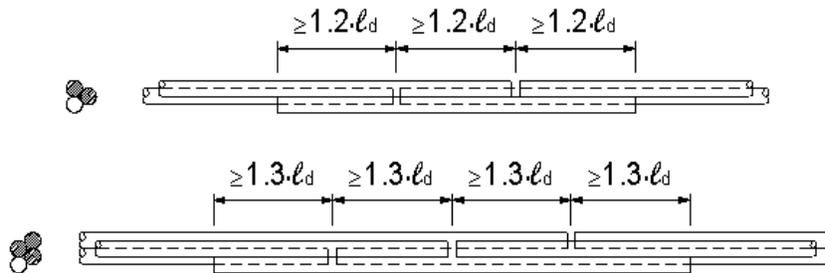


- d) Como norma general, los empalmes de las distintas barras de una pieza, se distanciarán unos de otros, de tal modo que sus centros queden separados, en la dirección de las armaduras, una longitud igual o mayor a  $l_d$  (Fig. 46).

**Artículo 82. EMPALMES POR SOLAPE.** Este tipo de empalmes se realizará colocando las barras una al lado de otra, dejando una separación entre ellas de  $4d_b$  como máximo.

**Artículo 83. EMPALME POR SOLAPE DE GRUPOS DE BARRAS.** Para el empalme por solape de un grupo de barras, se añadirá una barra suplementaria en toda la zona afectada por los empalmes de diámetro, igual al mayor de las que forman el grupo. Cada barra se colocará enfrentada a tope a aquélla que va a empalmar. La separación entre los distintos empalmes y la prolongación de la barra suplementaria será de  $1.2 l_d$  o  $1.3 l_d$ , según sean grupos de dos o tres barras (Fig. 47). Se prohíbe el empalme por solape en los grupos de cuatro barras.

FIGURA 2



**Artículo 84. EMPALMES POR SOLAPE DE MALLAS ELECTROSOLDADAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- Se deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 84.
- Se procurará situar los solapes en zonas donde las tensiones de la armadura no superen el 80% de las máximas posibles. La proporción de elementos que pueden ser solapados será del 100%, si se dispone una sola capa de mallas, y del 60%, si se disponen varias capas. En este caso, la distancia mínima entre solapes deberá ser de 50 cm.

**Artículo 85. EMPALMES POR SOLDADURA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- Los empalmes por soldadura se deberán realizar de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la norma "Código de Soldadura Estructural – Acero de Refuerzo" (Structural Welding Code – Reinforcing Steel) AWS D1.4-92, y ser ejecutados por operarios debidamente cualificados.
- Las superficies a soldar se deberán encontrar secas y libres de todo material que pudiera afectar la calidad de la soldadura.

- c) Queda expresamente prohibida la soldadura de armaduras galvanizadas o con recubrimientos epóxicos.
- d) No se podrán disponer empalmes por soldadura en los tramos de fuerte curvatura del trazado de las armaduras.
- e) Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro se podrán realizar siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3 milímetros.
- f) No se podrán realizar soldaduras en períodos de intenso viento o cuando esté lloviendo, a menos que se adopten las debidas precauciones, tales como: la disposición de pantallas o cubiertas protectoras, y se proteja adecuadamente la soldadura para evitar un enfriamiento rápido.

**Artículo 86. EMPALMES MECÁNICOS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los empalmes realizados mediante dispositivos mecánicos de unión se deberán realizar de acuerdo con los procedimientos establecidos por los fabricantes.
- b) Los dispositivos de empalme deberán tener, al menos, la misma capacidad resistente que la menor de las barras que se empalmen y no presentar un desplazamiento relativo mayor que 0.1 mm, bajo la tensión de servicio.
- c) Se admite concentrar la totalidad de estos empalmes en una misma sección siempre y cuando no afecte a la colocación del hormigón.

**Artículo 87. TOLERANCIAS EN LA COLOCACIÓN DEL REFUERZO.** El acero de refuerzo se debe colocar y apoyar cuidadosamente, de acuerdo con las medidas indicadas en los planos y las tolerancias que se indican en la TABLA 8; además, se debe asegurar adecuadamente para evitar que se mueva al colocar o vibrar el hormigón.

**Artículo 88. VARIACIÓN DE LA ALTURA ÚTIL d.** La variación de la altura útil  $d$  o del recubrimiento en losas, vigas, muros y columnas no debe exceder las tolerancias que se dan en la TABLA 8

**TABLA 8  
TOLERANCIAS EN ALTURA ÚTIL Y RECUBRIMIENTO**

Altura útil $d$	Tolerancia en la altura útil $d$	Tolerancia en el recubrimiento
$d > 20$ cm	1 cm	- 1 cm
$d > 20$ cm	1.3 cm	- 1.3 cm

**Artículo 89. TOLERANCIA PARA RECUBRIMIENTO.** La tolerancia para recubrimiento no debe exceder de  $-1/3$  del recubrimiento mínimo requerido en los planos y especificaciones.

**Artículo 90. TOLERANCIA DOBLEZ Y EXTREMOS.** La tolerancia en la localización de puntos de doblez y extremos de barras de refuerzo, debe ser  $\pm 5$  cm, excepto en los extremos de vigas, donde debe ser  $\pm 1.3$  cm.

## TÍTULO V

## PILOTES

### CAPÍTULO I CAMPO DE APLICACIÓN

**Artículo 91. CAMPO DE APLICACIÓN.** Este trabajo consiste en el suministro y/o el hincado o colocación de pilotes, de acuerdo con el presente reglamento y de conformidad con los planos. El Contratista deberá proveer los pilotes de acuerdo con una lista detallada que le será proporcionada por el Ingeniero, indicando la cantidad y longitud de todos los pilotes. Cuando se necesiten pilotes de prueba los datos obtenidos serán utilizados juntos con otros informes disponibles acerca del suelo, para decidir sobre la cantidad y longitud de los pilotes a ser suministrados. El Ingeniero no preparará la lista detallada de los pilotes para ningún sector del área de fundación hasta que no hayan sido efectuadas todas las pruebas requeridas en dicho sector.

**Artículo 92. LONGITUD DE PILOTES.** Al determinar la longitud de los pilotes para su fabricación y para fines de pago, se consideran solamente las longitudes en que se suponen habrán de quedar en la estructura terminada.

**Artículo 93. CONTRATISTA.** El Contratista deberá, sin compensación adicional, aumentar la longitud de los pilotes para proporcionar cabezales apropiados y contar con el largo adicional que pudiera necesitar por motivo del método de hinca que utilice.

### CAPÍTULO II PILOTES DE PRUEBA

**Artículo 94. PILOTES DE PRUEBA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El Contratista podrá, para su información y por cuenta propia, hincar los pilotes de prueba que considere necesarios.
- b) Cuando así lo exijan los documentos contractuales o cuando fuese necesario para la calibración de martinets, el Contratista deberá proporcionar e hincar pilotes de prueba con las dimensiones y en las ubicaciones que indique el Ingeniero. Los pilotes deberán ser del mismo tipo y material que lo requerido por las estructuras de prueba y se hincarán hasta el rechazo o a la profundidad o al valor aproximado de soporte indicados en los planos o según indique el Ingeniero. Cuando tales pilotes vayan a ser incorporados a la estructura, deberán ser hincados con el mismo tipo de equipo que se utilizará para hincar los pilotes de fundación.
- c) Cuando el Ingeniero solicite una prueba de carga para determinar un valor de soporte, el primer pilote para la prueba de carga deberá ser hincado hasta el punto de soporte especificado. Los pilotes de prueba subsecuentes que vayan a ser sometidos a pruebas de carga, deberán ser hincados hasta el punto de los valores de soporte especificados, según sean determinados por la fórmula aplicable, modificada por los resultados de anteriores pruebas de carga y los datos sobre cimentación.
- d) El propósito de estas especificaciones es verificar que los pilotes que se sometan a pruebas de carga, deberán fallar luego de obtenerse entre 2 y 3 veces el valor del soporte especificado, excepto para pilotes hincados hasta el rechazo, en roca o hasta una cota de la punta especificada. El terreno deberá ser excavado para cada pilote de prueba hasta la cota del fondo de la fundación antes de iniciar su hincado.

- e) Si llegase a ser necesario para obtener la penetración y cota deseadas, los pilotes pueden ser hincados utilizando, conjuntamente con el martinete, chorros de agua a presión o perforaciones hechas previamente, siempre que el Ingeniero lo autorice.
- f) Los pilotes no deberán ser sometidos al sistema de chorro de agua en zonas con terraplenes inestables o en lugares donde las mejoras o afirmados pudiesen ser puestos en peligro. Donde se requiera perforaciones previamente hechas, sus diámetros no deberán ser de un tamaño mayor que los de los pilotes.

### **CAPÍTULO III PRUEBAS DE CARGA**

**Artículo 95. PRUEBAS DE CARGA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Cuando sean requeridas en los documentos contractuales, las pruebas de carga deberán ser efectuadas en los sitios mostrados en los planos o indicados en las especificaciones particulares. Cuando se vayan a emplear martinetes diesel o de otro tipo que requiera calibración, el Contratista deberá hacer pruebas de carga por su propia cuenta aun cuando no estén éstas especificadas en los documentos contractuales. Dichas pruebas de carga no serán necesarias, sin embargo, cuando el martinete que se vaya a emplear fuese únicamente para hincar pilotes hasta el rechazo, en roca o a profundidad fija; tampoco serán necesarias cuando el martinete fuese de un tipo y modelo que ya haya sido calibrado previamente para un pilote similar en clase, tamaño y longitud, así como para el material de fundación. Los datos sobre la calibración deberán haber sido obtenidos de fuentes aceptables para el Ingeniero.
- b) Las pruebas de carga deberán ser hechas por métodos aprobados por el Ingeniero. El Contratista deberá presentarle para su aprobación, planos en detalle del aparato de carga que se proponga utilizar. Dicho aparato deberá estar construido de manera que permita que los incrementos a la carga puedan ser colocados gradualmente sin causar vibración a los pilotes de prueba. Si el método aprobado requiriese el empleo de pilotes para subpresión (anclaje), dichos pilotes deberán ser del mismo tipo y diámetro que los pilotes permanentes, y deberán ser hincados en la misma ubicación que los permanentes.
- c) En los pilotes huecos de tubos o cascos cuyas paredes no tienen la resistencia adecuada para sostener la carga de prueba estando vacíos, se deberá colocar el refuerzo necesario y vaciar el hormigón del relleno antes de ser sometidos a la prueba de carga. Las cargas para la prueba no deberán ser aplicadas hasta que el hormigón haya alcanzado una resistencia a la compresión mínima del 95% de la resistencia a la compresión especificada para los 28 días, según la obtenida de cilindros de pruebas preparados y ensayados de acuerdo con AASHTO T-23 y T-22, respectivamente. Si así lo prefiriese, el Contratista podrá emplear cemento de alta resistencia inicial, tipo III o III-A, en el hormigón del pilote para prueba de carga y en los para subpresión.
- d) El Contratista deberá proporcionar aparatos o instrumentos adecuados y aprobados para determinar con precisión la carga sobre el pilote y el asentamiento del mismo bajo cada aumento de carga. El aparato deberá tener una capacidad de carga tres veces mayor que la prevista en los planos para el pilote que se esté aprobando. Los puntos de referencia para medir el asentamiento del pilote deberán estar suficientemente retirados para excluir toda posibilidad de que puedan ser perturbados. Todos los asentamientos deberán ser medidos por medios de dispositivos adecuados, tales como graduadores o medidores, y

deberán ser comprobados mediante nivelación topográfica. Los aumentos de deformación serán registrados inmediatamente después de ser aplicado cada incremento de carga y luego a intervalos de 15 minutos. La capacidad admisible del pilote será el 50% de la carga que después de 48 horas de aplicación continua, haya ocasionado un asentamiento permanente que no exceda de 0.635 cm. (1/4") medido en la parte superior del pilote. La prueba de carga se realizará aplicando al pilote una carga igual al doble de la carga de diseño. Esta carga se aplicará gradualmente. El primer incremento de carga deberá ser igual a la carga de diseño del pilote. La carga deberá ser aumentada al doble de la carga de diseño, mediante la aplicación de cargas adicionales dividida en tres incrementos iguales, en un período mínimo de dos (2) horas entre aplicaciones de los incrementos.

- e) Ningún incremento de carga deberá ser aplicado hasta que el asentamiento sea menor de 0.013 centímetros (0.005") en un intervalo de 15 minutos. En caso de presentarse la duda sobre si el pilote podrá soportar la carga de prueba, los incrementos de carga deberán ser rebajados en un 50% bajo instrucciones del Ingeniero, con el objeto de que se pueda trazar una curva de falla más estrechamente controlada.
- f) La carga total de prueba deberá permanecer sobre el pilote correspondiente no menos de 48 horas. Entonces se deberá retirar y se tomará la lectura del asentamiento permanente. Luego se debe deberá seguir cargando más allá del doble de la carga de diseño, con incrementos de 9.0 toneladas métricas, hasta que falle el pilote o se llegue al máximo de la capacidad del aparato cargador, cualquiera que fuese menor. Se puede considerar que el pilote ha fallado cuando el asentamiento total exceda de 2.54 cm. (1") o el asentamiento permanente exceda de 0.635 cm. (1/4").
- g) Una vez terminadas las pruebas de carga, la carga utilizada deberá ser retirada y los pilotes, incluyendo los de subpresión, se emplearán en la estructura si el Ingeniero los encuentra satisfactorios para tal uso.
- h) Los pilotes de prueba que no se encuentren cargados, se deberán utilizar en forma similar. Si cualquier pilote después de haber servido para su objetivo como pilote de prueba o de anclaje, no fuese satisfactorio para utilizarlo en la estructura, deberá ser removido, o deberá ser cortado más abajo de la línea del terreno o la fundación, cualquiera de las medidas que sea aplicable, a juicio del Ingeniero.

#### **CAPÍTULO IV PILOTE DE HORMIGÓN DE GRAN DIÁMETRO**

**Artículo 96. PILOTES DE HORMIGÓN DE GRAN DIÁMETRO.** Cuando se requiera esta clase de pilotes, se deberán emplear métodos de perforación que usen bentonita como impermeabilizante u otro material aprobado por el Ingeniero.

#### **CAPÍTULO V PILOTES HUNDIDOS A CHORRO**

**Artículo 97. PILOTES HUNDIDOS A CHORRO.** Las fuerzas de soporte de seguridad con este método de hincado se determinarán mediante pruebas efectivas, o por el método adecuado y las fórmulas indicadas. No se deberá hacer uso de ningún chorro durante los golpes de prueba con el martinete.

## CAPÍTULO VI MATERIALES

**Artículo 98. MATERIALES.** Los materiales para el pilotaje deberán satisfacer los requisitos siguientes:

**TABLA 9  
REQUISITOS DE LOS MATERIALES**

Pilotes de madera sin curar	AASHTO M-168
Pilotes de madera curada	AASHTO M-168 y M-133
Pilotes de Hormigón	Capítulo V
Camisa de Acero	AASHTO M-183 (ASTM A-36)
Tubería de Acero	AASHTO M-183 (ASTM A-36)
Pilotes de acero estructural	AASHTO M-183 (ASTM A-36)
Tablestaca	AASHTO M-202 ó M-223 (ASTM A-328 ó A-572)
Zapatas	De acuerdo a los planos
Pintura	AASHTO M-72, M-70, M-67 (ASTM D-209)
Acero de Refuerzo	AASHTO M-54 (ASTM A-184)

## CAPÍTULO VII PILOTES DE HORMIGÓN PREFABRICADOS

**Artículo 99. PILOTES DE HORMIGÓN PREFABRICADO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los pilotes de hormigón prefabricados deberán ser del diseño o diseños que indican los planos y las Especificaciones Particulares. Deberán ser construidos con hormigón de cemento Portland.
- b) Los pilotes podrán ser vaciados individualmente o uno a continuación del otro, en cuyo caso se deberán vaciar en forma alternada. Los pilotes intermedios serán vaciados 4 días después que los primeros. Se deberá colocar un separador de papel alquitranado u otro material apropiado entre el hormigón endurecido y el hormigón fresco antes del vaciado del pilote intermedio.
- c) El hormigón de cada pilote debe ser vaciado en forma continúa sin que se produzcan juntas en el pilote.
- d) Los pilotes terminados deberán estar exentos de bolsones de piedras, cucarachas u otros defectos; deberán ser derechos y sus superficies estar de acuerdo con el molde especificado.
- e) Los moldes deberán tener una alineación perfecta y ser construidos de metal, madera laminada o madera tratada. Todas las esquinas serán achaflanadas con tiras de 2.54 centímetros (1"). Los moldes deberán ser herméticos y no serán retirados antes de las 24 horas a partir de la colocación del hormigón. Todas las superficies expuestas del pilote deberán recibir la terminación apropiada.

- f) Se deberán preparar probetas o cilindros para ensayos de acuerdo con AASHTO T-23, y serán sometidos a ensayos de resistencia a la compresión según AASHTO T-22. Los pilotes no deberán ser removidos hasta que los ensayos muestren una resistencia a la compresión del ochenta (80) por ciento de la requerida a los 28 días, y no deberán ser transportados ni hincados hasta que hayan alcanzado el 100% de dicha resistencia. Cuando no se disponga de equipos de ensayos, los pilotes no deberán ser movidos hasta permanecer por lo menos 14 días después del vaciado a una temperatura mínima de 15°C (60° F), o 21 días a una temperatura mínima de 4°C (40°F). No deberán ser transportados ni hincados hasta que hayan permanecido por lo menos 21 días a una temperatura mínima de 15° C (60° F), o 28 días a una temperatura mínima de 4°C (40° F). Los pilotes fabricados con cemento de alta resistencia inicial, no deberán ser movidos, transportados, ni hincados antes de 7 días después de vaciados.
- g) Cuando los pilotes de hormigón sean izados, deberán ser soportados en los puntos señalados en los planos. En caso de no estar indicados, deberán ser soportados en puntos localizados a un cuarto de su longitud a partir de los extremos.

## CAPÍTULO VIII PILOTES DE HORMIGÓN VACIADOS IN SITU

**Artículo 100. PILOTES DE HORMIGÓN VACIADOS IN SITU.** Los pilotes de hormigón deberán ser del diseño indicado en los planos. Deberán consistir en hormigón vaciado en perforaciones hechas al efecto o en cilindros de acero, o tubos hincados al valor requerido.

**Artículo 101. PERFORACIONES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las perforaciones para pilotes de hormigón vaciados en sitio, deberán ser ejecutadas en seco hasta alcanzar las profundidades indicadas en los planos. Todas las perforaciones deberán ser examinadas para comprobar si son rectas; deberán ser ejecutadas con equipo adecuado que garantice el diámetro requerido en toda su longitud. Si se requiere, deberán proporcionarse y colocarse camisas tubulares de revestimiento que eviten el derrumbe de las paredes antes de vaciar el hormigón.
- b) No será permitido el uso de agua en las operaciones de perforación, o para cualquier otro propósito, en lugares desde donde pudiese penetrar en el agujero. Deberán tomarse todas las medidas de precaución necesarias para evitar que el agua superficial penetre en el agujero. Toda el agua que pudiera haberse infiltrado dentro del mismo, deberá ser extraída antes de vaciar el hormigón.
- c) El hormigón deberá ser vaciado por medios adecuados.
- d) Antes del fraguado inicial, el hormigón deberá ser vibrado a una profundidad de 3.0 m ó a la profundidad del acero de refuerzo, la que fuese mayor.
- e) En caso de emplearse una camisa metálica de revestimiento en las operaciones de perforación, ésta deberá ser retirada del agujero al ser vaciado el hormigón. El fondo de la camisa deberá conservarse a no más de 1.5 metros (5') ni a menos de 0.03 metro (1') debajo de la parte superior del hormigón durante las operaciones de extracción de la camisa de vaciado, a no ser que el Ingeniero indique lo contrario. Deberá evitarse la disgregación y separación de hormigón durante las operaciones de extracción de la camisa golpeándola con un martillo o mediante otro sistema de vibración.

**Artículo 102. MOLDES Y TUBERÍAS DE ACERO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Antes de vaciar el hormigón, el interior de los moldes y tuberías deberá ser limpiado y todo el material suelto deberá ser extraído. El hormigón se deberá colocar en una operación continua desde la punta hasta la cabeza; deberá llevarse a cabo en tal forma que se evite la segregación. El tercio superior de los moldes y tubos rellenos de hormigón, deberá ser consolidado mediante equipo vibratorio aceptable.
- b) No deberá llenarse de hormigón ningún molde o tubería hasta que todos los moldes, contiguos dentro de un radio de 1.5 m (5') ó 4.5 veces el diámetro promedio del pilote, que sea mayor, hayan sido hincados hasta la resistencia requerida.
- c) Después de que un molde o tubería de revestimiento haya sido llenado de hormigón, ningún molde, tubería ni pilote deberá ser hincado en un radio de 6.0 metros hasta que hayan transcurrido por lo menos 7 días.

### CAPÍTULO IX PILOTES PERFILES “H” DE ACERO ESTRUCTURAL

**Artículo 103. PILOTES PERFILES “H” DE ACERO ESTRUCTURAL.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los pilotes “H” de acero estructural consistirán en perfiles estructurales de acero de las secciones indicadas en los planos.
- b) Cuando sean colocados en las guías del martinete, la curvatura y flecha permisibles no deberán exceder de la tolerancia especificada por los fabricantes. Pilotes torcidos, doblados o de algún modo dañados, serán rechazados.
- c) La carga, transporte, descarga, almacenaje y manejo del acero estructural debe realizarse de tal modo que el metal se mantenga limpio y libre de daños.

### CAPÍTULO X PILOTES TUBULARES DE ACERO SIN RELLENO

**Artículo 104. PILOTES TUBULARES DE ACERO SIN RELLENO.** Estos pilotes deberán tener el espesor mínimo de pared que se indica en la Tabla 10:

**TABLA 10  
ESPESOR MÍNIMO DE PARED DE PILOTE**

Diámetro Exterior	Espesor de Pared
Menor de 356 milímetros (14")	6.35 milímetros (0.25")
Igual o mayor a 356 milímetros (14")	9.35 milímetros (0.375")

## CAPÍTULO XI EMPALMES

**Artículo 105. EMPALMES.** Cuando fuesen permitidos y ordenados por el Ingeniero, los empalmes deberán ser hechos según indiquen los planos y de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

**Artículo 106. PILOTES DE HORMIGÓN PREFABRICADO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los empalmes de pilotes de hormigón prefabricado deberán ser hechos cortando el hormigón del extremo del pilote y dejando al descubierto el acero de refuerzo en un largo de 40 diámetros. El corte final del hormigón deberá ser perpendicular al eje del pilote. Se colocará la armadura de refuerzo igual a la utilizada en el pilote y deberá ser empalmada fuertemente al acero expuesto; se colocará el molde o encofrado necesario tan hermético como sea posible para evitar escurrimiento a lo largo de pilote. El hormigón deberá ser de la misma calidad que el empleado para el pilote.
- b) Antes de colocar el hormigón, la parte superior del pilote deberá ser mojada y cubierta con una ligera capa de cemento sin arena, mortero renovado u otro material ligante adecuado. Los moldes correspondientes deberán permanecer en sus lugares no menos de 7 días después de vaciado.

**Artículo 107. PILOTES, TUBERÍAS Y MOLDES DE ACERO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Si la longitud de los perfiles, tubos o moldes de acero utilizados no fuese suficiente para obtener el valor soporte o tasa de asiento especificada, se les empalmará una extensión que posea la misma sección transversal.
- b) A no ser que los planos indiquen otra cosa, los empalmes deberán hacerse mediante soldadura a tope de toda la sección transversal, empleando el método de soldadura eléctrica por arco cuando estuviese disponible. Las superficies soldadas a tope deberán ser preferiblemente planas o cóncavas. El refuerzo de las soldaduras que exceda de 0.15 centímetro (1/16") en grosor deberá ser rebajado con esmeril.

**Artículo 108. ACODADO DE PILOTES.** Los pilotes para cualquier acodado deberán ser cuidadosamente escogidos en cuanto al tamaño para evitar una curvatura excesiva o distorsión del arriostamiento transversal. No obstante, deberá ponerse cuidado en la distribución de pilotes de diversos tamaños para obtener resistencia y rigidez en los acodados de una estructura determinada. Los cortes deberán ser hechos con exactitud para asegurar el asiento total entre las tapas y los pilotes en acodado

## CAPÍTULO XII HINCADO DE PILOTES

**Artículo 109. HINCADO DE PILOTES.** Todos los pilotes deberán ser hincados como se muestre en los planos, o como fuese ordenado por escrito por el Ingeniero. Deberán ser hincados con una tolerancia en la vibración de 2.0 centímetros por metro de longitud del pilote desde la vertical o inclinación señalada en los planos. La variación máxima permisible del tope del pilote, deberá ser de 7.5 centímetros en cualquier dirección en relación a la ubicación señalada en los planos, o como fuese ordenado por el Ingeniero.

**Artículo 110. CHORROS DE AGUA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Cuando se utilicen chorros de agua, el número de chorros, el volumen y la presión en la boquilla deberán ser suficientes para desprender fácilmente el material contiguo a los pilotes. La planta deberá tener suficiente capacidad para aplicar en todo momento una presión equivalente, a por lo menos,  $7 \text{ kg/cm}^2$  (100 libras por pulgada cuadrada) por dos chorros de boquillas de 1.90 centímetros (3/4"). A no ser que se indicase de otro modo, los chorros serán interrumpidos antes que se alcance la penetración requerida, y los pilotes serán hincados a martillo hasta su penetración final.
- b) Excepto cuando la cabeza del pilote esté encajada en un cabezal de acero, todo pilote de manera deberá ser provisto de un collarín de metal o revestido con alambre. Cuando la naturaleza del hincado fuese tal que los pilotes puedan resultar dañados, las cabezas de todos los pilotes deberán ser protegidas por medios de casquetes de diseño aprobado, preferiblemente con un cojín amortiguador de cuerda u otro material apropiado encima de la cabeza del pilote, y que encaje dentro de un molde que, a su vez, soporte un bloque amortiguador de golpes.

**Artículo 111. PILOTES ESPECIALES.** Para tipos especiales de pilotes, se deberán proporcionar, de conformidad con las recomendaciones de los fabricantes, sombreretes, mandriles u otros dispositivos para que pueda ser hincado sin dañarse.

**Artículo 112. PILOTES DE ACERO.** Para los pilotes de acero, las cabezas deberán ser cortadas a 90 grados en relación a su eje, y se deberá proporcionar un casquete para mantener el eje del pilote alineado con el eje del martinete. Cuando fuese indicado en los planos, las cabezas de los pilotes de acero deberán ser protegidas con placas de acero y otros dispositivos aceptables.

**Artículo 113. PIEZAS.** Siempre que sea posible, se deberán emplear pilotes de una sola pieza. En circunstancias excepcionales, podrá permitirse el empalme de pilotes. El método de empalme deberá concordar con las Especificaciones Técnicas Particulares. Las zapatas de metal deberán ser empleadas según se indique en los planos, o como fuese ordenado por escrito por el Ingeniero.

**Artículo 114. MÉTODOS DE HINCADO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los pilotes pueden ser hincados por medio de martinetes a vapor, aire, por gravedad o diesel, o bien empleando una combinación de martinetes con chorros de agua. Cuando se haga uso de martinetes diesel o de cualquiera de los tipos que requieran calibración, deberán ser calibrados con pruebas de carga de acuerdo con las disposiciones de la Capítulo III del presente.
- b) Los métodos vibratorios u otros para el hincado de los pilotes, podrán ser empleados siempre que fuesen permitidos por disposiciones especiales indicadas en las Especificaciones Particulares.
- c) La planta y equipos que sean proporcionados por los martinetes de vapor y de aire, deberán tener la capacidad suficiente para mantener en el martinete y bajo condiciones del trabajo, la presión especificada por el fabricante. La salida de la caldera o depósito deberá estar provista con un indicador de presión (manómetro). Asimismo, se deberá tener otro en la entrada del martinete para que se registre cualquier caída de presión entre los dos manómetros.

- d) Los martinetes para el hincado, exceptuando los de gravedad, deberán ser martinetes aprobados, a vapor, aire o diesel, que desarrollen suficiente energía para hincas los pilotes a un índice de penetración no menor de 0.3 centímetro por golpe cuando se haya alcanzado el valor soporte requerido. Cuando sean empleados martinetes a vapor, aire o diesel, la energía total desarrollada por el martinete no deberá ser menor de 9.49 KJ (7.000 pie-libra) por golpe, excepto lo especificado más adelante para pilotes de hormigón.
- e) Los martillos tipo diesel deberán accionarse con los obturadores de combustible abiertos a toda su capacidad cuando los golpes se estén contando para fijar la penetración que deberá en la fórmula de carga de seguridad; se exceptúa el caso de martinetes a diesel con pistones o martillos cerrados, ya que en éstos los ajustes de los obturadores del combustible se deberán fijar un poco por debajo de la aceleración que ocasione que las partes fijas de los martinetes se despeguen de la cabeza de los pilotes y se levanten y suban cuando el pistón del martinete suba.
- f) Mientras estén siendo hincados, los pilotes deberán ser mantenidos en línea y posición mediante guías. Las guías del martinete deberán estar construidas de tal modo que permitan el movimiento sin restricción del pistón; deberán ser sostenidas en su posición por tirantes o riostras de acero para asegurar al pilote un soporte lateral rígido durante el hincado. Excepto cuando los pilotes son hincados a través de agua, las guías, por lo general, deberán estar diseñadas de modo que permitan la adecuada colocación de pilotes inclinados. El hincado de pilotes mediante, el uso de falsos pilotes, deberá ser evitado en lo posible, y solamente, se llevará con permiso escrito del Ingeniero.
- g) Los martinetes a vapor, diesel o aire empleados para hincar pilotes de hormigón, deberán desarrollar una energía por golpe, a cada ciclo completo del émbolo que no sea menor de 4.75 KJ por 0.765 m<sup>3</sup> (3.500 pie-libras fuerza por yarda cúbica) de hormigón en el pilote hincado. No deberá efectuarse ningún hincado de pilote a una distancia menor de 6.0 metros del hormigón que tenga menos de 7 días de vaciado.

### **CAPÍTULO XIII PILOTES DEFECTUOSOS**

**Artículo 115. PILOTES DEFECTUOSOS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El método empleado para hincar pilotes, no deberá someterlos a un excesivo e indebido esfuerzo que provoque aplastamiento y/o astillamiento del hormigón, grietas perjudiciales, roturas y rajaduras de la madera o deformación del acero. La manipulación de los pilotes para forzarlos a alcanzar su posición correcta no será permitida cuando el Ingeniero la considere excesiva. Todo pilote que sea dañado al ser hincado debido a defectos del propio pilote o por ser hincado inadecuadamente fuera de su ubicación correspondiente o más abajo de la elevación fijada en los planos o por el Ingeniero, deberá ser corregido por el Contratista, sin compensación adicional, y por medio de uno de los siguientes métodos aprobado por el Ingeniero:
  - 1. Deberá ser hincado un pilote adicional contiguo al pilote defectuoso;
  - 2. El pilote deberá ser empalmado o aumentado en la forma estipulada en las presentes Especificaciones, o una parte lo suficientemente grande de la fundación
- b) El pilote deberá ser retirado y repuesto por un pilote nuevo y, cuando fuese necesario, de mayor longitud;

deberá ser excedida para empotrar debidamente el pilote. Los pilotes de madera no deberán ser empalmados sin el permiso específico del Ingeniero. Todos los pilotes que fuesen empujados hacia arriba por el hincamiento de pilotes contiguos o por cualquier otra causa, deberán ser hincados de nuevo.

- c) Un pilote de hormigón será considerado defectuoso si tiene una grieta visible o grietas que se extiendan en toda la periferia del pilote o cualquier defecto que, a juicio del Ingeniero, afecte la resistencia o la vida útil del pilote.

#### **CAPÍTULO XIV RECORTE DE LOS PILOTES Y CASQUETES DE APOYO**

**Artículo 116. RECORTE DE LOS PILOTES Y CASQUETES DE APOYO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) La cabeza de los pilotes de cimentación deberá penetrar en las zapatas de hormigón por lo menos 30 centímetros. Cuando se empleen sellos de hormigón depositados en agua, los pilotes deberán sobresalir por lo menos 15 centímetros sobre el sello de hormigón. Los pilotes deberán ser cortados a nivel en las cotas indicadas en los planos. La porción recortada del pilote será de un largo suficiente como para permitir la eliminación de todo el material dañado. La distancia desde el costado de cualquier pilote de borde más próximo de la zapata, deberá ser de un mínimo de 23 centímetros. Cuando la elevación para el recorte de un pilote de hormigón prefabricado o de un molde de acero o camisa usada para un pilote vaciado en sitio quedase más abajo del borde inferior del casquete, el pilote deberá ser aumentado hasta dicho borde inferior mediante una extensión de hormigón armado, construido según se muestre en los planos. Los moldes de acero o camisas de los pilotes de hormigón vaciados en sitio, deberán ser recortados a la elevación señalada antes de ser llenados de hormigón.
- b) Los recortes a los pilotes de acero estructural de cargo o apoyo, se harán en ángulos rectos respecto al eje del pilote. Los cortes deberán hacerse en líneas rectas y nítidas.
- c) A no ser que se especificase de otro modo, los trozos de pilotes (recortes) se convertirán en propiedad del Contratista, y deberán ser removidos del área del proyecto y depositados en un lugar aprobado por el Ingeniero.

#### **CAPÍTULO XV PROTECCIÓN DE PILOTES DE MADERA NO TRATADA**

**Artículo 117. PROTECCIÓN DE PILOTES DE MADERA NO TRATADA.** Las cabezas de los pilotes no tratados deberán recibir uno de los dos siguientes tratamientos:

- a) **TRATAMIENTO TIPO “A”** La superficie aserrada deberá ser cubierta con una espesa capa de pintura de minio; después se deberá cubrir con loneta de algodón de peso no menor de 0.23 kilogramos, la cual deberá quedar doblada hacia abajo sobre los costados del pilote y fuertemente asegurada al mismo con clavos de cabeza grande, de lo usados para techar. Los bordes de la loneta deberán ser recortados para que muestren un aspecto nítido. Luego la loneta deberá ser impermeabilizada por medio de una o más capas de pintura de minio.

- b) **TRATAMIENTO TIPO “B”** La superficie aserrada deberá ser completamente pintada con brocha, dándole dos manos de creosota caliente, cruda, sin refinar u otro protector aprobado. Si no se dispone otra cosa en los planos o en las Especificaciones Particulares, se empleará el Tipo “A” de protección.

## **CAPÍTULO XVI PROTECCIÓN DE PILOTES DE MADERA TRATADA**

**Artículo 118. PROTECCIÓN DE PILOTES DE MADERA TRATADA.** Todos los cortes y raspaduras en los pilotes de madera tratada, deberán ser protegidos de acuerdo con AWWA Norma M-4.

## **CAPÍTULO XVII PINTADO DE PILOTES DE ACERO ESTRUCTURAL Y DE MOLDES DE ACERO PARA LOS PILOTES VACIADOS EN SITIO**

**Artículo 119. PINTADO DE PILOTES DE ACERO ESTRUCTURAL Y DE MOLDES DE ACERO PARA LOS PILOTES VACIADOS EN SITIO.** A no ser que estuviese dispuesto en otra forma, cuando los pilotes de acero o los moldes de acero sobresalgan de la superficie de la tierra o de la del agua, deberán ser protegidos con tres capas de pintura, tal como está especificado para la limpieza y pintura de la superficie de metal. Esta protección deberá abarcar desde la elevación señalada en los planos hasta lo alto del acero que quede expuesto a la intemperie.

## **TÍTULO VI APOYOS**

### **CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN Y ALCANCES**

**Artículo 120. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES.**

- a) Los trabajos comprendidos en esta Capítulo consisten en el suministro y colocación de sistemas de apoyo para tableros de puente, de la forma, tipo, calidad y dimensiones indicadas en el Proyecto.
- b) El presente reglamento establece los lineamientos para la provisión y colocación de placas de apoyo para tableros de puentes. Sin embargo, si el Proyecto establece otro tipo de solución como pueden ser apoyos esféricos tipo *pots*, apoyos de disco o tipo planchas deslizantes, éllas deberán cumplir con lo especificado en la Sección 18 “Bearings” de la Division II de AASHTO Standard Specification For Highway Bridges, 17<sup>th</sup> Edition.

### **CAPÍTULO II MATERIALES**

**Artículo 121. PLACAS DE APOYO.** Las placas de apoyo de neopreno deberán consistir en placas sin refuerzo metálico (sólo elastómero), o con refuerzo metálico (láminas de acero).

**Artículo 122. DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS.** Se deberán contemplar los siguientes lineamientos:

- a) Las placas deberán proveerse con las dimensiones, características de los materiales, grado de elastómero y calidad de láminas de refuerzo, según se defina en el Proyecto. Los planos deberán indicar también el procedimiento de diseño utilizado, así como las cargas de diseño consideradas, planeándose un programa de ensayos de acuerdo con ello.
- b) Si no se explicita en el Proyecto, las placas de apoyo serán Grado 3, dureza Shore 60 con láminas de acero de refuerzo. Serán ensayadas de acuerdo con lo establecido en la presente Especificación.
- c) Las propiedades específicas del elastómero cumplirán con lo establecido en la Sección 18, Division II de AASHTO Standard Specification For Highway Bridges, 17<sup>th</sup> Edition.
- d) Las láminas de acero cumplirán con ASTM A36 y/o A570, a menos que se especifique algo distinto en el Proyecto.

### **CAPÍTULO III CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN**

**Artículo 123. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las placas serán instaladas por personal calificado en la posición establecida en el Proyecto. Se colocarán en el momento indicado y con las dimensiones establecidas por el proveedor, el Ingeniero o bien el Proyecto, considerando los ajustes necesarios para tener en cuenta el efecto de la temperatura y los espacios requeridos para que funcione con las holguras de movimiento obligadas por el puente.
- b) Las placas de apoyo del puente deben, en conjunto, cumplir con los niveles establecidos y la posición exacta, de manera de producir simultáneamente todos los planos de apoyo requeridos por el puente.
- c) Las placas deben colocarse en sus lugares de apoyo, cuando no están embebidas en el hormigón, sobre un mortero nivelante de cemento y arena, u otra solución establecida en el Proyecto, que cumpla con lo establecido en la Sección 18, Division II de AASHTO Standard Specification For Highway Bridges, 17<sup>th</sup> Edition.

### **CAPÍTULO IV CONTROLES**

**Artículo 124. CONTROLES.** Se verificará mediante ensayos aprobados por el Ingeniero el 10% del total de apoyos del Proyecto, siendo la cantidad mínima a ensayar, una probeta, si el porcentaje indicado arroja un valor menor que 1. La probeta será de las dimensiones especificadas en el Proyecto, y se verificarán las siguientes propiedades, las cuales deberán ser certificadas por un laboratorio competente, reconocido por la Dirección de Vialidad. Este laboratorio retirará las probetas de la bodega del fabricante, sellando el lote que será ensayado.

**Artículo 125. PROBETA SIN ENVEJECER.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) **DUREZA.** La dureza del material será 60 Shore, con una tolerancia  $\pm 5$  puntos, según ASTM-D2240, o de acuerdo a lo estipulado en el Proyecto, con la misma tolerancia.
- b) **TRACCIÓN Y ELONGACIÓN.** Se ensayarán según ASTM D-412, y deberá cumplir con una resistencia mínima de 16 MPa a la tracción, y una elongación mínima de ruptura de 350%
- c) **DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN.** Se ensayará a compresión según ASTM D-395. Se ensayará a 100°C durante 22 horas, siendo el valor máximo admisible del 35%
- d) **CONTROL DIMENSIONAL.** Se aceptará en la fabricación que se sobrepasen, como máximo, las siguientes medidas:
  - 1. **ALTURA.** Para espesores de diseño que sean menor o igual a 32 mm; -0; + 3 mm. Para espesores de diseño que sean mayores a 32 mm; -0; + 6 mm.
  - 2. **DIMENSIONES HORIZONTALES.** Para placas de apoyo menores o iguales a 0.90 m; -0; + 6 mm. Para placas de apoyo mayores a 0.90 m; -0; + 12 mm.
  - 3. **ESPESOR DE CADA CAPA INDIVIDUAL DE NEOPRENO (SÓLO PARA APOYOS CON REFUERZO METÁLICO).** En cualquier punto, incluidos los refuerzos:  $\pm 20\%$  del valor de diseño, pero no más allá de  $\pm 3$  mm.
  - 4. **PARALELISMO CON LA CARA OPUESTA.** En la parte inferior y superior: 0.005 rad En los lados: 0.020 rad

**Artículo 126. PROBETA ENVEJECIDA CON ESTUFA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) **DUREZA.** La dureza del material presentará una variación máxima de 15 puntos respecto a la medida sin envejecer. Para ello, se ensayará la probeta envejecida según ASTM D-573, es decir, a 100°C durante 70 h.
- b) **TRACCIÓN Y ELONGACIÓN.** Se ensayarán según ASTM D-573 y deberá cumplir con una disminución del 15% como máximo en la resistencia a la tracción, y una disminución máxima del 40% para la elongación.
- c) **COMPRESIÓN SET.** Se ensayará a compresión según ASTM D-395, método B. Se ensayará a 100 °C durante 22 horas, siendo el valor máximo admisible de deformación del 35%.
- d) **ENVEJECIMIENTO CON OZONO.** Se procederá según ASTM D-1149, no debiendo presentar el elemento ninguna grieta.
- e) **ADHERENCIA GOMA – METAL.** El valor mínimo de la adherencia goma/metal será de 7.14 kN/m. La probeta se ensayará según ASTM D-429, método B.

## CAPÍTULO V IDENTIFICACIÓN

**Artículo 127. IDENTIFICACIÓN.** Los sistemas de apoyo deben tener en sus caras laterales, en forma clara, indeleble y en sobre relieve, los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante
- b) Fecha de fabricación
- c) Número del lote
- d) Número de secuencia del lote

## **TÍTULO VII JUNTAS DE DILATACIÓN**

### **CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN Y ALCANCES**

#### **Artículo 128. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES**

- a) Los trabajos descritos en esta Sección consisten en la provisión y colocación de juntas de expansión y contracción en puentes y estructuras afines.
- b) En el caso de las juntas para tableros de puentes, se incluyen soluciones con materiales elastoméricos y soluciones metálicas. Las soluciones metálicas consisten en la provisión y colocación de elementos, tanto para la protección de aristas de estructuras de hormigón, como para la conformación de juntas de dilatación de tableros de puente.
- c) Las juntas de expansión y contracción en estructuras afines, como son muros de contención de tierras, obras de arte, alcantarillas cajón, etc., se construirán en la ubicación y de acuerdo con los detalles especificados en el Proyecto y esta Sección, que incluye: especificaciones para juntas abiertas, juntas con rellenos preformados y juntas con cintas impermeables. Estas especificaciones complementan los diseños tipo establecidos en el MC-V4, cuando corresponda.

### **CAPÍTULO II JUNTAS ELASTOMÉRICAS PARA TABLEROS DE PUENTE**

**Artículo 129. JUNTAS ELASTOMÉRICAS PARA TABLEROS DE PUENTE.** Los materiales para las juntas de dilatación en tableros, y sus elementos de ensamble, cumplirán con las especificaciones siguientes:

- a) Juntas impermeables elastoméricas preformadas de múltiples almas, cuyo diseño debe cumplir con AASHTO M220 (ASTM D 2628).
- b) Adhesivo lubricante para uso con elastómeros preformados impermeables, de acuerdo con ASTM D 4070.
- c) Elementos de ensamblaje para juntas sellantes de tablero, de acuerdo con lo establecido por el fabricante de la junta.

- d)
- e) Elementos de acero de acuerdo con la Sección 23 “Metales Misceláneos”, de la Division II, de AASHTO Standard Specification For Highway Bridges, 17<sup>th</sup> Edition.

### **CAPÍTULO III JUNTAS METÁLICAS PARA TABLEROS DE PUENTE**

**Artículo 130. JUNTAS METÁLICAS PARA TABLEROS DE PUENTE.** Los perfiles metálicos serán del acero especificado en el Proyecto Ejecutivo, el cual deberá cumplir con los lineamientos mínimos establecidos en este Reglamento para las Estructuras de Acero y para el Acero para Armaduras.

### **CAPÍTULO IV FILLERS PREFORMADOS PARA JUNTAS DE ESTRUCTURAS**

**Artículo 131.** Especificación para Fillers Preformados para juntas de pavimento de hormigón o estructural, AASHTO M213 (ASTM 17519).

**Artículo 132.** Especificación para Fillers Preformados para juntas de expansión en hormigón, AASHTO M33 (ASTM D 994).

### **CAPÍTULO V OTROS MATERIALES PARA JUNTAS DE ESTRUCTURAS**

**Artículo 133. OTROS MATERIALES PARA JUNTAS DE ESTRUCTURAS.** El material a colocar en juntas sencillas de contracción consistirá en cartón-alquitranado u otro producto que sirva de material de relleno elástico de las juntas.

### **CAPÍTULO VI CINTAS IMPERMEABLES (TIPO *WATERSTOP*)**

**Artículo 134. CINTAS IMPERMEABLES (TIPO *WATERSTOP*).** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las cintas impermeables (tipo *waterstop*) deberán ser del tipo, calidad y forma establecidos en el Proyecto. Deberán ser densas, homogéneas y sin agujeros u otros defectos.
- b) Las cintas de goma estarán formadas por goma sintética a partir de material de neopreno, reforzada con carbón, óxido de zinc, agentes poliméricos y ablandadores. El compuesto deberá contener no menos de 70% en volumen de neopreno. La resistencia a la tracción no deberá ser menor a 20 MPa con una elongación en rotura de 600%. La dureza Shore estará entre 50 y 60. Después de siete días al aire a una temperatura de 70°C ó 4 días en oxígeno a la misma temperatura con una presión de 2 MPa, la resistencia a tracción no deberá ser menor que 65% del valor original.
- c) La cinta deberá formarse en un molde que garantice una sección uniforme con una variación admisible en las dimensiones no superior a 0.8 mm.

- d) Se podrán usar también cintas impermeables de otros materiales elásticos, debidamente aprobados por el Ingeniero, y que cumplan con lo estipulado en la Sección 8, artículo 8.9.2.6, de la Division II de AASHTO Standard Specification For Highway Bridges, 17<sup>th</sup> Edition.

## **CAPÍTULO VII JUNTAS IMPERMEABLES PARA TABLEROS DE PUENTE**

**Artículo 135. JUNTAS ELASTOMÉRICAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

a) GENERAL

1. Los trabajos consistirán en la provisión e instalación de sistemas de juntas estancas para tableros de puente, del tipo empleado para zonas con movimientos importantes entre los labios de la junta.
2. Las juntas elastoméricas serán aprobadas por el Ingeniero, quien se asesorará para tal efecto con la unidad especializada que corresponda de la Dirección de Vialidad.
3. Estarán constituidas por materiales elastoméricos preformados compresibles, instalados en un espacio especialmente preparado y con elementos de ensamblaje consistentes en elementos de metal y elastómero, anclados al tablero. Permitirán movimientos de expansión y contracción del tablero.
4. El tipo y rango de movimiento del tablero en cada una de las juntas se establecerá en el Proyecto y deberá ser ratificado por el Ingeniero. Todas las juntas deberán prevenir la intrusión de materiales indeseables y agua a través de la junta.

b) PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

1. Cuando en el Proyecto se establezcan sistemas de juntas que deban aceptar movimientos del tablero superiores a 5 cm, el Contratista deberá confeccionar planos de detalle constructivo del sistema propuesto. Estos serán desarrollados por el proveedor y presentados por el Contratista y deberán ser aprobados por el Ingeniero, antes de la ejecución de las obras. Esta aprobación no libera al Contratista de la responsabilidad que le cabe sobre las obras construidas.
2. Los planos detallarán el proceso de instalación y sistema de ensamblajes de la junta, de acuerdo con el sistema propuesto por el Contratista y su proveedor.

c) INSTALACIÓN

1. Todos los materiales de la junta y sus ensambles, cuando se almacenen en obra, deberán estar protegidos de manera que no sufran ningún tipo de daño; en especial, los ensambles, deberán mantener en todo momento sus formas y alineamientos. Las juntas de tableros deben ser construidas e instaladas de acuerdo a lo establecido en el Proyecto, garantizando un tránsito suave.
2. Después de instalarse y antes de la recepción final, las juntas deberán ensayarse en presencia del Ingeniero, a fin de garantizar que el agua no pasa a través de la junta. Cualquier defecto en este sentido motivará el rechazo de la junta.

## **CAPÍTULO VIII JUNTAS IMPERMEABLES DE COMPRESIÓN**

**Artículo 136. JUNTAS IMPERMEABLES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las juntas en la zona de la calzada del puente que llevan sellante a compresión, deben construirse con un ancho más estrecho que el requerido por el material preformado. Estas juntas en cunetas y pasillos pueden construirse con su ancho total. Antes de su instalación en zonas cuyo ancho es más estrecho que el necesario, un zurco del ancho y profundidad apropiados para recibir el material preformado, deberá cortarse con sierra a lo largo y en el tope de la junta
- b) Ambos lados del zurco deben cortarse simultáneamente a la profundidad requerida y en la alineación correcta, de acuerdo con el Proyecto y los planos constructivos. El alineamiento de la sierra debe controlarse en todo momento mediante una guía rígida. El ancho del zurco dependerá de la temperatura y edad del hormigón y deberá estar aprobado por el Ingeniero. Después de efectuado el corte con sierra, deberá repararse los daños producidos en el hormigón, previo a la colocación del sellante lubricante. No se requiere el corte con sierra cuando se usan perfiles metálicos de armado.
- c) En el momento de la instalación, la junta deberá estar limpia y seca y libre de todo material extraño e irregularidades, las cuales no permitirán lograr una junta estanca apropiada. Las superficies del hormigón o metal deben estar limpias, libres de cualquier material extraño y suciedad. Las juntas preformadas elastoméricas se instalarán sin dañar el sello, utilizando herramientas adecuadas o procedimientos manuales. El adhesivo lubricante será aplicado en ambas caras de la junta antes de la instalación y de acuerdo con las instrucciones del proveedor.
- d) La junta preformada elastomérica estanca deberá comprimirse al espesor especificado en el Proyecto o planos constructivos, para cumplir con el rango de abertura a la temperatura ambiente del momento de la instalación. No se permitirán aberturas entre el sellante y el tablero ni pérdidas de sellante, una vez instalada la junta.

## **CAPÍTULO IX JUNTAS DE POLICLOROPRENO**

**Artículo 137. JUNTAS DE POLICLOROPRENO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las juntas de policloropreno son un tipo de juntas sellantes de compresión.
- b) La colocación de la junta de policloropreno se hará ciñéndose estrictamente a lo establecido en el Proyecto y las indicaciones del fabricante, ya sea mediante manuales de instalación o visitas a la obra que se realiza.
- c) El tipo de perfil a utilizar, de policloropreno o similar, será el correspondiente para el ancho de junta especificado, trabajado con adhesivo epóxico del mismo fabricante. La válvula para el inflado, tapones y adhesivo perfil a perfil debe ser suministrado por el mismo fabricante de la junta de dilatación.

- d) Las aristas donde se produce la discontinuidad del tablero o junta, serán reemplazadas por labios poliméricos de tamaño estándar 20 x 30 mm, compuestos por un hormigón polimérico tipo ARE 41C o similar. En los bordes se colocará una resina tipo ARE 41A con acelerador ARE 41B o similar y partículas de cuarzo seleccionado de diferente granulometría.
- e) El hormigón polimérico debe cumplir con las siguientes características:

**TABLA 11  
HORMIGÓN POLIMÉRICO**

ENSAYO	EXIGENCIA	METODO
Flexión (módulo de ruptura):	20.0 MPa.	ASTM D-638
Compresión (carga de ruptura):	66.3 MPa.	ASTM D-695
Absorción de agua:	0.5 %.	ASTM D-570

- a) Alternativamente se podrá presentar otra solución de características técnicas iguales o superiores a lo indicado.
- b) El Contratista debe entregar al Ingeniero los certificados de calidad necesarios.
- c) El Ingeniero, deberá recibir los zurdos construidos para la colocación de las juntas y dar su aprobación previa a su construcción.

## **CAPÍTULO X JUNTAS IMPERMEABLES ENSAMBLADAS**

**Artículo 138. JUNTAS IMPERMEABLES ENSAMBLADAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las juntas sellantes ensambladas serán construidas para proveer absoluta libertad de movimiento en un rango consistente con lo establecido en el Proyecto y en los planos de detalle constructivo. La instalación se hará con acuerdo a las recomendaciones del proveedor.
- b) El ajuste final de la junta sellante ensamblada en su conexión con el tablero, en el momento de anclar los ensambles, depende de la relación entre la temperatura del momento en el tablero y la temperatura esperada según Proyecto, y debe ser propuesta por el proveedor y aprobada por el Ingeniero.

## **CAPÍTULO XI JUNTAS METÁLICAS**

**Artículo 139. JUNTAS METÁLICAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Corresponden a juntas de dilatación en puentes o estructuras similares, mediante la colocación de perfiles de acero estructural, anclados al hormigón armado del tablero e infraestructura, mediante perfiles metálicos y/o acero de armar soldable, según los requerimientos del proyecto.

- b) Para pequeños rangos de expansión en puentes rectos y esviados, podrán contemplarse soluciones con cantonera metálica con tapa, que deberán realizarse de acuerdo con las dimensiones, tipo de perfiles y procedimientos establecidos en el Proyecto Ejecutivo.
- c) La solución de junta metálica dentada permite absorber mayores rangos de deformación en puentes rectos. Los rangos de expansión permitidos, tipo de perfiles y procedimientos de construcción se establecen en el Proyecto Ejecutivo.
- d) Las soluciones propuestas se utilizan también para proteger esquinas de estructuras de hormigón y hormigón armado, que sufren de permanentes impactos durante su vida útil.
- e) Durante el almacenamiento de los perfiles y construcción de las juntas, se tomarán todas las medidas necesarias para evitar el daño de los elementos o su deformación, que impidan su colocación posterior con acuerdo estricto a lo establecido en el Proyecto, garantizando una condición de servicio adecuada a los requerimientos.
- f) La colocación de las cantoneras deberá ser cuidadosa, tanto en cuanto a niveles como en su perfecto afianzamiento para evitar desplazamientos durante el hormigonado, proceso que deberá garantizar una perfecta penetración del hormigón en los intersticios de la estructura.
- g) El Ingeniero, recibirá la colocación de las cantoneras y la soldadura de sus anclajes, dando su aprobación previo al proceso de hormigonado.

## **CAPÍTULO XII JUNTAS DE DILATACIÓN EN ESTRUCTURAS**

**Artículo 140. JUNTAS ABIERTAS.** Las juntas abiertas se construirán por medio de la intrusión y posterior retiro de un trozo de madera, platina metálica u otro material aprobado. La inserción y remoción del elemento se efectuará sin dañar las esquinas del hormigón. Cuando la junta no incluye una protección con un perfil metálico, las juntas abiertas deberán terminarse con una herramienta adecuada para el proceso. Una vez terminado el proceso, deberá removerse todo material excedente.

**Artículo 141. JUNTAS IMPERMEABLES.** Cuando el Proyecto especifica juntas estancas, se utilizarán fillers preformados, a menos que el Proyecto expresamente especifique otra cosa. El filler de cada junta debe consistir de poco material, lo menos que sea posible. El filler debe protegerse de la intrusión de mortero, y debe anclarse a un lado de la junta mediante un adhesivo que no se vea afectado por el agua u otro método que garantice que el filler se mantendrá en la junta, y que no interfiera con el trabajo a compresión del material.

**Artículo 142. CINTAS IMPERMEABLES (TIPO WATERSTOP).** Se colocarán cintas estancas de metal, goma, plástico u otro material según se establezca en el Proyecto. Cuando la junta está afecta a movimientos, se empleará un tipo de cinta que permita estos movimientos sin dañarse. Todas las superficies de la cinta deberán mantenerse libres de aceite, grasa, mortero o cualquier otro material extraño, mientras la cinta está siendo embebida en el hormigón, debiendo garantizar que ésta quede embebida en hormigón denso de acuerdo con especificaciones y recomendaciones del fabricante.

## **TÍTULO VIII LOSAS DE ACCESO**

## **CAPÍTULO I DESCRIPCION Y ALCANCES**

**Artículo 143. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES.** Esta Sección se refiere al suministro de todos los materiales y la ejecución de todas las tareas de construcción de las losas de aproximación de hormigón armado en los accesos a puentes, de acuerdo con lo señalado en el Proyecto.

## **CAPÍTULO II MATERIALES**

**Artículo 144. MATERIALES.** Los materiales a emplear deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- a) El hormigón de las losas de aproximación será hara conforme a lo especificado en Capítulo III - Hormigón Estructural
- b) Se utilizará acero de acuerdo con la calidad, diámetros y dimensiones indicados en el Proyecto y de acuerdo a lo indicado en el TÍTULO IV - ACERO PARA ARMADURAS
- c) En caso de requerirse fieltro bituminoso, polietileno expandido u otros materiales, ellos se ajustarán a lo que indique el Proyecto.

## **CAPÍTULO III PROCEDIMIENTO DE TRABAJO**

**Artículo 145. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) La construcción de las losas de acceso, se iniciarán una vez terminados y aprobados los trabajos de relleno y compactación del trasdós de los estribos. Las dimensiones, pendientes y características de las losas, serán las indicadas en el Proyecto.
- b) Los procedimientos de ejecución y curado de las losas se ajustarán a lo estipulado en TÍTULO III HORMIGÓN ESTRUCTURAL y TÍTULO IV ACERO PARA ARMADURAS y del presente Reglamento.
- c) No se permitirá el tránsito de vehículos o la ejecución de obras sobre la losa recién construida, durante un período de 72 horas como mínimo.

## **TÍTULO IX VIGAS**

### **CAPÍTULO I DESCRIPCION Y ALCANCES**

**Artículo 146. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES**

- a) Los trabajos descritos en esta Sección consistirán en el suministro de todos los materiales y en la ejecución de todas las tareas de fabricación y/o construcción, transporte, lanzamiento y colocación de los tres tipos de vigas siguientes:
  - 1. Vigas de Hormigón Armado confeccionadas in-situ a pie de obra o en instalaciones cercanas, o en fábrica, indistintamente;
  - 2. Vigas Postensadas normalmente construidas in-situ a pie de obra o en instalaciones cercanas; y,
  - 3. Vigas Pretensadas, normalmente obra de fábrica.
- b) Todas cumplirán con lo establecido en los planos del Proyecto y en el presente Reglamento
- c) Tanto en el caso de las vigas postensadas como pretensadas, el Contratista deberá entregar un proyecto de ejecución acabado de la viga con sus especificaciones, las que establezcan las singularidades del procedimiento constructivo a seguir, así como el sistema de tensado de cables a utilizar, detallando los elementos complementarios propios del sistema de tensado a aplicar. El proyecto de ejecución deberá ser aprobado por el Ingeniero.
- d) Las vigas deberán ser confeccionadas en estricta conformidad con las formas, dimensiones, geometría, tipo y calidad de los materiales, indicados en el Proyecto. El trabajo incluirá el suministro e instalación de cualquier accesorio necesario para el sistema tensado de cables a utilizar, según el caso. Además, se deberán incluir todos los elementos necesarios para efectuar en destensado de las vigas.

## CAPÍTULO II MATERIALES

**Artículo 147. HORMIGÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El hormigón de las vigas deberá ser del grado indicado en el Proyecto o en el proyecto de ejecución complementario. El grado granulométrico del agregado grueso, se determinará por el tamaño máximo nominal que tolere la estructura.
- b) Los materiales se regirán por todo lo dispuesto en el Capítulo II del TÍTULO III- Hormigón Estructural

**Artículo 148. ENCOFRADOS Y MOLDES.** El moldaje deberá asegurar la perfecta geometría del elemento hormigonado. Al diseñar los fondos del moldaje, deberá considerarse la contraflecha especificada para las vigas de hormigón armado, pretensado o postensado y, particularmente, la deformación que las vigas postensadas desarrollarán en transferencia, previniendo posibles desgarramientos en las zonas de apoyo. Los materiales, confección, colocación y desmolde se regirán por todo lo indicado en el Artículo 57 del presente.

**Artículo 149. ACERO PARA ARMADURAS.** El acero para las armaduras de las vigas de hormigón armado y el acero pasivo de las vigas pretensadas, deberá ajustarse a la calidad, dimensiones, forma y ubicación, señalados en el Proyecto. El suministro, dobladura y colocación deberá ceñirse a todo lo especificado en el TÍTULO IV - ACERO PARA ARMADURAS

**Artículo 150. ACEROS DE ALTA RESISTENCIA.** El acero de pretensado, tanto para vigas pretensadas como postensadas, estará conformado por cables de alta resistencia o bien, para algunos elementos postensados, por barras de alta resistencia. Todos cumplirán con el grado, geometría y características específicas establecidas en el Proyecto, y las especificaciones del TÍTULO IV - ACERO PARA ARMADURAS

**Artículo 151. ANCLAJES DE ARMADURAS EN VIGAS POSTENSADAS.** Los anclajes que se utilicen para efectuar la transferencia de las fuerzas de tracción del acero alta resistencia a los elementos de hormigón en vigas postensadas, deberán cumplir con todo lo establecido en el Proyecto y en las ETP.

**Artículo 152. DUCTOS PARA CABLES.** Los ductos que se utilicen para colocar el acero alta resistencia de vigas postensadas, deberán cumplir con todo lo establecido en el Proyecto y las ETP.

**Artículo 153. LECHADA DE INYECCIÓN.** La lechada para rellenar las vainas o ductos de los elementos postensados, será fabricada en base a cemento Portland, agua y a un aditivo expansor y fluidificante adecuados. La resistencia de la lechada de inyección será la que se establece en el Proyecto, así como el sistema de control a utilizar.

### **CAPÍTULO III VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO**

**Artículo 154. GENERALIDADES.** La confección de una viga de hormigón armado debe cumplir los procedimientos básicos establecidos para la fabricación en planta o en obra de una estructura cualquiera de hormigón armado, que necesita moldaje, acero para armaduras y hormigón. El lanzamiento y colocación de la viga en su posición final sobre el puente o estructura, dependerá de su tamaño y del lugar de fabricación, por lo que se especifica en forma especial.

**Artículo 155. CONFECCIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las vigas de hormigón armado deberán confeccionarse en estricta conformidad con las formas, dimensiones, geometría, grados y calidad de los materiales indicados en los planos del Proyecto.
- b) El hormigón no deberá ser vaciado en los moldes hasta que el Ingeniero no haya aprobado las cimbras, andamios, la colocación del acero para las armaduras, anclajes, vainas y acero de pretensado, según el caso. El hormigón deberá vibrarse con cuidado y de modo tal de evitar el desplazamiento de las armaduras pasivas, vainas y cables de pretensado, según el caso, ya colocados.
- c) El uso de aditivos deberá ser autorizado por el Ingeniero
- d) Se deberán considerar las playas de fabricación, cimbras y todos los elementos necesarios para el lanzamiento y colocación de la viga sobre el puente, que sean necesarios para fabricar las vigas bien a pie de obra o en sectores aledaños, pudiéndose también fabricar en planta y luego trasladarse y lanzarse sobre el puente.

**Artículo 156. LUGAR DE FABRICACIÓN**

- a) El lugar escogido para la fabricación de la viga puede ser un emplazamiento próximo a la obra, sobre el puente mismo, o bien, una planta de prefabricado de reconocido prestigio, seleccionado por el Contratista y sujeto a la aprobación del Ingeniero.

- b) En el caso de fabricar las vigas a pie de obra, una vez concluido los trabajos de fabricación, se retirarán del lugar los equipos, materiales, desechos y se restaurará el lugar a una condición similar a la que se encontraba antes de las obras, quedando sujeta a la aprobación del Ingeniero.

**Artículo 157. PERSONAL.** El personal a cargo de la fabricación de la viga deberá ser calificado y contar con la autorización del Ingeniero, quien tendrá el derecho de objetar y ordenar el reemplazo del personal que muestre incompetencia en la realización de los trabajos.

**Artículo 158. TRANSPORTE**

- a) Los métodos, procedimientos y equipos de transporte para trasladar las vigas hasta su lugar de lanzamiento y colocación, deberán ser los adecuados para este tipo de tarea. El sistema que se use no deberá introducir en las vigas, tensiones no consideradas en su cálculo.
- b) En el caso que el Contratista proponga construir las vigas en una fábrica fuera de la obra, en forma previa deberá obtener la aprobación del Ingeniero para el sistema de transporte a utilizar. Las vigas deberán ser recibidas conforme en obra por el Ingeniero.

**Artículo 159. LANZAMIENTO Y COLOCACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las vigas deberán ser colocadas en su posición definitiva, sobre el sistema de apoyo especificado en el Proyecto, en estricta conformidad con las cotas y alineamiento indicados en los planos.
- b) Los equipos y procedimientos a usar deberán asegurar, tanto su exacta colocación como el evitar cualquier daño o tensión indeseable en las vigas.
- c) El Contratista deberá contar en obra con los elementos necesarios para realizar los movimientos internos y el lanzamiento de las vigas en forma segura y expedita, tanto para la viga como para el personal a cargo de las tareas de lanzamiento. Para estos efectos, deberá presentar al Ingeniero, para su aprobación, un programa con los métodos, procedimientos y equipos que usará en estas operaciones.
- d) El Ingeniero se reserva el derecho de objetar y solicitar el reemplazo del personal que demuestre incompetencia en el desarrollo de los trabajos, en especial el personal responsable del manejo de los equipos.

**Artículo 160. CONTROLES.** Los controles a realizar a las vigas son los establecidos en el TÍTULO III - LA CAPÍTULO 8- Encofrados en el TÍTULO IV ACERO PARA ARMADURAS y CAPÍTULO 11 ACABADOS DEL TÍTULO III en lo relativo al nivel de terminación superficial del hormigón, resistencia del hormigón y calidad del acero, especificados para la viga.

**Artículo 161. EQUIPOS.** El Contratista deberá disponer de todos los equipos necesarios para la confección, transporte y colocación de las vigas, los que deberán ser aprobados por el Ingeniero

## CAPÍTULO IV VIGAS POSTENSADAS

**Artículo 162. GENERALIDADES.** La confección de una viga de hormigón postensado debe cumplir los procedimientos básicos establecidos para la fabricación en planta o en obra de una estructura de hormigón sujeta a preesfuerzo, que necesita moldaje, acero para armaduras y de alta resistencia, hormigón, etc. El lanzamiento y colocación de la viga en su posición final sobre el puente, dependerá de su tamaño y del lugar de fabricación, por lo que se especifica en forma especial.

**Artículo 163. CONFECCIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las vigas postensadas deberán ser confeccionadas en estricta conformidad con las formas, dimensiones, geometría y calidad de los materiales indicados en los planos de ejecución propuestos por el Contratista y sus especificaciones, los que se basarán en los planos del Proyecto y en el presente Reglamento
- b) Se deberá considerar las playas de fabricación y todos los elementos que sean necesarios para fabricar vigas postensadas, ya sea en su posición definitiva sobre los ejes de apoyo, al pie de obra en cada puente o en fábricas.

**Artículo 164. LUGAR DE FABRICACIÓN.** Se seguirán los lineamientos enunciados a continuación:

- a) El lugar escogido para la fabricación de la viga puede ser un emplazamiento próximo a la obra, sobre el puente mismo, o bien una planta de prefabricado de reconocido prestigio, seleccionado por el Contratista y sujeto a la aprobación del Ingeniero.
- b) En el caso de fabricar las vigas a pie de obra, una vez concluido los trabajos de fabricación, se retirarán del lugar los equipos, materiales, desechos y se restaurará el lugar a una condición similar a la que se encontraba antes de la obra, quedando sujeta a la aprobación del Ingeniero.

**Artículo 165. PERSONAL.** El personal deberá cumplir con lo siguiente:

- a) El personal a cargo de la fabricación de la viga deberá ser calificado y contar con la autorización del Ingeniero.
- b) Además del personal calificado para todas las operaciones necesarias, el Contratista deberá considerar la presencia en obra de un especialista en el sistema de postensado que se usará, quién dará al Ingeniero el apoyo que éste estime necesario.
- c) El Ingeniero se reserva el derecho a objetar y ordenar el reemplazo del personal que demuestre incompetencia en el desarrollo de los trabajos, en especial el personal responsable del manejo de los equipos.

**Artículo 166. TRANSPORTE**

- a) Los métodos, procedimientos y equipos de transporte para trasladar las vigas hasta su lugar de lanzamiento y colocación, deberán ser los adecuados para este tipo de tarea. El sistema que se use no deberá introducir en las vigas, tensiones no consideradas en su cálculo.

- b) En el caso que el Contratista proponga construir las vigas en una fábrica fuera de la obra, en forma previa, deberá obtener la aprobación del Ingeniero para el sistema de transporte a utilizar. Las vigas deberán ser recibidas conforme en obra por el Ingeniero

**Artículo 167. LANZAMIENTO Y COLOCACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las vigas deberán ser colocadas en su posición definitiva, sobre el sistema de apoyo especificado en el Proyecto, en estricta conformidad con las cotas y alineamiento indicados en los planos del Proyecto.
- b) Los equipos y procedimientos a usar deberán asegurar, tanto su exacta colocación, como el evitar cualquier daño o tensión indeseable en las vigas.
- c) El Contratista deberá contar en obra con los elementos necesarios para realizar los movimientos internos y el lanzamiento de las vigas en forma segura y expedita, tanto para la viga como para el personal a cargo de las tareas de lanzamiento. Para estos efectos, deberá presentar al Ingeniero, para su aprobación, un programa con los métodos, procedimientos y equipos que usará en estas operaciones.
- d) El Ingeniero se reserva el derecho de objetar y solicitar el reemplazo del personal que demuestre incompetencia en el desarrollo de los trabajos, en especial, el personal responsable del manejo de los equipos.

**Artículo 168. SISTEMAS DE TENSADO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El Contratista, previo al inicio de los trabajos de fabricación de la viga postensada, deberá entregar el proyecto constructivo, memoria de cálculo y especificaciones especiales, para ser aprobadas por el Ingeniero quién, para estos efectos, se asesorará por especialistas en el tema. Además, deberá presentar la metodología del proceso constructivo de las vigas. Una vez aprobado el procedimiento, se efectuarán los trabajos necesarios para efectuar el postensado.
- b) En los casos que se especifique tensado por etapas, el Contratista deberá ceñirse estrictamente a las instrucciones indicadas en el Proyecto, de modo de no exceder las tensiones admisibles para cada estado de carga.
- c) Se tomarán precauciones para impedir el torcimiento o cruce de los ramales tanto en el montaje como en la instalación. Todos los extremos salientes de los cables se apoyarán en forma segura.
- d) Debido al peligro de dañar el cable, el ducto que lo tiene sólo deberá ser cortado mediante cizallas para planchas de acero. El uso de sierra o limas para metales, o cualquier otro método similar está prohibido.
- e) Después del tensado final, los extremos del cable deben ser recortados al menos 30 mm desde el anclaje, usando un cortador de discos de alta velocidad. Después de cortar los extremos del cable, se deberán efectuar los siguientes trabajos en los anclajes:
  - 1. Eliminar todo hormigón, mortero y cemento suelto.
  - 2. Pulir con arena el revestimiento de cemento en todas las caras del rebaje del anclaje.

3. Pulir las partes de acero/hierro del anclaje.
4. Colocar una cubierta de acero sobre la cabeza del anclaje, rellenando el espacio entre la cubierta y la cabeza del anclaje con un inhibidor de la corrosión.
5. Llenar el rebaje del anclaje con hormigón de construcción.

**Artículo 169. INYECCIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El agua no deberá tener un contenido mayor de 300 miligramos de cloro por litro de agua. El pH deberá cumplir un rango de 6 a 8.
- b) Se recomienda una relación agua/cemento de 0.35 mínima. Sin embargo, deberá asegurarse una fluidez de 10 a 15 s medido en obra, según el ensaye del cono descrito en CAPÍTULO 7 DEL TÍTULO III del presente Reglamento.
- c) No se utilizará cemento siderúrgico para inyecciones.
- d) La mezcla se hará por lo menos durante 4 minutos. Se deberá mezclar en forma continua evitando toda formación de grumos y toda decantación. La temperatura de la mezcla no deberá ser en ningún caso superior a 35°C al inyectar. No se inyectará cuando la temperatura esté bajo los 5 °C o con peligro de heladas a la noche siguiente a la inyección.
- e) La secuencia de la mezcla de los materiales será: agua - cemento - agregados.
- f) El amasado se debe realizar en un aparato mezclador capaz de preparar un producto de consistencia uniforme y a ser posible de carácter coloidal. Después del amasado el producto debe mantenerse en movimiento continuo hasta el momento de la inyección.
- g) Las tareas de inyección deberán realizarse asegurando una presión de 0.5 MPa, y siguiendo un procedimiento que permita un desarrollo continuo de la obra.
- h) Antes de inyectar se recomienda lavar los ductos hasta su total limpieza, a fin de evitar el secamiento de la mezcla al avanzar ésta y controlar la no-obstrucción del ducto.
- i) En caso de atascamiento de la inyección, se lavará en sentido contrario a la inyección, inyectando agua a alta presión hasta lavar totalmente el ducto en sentido contrario. Luego se lavará nuevamente en sentido de la inyección y se repetirá la operación de inyección.
- j) Para evitar grumos, se recomienda pasar el mortero por un tamiz al momento de efectuar la inyección. Este tamiz eliminará al mismo tiempo las posibles impurezas. La abertura de la malla será de 2 mm.
- k) En todo caso, el Contratista deberá someter a juicio del Ingeniero, el procedimiento y equipo que empleará para ejecutar las tareas correspondientes. Deberá además, presentar un certificado de laboratorio que garantice, para la dosificación especificada, las propiedades de fluidez y resistencia exigidas.
- l) El intervalo permisible entre la instalación del acero de alta resistencia y la inyección de la lechada de cemento, sin el uso de un inhibidor de corrosión, para las varias condiciones climáticas a que está expuesta la estructura estará dada por:
  1. Atmósfera muy húmeda (humedad mayor al 70%), no deben pasar más de 7 días.

2. Atmósfera moderada (humedad entre un 40% y 70%), no deben pasar más de 15 días.
3. Atmósfera muy seca (humedad menor a 40%), no deben pasar más de 20 días.

**Artículo 170. TENSADO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) La resistencia  $f$ , necesaria para ejecutar la transferencia, no deberá ser menor a la especificada en los planos del Proyecto, y será controlada de acuerdo a lo que se indica a continuación:
- b) Se procederá a tomar 5 muestras, de 6 probetas cada una, de la primera viga que se hormigone en el puente o estructuras similares.
- c) Se ensayarán 5 probetas, 1 por muestra, de modo de obtener en todas ellas una resistencia igual o superior a la de transferencia
- d) Si no se obtiene la resistencia mínima exigida para la transferencia, se deberá esperar, a lo menos, 24 horas y volver a ensayar otra serie de 5 probetas. El procedimiento se repetirá hasta determinar la edad requerida para la puesta en tensión pero reservando, a lo menos, 3 probetas de cada muestra para el ensaye a los 28 días.
- e) Para el resto de las vigas y dependiendo de los resultados obtenidos, el Ingeniero podrá disminuir el número de probetas de cada muestra, reservando a lo menos 3 para el ensaye a los 28 días.

**Artículo 171. EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN.** Los controles a realizar a las vigas son los establecidos en el TÍTULO III - LA CAPÍTULO 8- ENCOFRADOS en el TÍTULO IV ACERO PARA ARMADURAS y CAPÍTULO 11 ACABADOS DEL TÍTULO III en lo relativo al nivel de terminación superficial del hormigón, resistencia del hormigón y calidad del acero, especificados para la viga.

**Artículo 172. REGISTRO DE POSTENSADO.** El Contratista deberá entregar el correspondiente certificado del tensado de cada viga, como así el certificado de inyección de la lechada en el cual se incluirán:

- a) Características de la lechada
- b) Temperatura ambiente al momento de la inyección
- c) Tipo de cemento utilizado
- d) Aditivo empleado
- e) Dosificación
- f) Relación agua/cemento
- g) Tipo de mezclador
- h) Duración del mezclado
- i) Resultado de las probetas de ensaye

**Artículo 173. EQUIPOS.** El Contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la confección, tensado, inyección, transporte y colocación de las vigas, los que deberán ser aprobados por el Ingeniero.

**a) EQUIPO DE TENSADO.** El equipo de tensado deberá cumplir las siguientes condiciones generales, independientemente del sistema de postensado empleado:

1. Los gatos de puesta en tensión deberán contar con dispositivos que permitan medir tanto esfuerzos como deformaciones. Dichos dispositivos deberán ser calibrados periódicamente (una vez al año mínimo o en cada obra), mediante un elemento patrón. Además, el equipo disponible deberá estar en condiciones de medir cada vez que el Ingeniero lo requiera.
2. El Contratista deberá mantener en tarea dispositivos de calibración, tales como: dinamómetros de precisión, deformímetros de anillo u otros elementos que permitan el adecuado control de las cargas y deformaciones.
3. El equipo de tensado a emplear deberá asegurar tareas continuas de puesta en tensión y, en todo caso, permitir dar tensión desde ambos extremos simultáneamente.
4. Los equipos de tensado deberán ser mantenidos y utilizados por personal calificado que deberá ser aceptado específicamente por el Ingeniero.
5. Cualquier equipo considerado como defectuoso por el Ingeniero deberá ser reemplazado.
6. El Ingeniero se reserva el derecho de objetar y solicitar el reemplazo del personal incompetente, responsable del manejo de los equipos.

**b) EQUIPO DE INYECCIÓN**

1. La bomba de inyección deberá disponer de un mezclador adecuado.
2. La bomba de inyección deberá asegurar una presión de, por lo menos, 10 kg/cm<sup>2</sup>, debiendo tener un manómetro con una escala no mayor a 30 kg/cm<sup>2</sup>. El equipo deberá contar con un estanque de almacenamiento de lechada de forma tal, que asegure que en ningún momento durante el bombeo pueda incorporarse aire a la mezcla de inyección.
3. La lechada mezclada descargará por gravedad al estanque de almacenamiento.
4. Bajo condiciones normales en vigas de 35 metros el equipo de inyección deberá ser capaz de inyectar, en forma continua, el ducto mayor en un plazo no superior a 20 minutos. Para vigas de mayor longitud, el Contratista deberá solicitar previamente la aprobación del Ingeniero, quién se asesorará para estos efectos con la unidad especializada que corresponda de la Dirección de Vialidad.

**c) CONO**

1. Para medir la fluidez de la lechada de inyección, se empleará la Norma AASHTO

2. Para asegurar que la lechada de cemento mantenga las mismas propiedades físicas y químicas y presente un comportamiento homogéneo dentro de todo el trazado de la vaina, se debe medir la fluidez tanto a la entrada como a la salida de ésta para asegurar que la diferencia de fluideces sea menor o igual a 4 segundos.

## **CAPÍTULO V VIGAS PRETENSADAS**

**Artículo 174. GENERALIDADES.** Las vigas pretensadas deberán ser confeccionadas en estricta conformidad con las formas, dimensiones, geometría y calidad de los materiales indicados en los planos del Proyecto y las presentes especificaciones, o bien, de acuerdo con los planos y especificaciones presentadas por el Contratista, en un proyecto de ejecución previamente aprobado por el Ingeniero.

**Artículo 175. CONFECCIÓN.** Este tipo de vigas serán de fábrica, elaboradas con toda la técnica de una planta de prefabricación que cuente con un banco adecuado para el tensado de cables para la producción en serie de vigas. La fábrica debe contar con la experiencia y prestigio adecuados para producir vigas de puente. Sin embargo, en la eventualidad de que se monte un banco de pretensado en obra, éste deberá contar con un Proyecto previo debidamente aprobado por el Ingeniero, quién se asesorará para su revisión, de especialistas, y que incluirá no sólo la estructura para el tensado de los cables acorde con la longitud de las vigas a producir, sino un equipamiento coherente y una planta de producción de hormigón adecuado a los volúmenes a producir, el Contratista elaborará el diseño correspondiente el que será revisado exhaustivamente por el Ingeniero.

**Artículo 176. LUGAR DE FABRICACIÓN.** Las vigas pretensadas deberán provenir de plantas autorizadas de reconocido prestigio aprobadas por el Ingeniero. Excepcionalmente, se podrán construir en planta instalada en obra, cuando el número de vigas lo amerite, planta que deberá ser también previamente aprobada por el Ingeniero.

### **Artículo 177. PERSONAL**

- a) El personal a cargo de la fabricación de la viga en estos casos, es personal especializado y con trayectoria en fábrica, que podrá ser controlado en su experiencia por el Ingeniero.
- b) Además del personal calificado para todas las operaciones necesarias, el Contratista deberá considerar la presencia en obra de un especialista, quién coordinará las actividades durante las tareas de lanzamiento y colocación de las vigas en su sitio final sobre el puente.
- c) Los equipos de pretensado deberán ser mantenidos y utilizados por personal calificado, que deberá ser aceptado específicamente por el Ingeniero.
- d) Además del personal calificado para todas las operaciones necesarias, en la eventualidad de que se monte un banco de pretensado en obra, el Contratista deberá considerar la presencia en el sitio de un especialista en el sistema de pretensado que se usará, quien dará al Ingeniero el apoyo necesario para la revisión y aprobación previa de las obras. Si el proceso se realiza en fábrica, será el especialista del fabricante quién realice esta asesoría.
- e) El Ingeniero se reserva el derecho de objetar y solicitar el reemplazo del personal que demuestre incompetencia en el desarrollo de los trabajos, en especial el personal responsable del manejo de los equipos.

### **Artículo 178. TRANSPORTE**

- a) Los métodos, procedimientos y equipos de transporte para trasladar las vigas hasta su lugar de lanzamiento y colocación deberán ser los adecuados para este tipo de tareas. El sistema que se use no deberá introducir en las vigas tensiones no consideradas en su cálculo.
- b) Para las vigas de fábrica, el Contratista en forma previa deberá obtener la aprobación del Ingeniero para el sistema de transporte a utilizar. Las vigas deberán ser recibidas conforme en obra por el Ingeniero.

**Artículo 179. LANZAMIENTO Y COLOCACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las vigas deberán ser colocadas en su posición definitiva, sobre el sistema de apoyo especificado en el Proyecto, en estricta conformidad con las cotas y alineamiento indicados en los planos del Proyecto.
- b) Los equipos y procedimientos a usar deberán asegurar, su correcta colocación y evitar cualquier daño o tensión indeseable en las vigas.
- c) El Contratista deberá contar en obra con los elementos necesarios para realizar los movimientos internos y el lanzamiento de las vigas en forma segura y expedita, tanto para la viga como para el personal a cargo de las tareas de lanzamiento. Para estos efectos, deberá presentar al Ingeniero, para su aprobación, un programa con los métodos, procedimientos y equipos que usará en estas operaciones.
- d) El Ingeniero se reserva el derecho de objetar y solicitar el reemplazo del personal que demuestre incompetencia en el desarrollo de los trabajos, en especial el personal responsable del manejo de los equipos.
- e) El Contratista llevará un registro del proceso de lanzamiento y colocación de las vigas, en donde se anotará los equipos utilizados, el personal empleado y todas las eventualidades producidas en el proceso.

**Artículo 180. SISTEMA DE TENSADO**

- a) El Contratista, previo al inicio de los trabajos de fabricación de vigas pretensadas deberá entregar el proyecto constructivo, memoria de cálculo y especificaciones especiales para ser aprobadas por el Ingeniero con la asesoría de un especialista. Además, deberá presentar la metodología del proceso constructivo de las vigas. Una vez aprobado el procedimiento, se efectuarán los trabajos necesarios para la fabricación de la viga.
- b) El Contratista deberá incluir en la presentación al Ingeniero los cálculos de la elongación del cable, para el procedimiento de tensado de acuerdo con el gato a utilizar, al que se agregarán cualquier otro cálculo relevante para el método de tensado que se emplee. En el caso en que el acero de pretensado esté a la intemperie más de 36 horas antes de proceder al hormigonado, el fabricante deberá tomar las medidas necesarias, aprobadas por el Ingeniero, para proteger al acero de la corrosión o contaminación.
- c) Los elementos de pretensado serán colocados en el banco de un modo preciso de acuerdo con lo establecido en el Proyecto, realizando el tensado por medio de gatos. Se llevará un registro de los esfuerzos y de los alargamientos. Podrán colocarse varias vigas en una línea continua y tensada a la vez, de acuerdo a la capacidad del banco. Se dejará espacio suficiente entre los extremos de las vigas para permitir la realización de los trabajos de corte de los cables, luego que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria. No

deberá transferirse la tensión de adherencia al hormigón y no deberán soltarse los extremos de los elementos de anclaje, hasta que el hormigón haya alcanzado una resistencia a la compresión de por lo menos 30 MPa , salvo que el Proyecto especifique otro valor. Los elementos se cortarán o soltarán en un orden tal que la excentricidad lateral del pretensado esté controlada en un valor mínimo.

**Artículo 181. TENSADO.** La resistencia necesaria para ejecutar la transferencia, no deberá ser menor a la especificada en los planos del Proyecto, y será controlada de acuerdo a lo que se indica a continuación:

- a) Se procederá a tomar 5 muestras, de 6 probetas cada una, de la primera viga a hormigonar en el puente.
- b) Se ensayarán 5 probetas, 1 por muestra, de modo de obtener en todas ellas una resistencia igual o superior a la de transferencia.
- c) Si no se obtiene la resistencia mínima exigida para la transferencia, se deberá esperar, a lo menos, 24 horas y volver a ensayar otra serie de 5 probetas. El procedimiento se repetirá hasta determinar la edad requerida para efectuar el destensado, reservando a lo menos, 3 probetas de cada muestra para el ensaye a los 28 días.
- d) Para el resto de las vigas y dependiendo de los resultados obtenidos, el Ingeniero, podrá disminuir el número de probetas de cada muestra, reservando a lo menos 3 para el ensaye a los 28 días.

**Artículo 182. EVALUACIÓN Y CONTROL.** Los controles a realizar a las vigas son los establecidos en el TÍTULO III - LA CAPÍTULO 8- ENCOFRADOS, en el TÍTULO IV ACERO PARA ARMADURAS y CAPÍTULO 11 ACABADOS DEL TÍTULO III en lo relativo al nivel de terminación superficial del hormigón, resistencia del hormigón y calidad del acero, especificados para la viga.

**Artículo 183. EQUIPOS**

- a) El Contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la confección, tensado, transporte y colocación de las vigas, los que deberán ser aprobados por el Ingeniero.
- b) Deberá registrarse en planilla ad hoc el tipo de bomba y gato empleados, como así mismo los alargamientos, tensiones y tipo de cable.
- c) El equipo de pretensado deberá cumplir las siguientes condiciones generales, independiente del sistema de pretensado empleado:
  1. Los gatos hidráulicos empleados para aplicarle tensión a los cables, estarán equipados con un manómetro de presión o indicador de fuerzas de compresión para determinar esfuerzos de tensión y de deformación.
  2. El manómetro de presión deberá tener un cuadrante de lectura precisa de por lo menos 15 cm de diámetro.
  3. Cada gato y su respectivo manómetro serán calibrados periódicamente mediante un elemento patrón, que irá acompañada de una tabla de calibración certificada.
  4. La escala del indicador de presión será tal, que el 10 por ciento mínimo de la capacidad nominal prevista por el fabricante, no se empleará para determinar el

esfuerzo final.

- d) El Contratista tomará las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes debido a posibles roturas del acero de pretensado o al deslizamiento de los sujetadores.
- e) Cualquier equipo que no cumpla con las especificaciones deberá ser reemplazado a petición del Ingeniero.

## **TÍTULO X ESTRUCTURAS DE ACERO**

### **CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN Y ALCANCES**

#### **Artículo 184. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES**

- a) Los trabajos descritos en este TÍTULO consisten en el suministro de acero estructural, fabricación, ensamble y montaje de vigas metálicas, incluyendo riostras, conectores, rigidizadores, perfiles angulares de arriostramientos, placas para elementos de apoyo, anclajes, juntas y todo otro elemento metálico de acero estructural establecido en el Proyecto, como es el caso de estructuras tubulares y/o de perfiles, pórticos portaseñales aéreas, carteles, etc. También se consideran los aceros para obras estructurales de carácter provisorio presentadas por el Contratista de envergadura tal que exija un proyecto estructural previamente aprobado. El material se proveerá del tipo, forma, calidad y dimensiones indicadas en el Proyecto.
- b) Los trabajos incluyen también el granallado y la imprimación anticorrosiva (o el galvanizado en caliente, si es el caso), trabajos que se realizan normalmente en taller/fabrica, el transporte desde taller hasta la obra y los empalmes/ uniones requeridos en obra.
- c) Cualquier cambio relativo tanto a la calidad como a las dimensiones señaladas en los planos del Proyecto, deberá contar con la aprobación del Ingeniero, al igual que cualquier diferencia de dimensiones por razones constructivas.
- d) En el caso de vigas metálicas u otros elementos metálicos de dimensiones importantes, los trabajos descritos en este TÍTULO, contemplan también el lanzamiento de los elementos y su colocación en la posición definitiva de acuerdo a lo señalado en el Proyecto, así como la soldadura para todas las conexiones a realizar en obra.

### **CAPÍTULO II ACERO ESTRUCTURAL EN PLANCHAS Y PERFILES**

#### **Artículo 185. ACERO ESTRUCTURAL EN PLANCHAS Y PERFILES**

- a) El acero en planchas y perfiles a utilizar en vigas, arriostramientos y en general, en todo elemento metálico establecido en el Proyecto, será del grado y la calidad especificada en el Proyecto.

- b) Todos los aceros empleados para soportar las cargas principales del puente afectos a esfuerzos de tracción, deberán cumplir con los requerimientos del ensaye de impacto establecido en AASHTO M270 (ASTM A 709).
- c) A menos que se especifique otra cosa, se utilizará acero al carbono para construcciones soldadas o apernadas, compuesto por Acero Estructural para Puentes AASHTO M270 (ASTM A 709).
- d) Los aceros deberán especificarse de acuerdo con su denominación de origen según AASHTO o ASTM, de acuerdo con la TABLA 12:

**TABLA 12  
DENOMINACION GENERAL ACERO ESTRUCTURAL EN PLANCHAS Y PERFILES**

DESIGNACION	Acero Estructural	Acero de Baja Aleación, de Alta Resistencia		Acero de Baja Aleación Templado y Enfriado por Inmersión	Acero con Alta Resistencia en Fluencia, Templados y Enfriados por Inmersión	
		M 270M Grado 250	M 270M Grado 345		M 270M Grado 485W	M 270M Grados 690/690W
ASTM	A 709M Grado 250	A 709M Grado 345	A 709M Grado 345W	A 709M Grado 485W	A 709M Grados 690/690W	
Espesor de las Láminas, mm	Hasta 100 Inclusive	Hasta 100 inclusive	Hasta 100 Inclusive	Hasta 100 inclusive	Hasta 65 inclusive	Sobre 65 a 100 inclusive
Resistencia a la tensión o tracción, $F_u$ MPa	400	450	485	620	760	690
Punto Fluencia Mínimo o Resistencia en Fluencia, $F_y$ MPa	250	345	345	485	690	620

- e) Al momento de recibir las vigas y elementos metálicos principales en taller, el proveedor deberá entregar los certificados que acrediten la calidad del acero como sus propiedades elásticas y de resiliencia, certificados de calificación de soldadores y radiografías de control, o cualquier otro antecedentes solicitado por el Ingeniero o en el Proyecto, para garantizar el adecuado control de calidad del producto.

### **CAPÍTULO III PERNOS, TUERCAS, PASADORES Y CONECTORES.**

**Artículo 186. PERNOS, TUERCAS, PASADORES Y CONECTORES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Pernos, tuercas, pasadores, etc., serán del material especificado en el Proyecto, el cual cumplirá con las características mínimas establecidas en AASHTO para pernos de alta resistencia.

- b) Los conectores de corte (tipo Stud o similares equivalentes) estarán compuestos por barras de acero al carbono endurecidas en frío tipo AASHTO M 169 (ASTM A 108).
- c) Las soldaduras de taller y de obra cumplirán con lo especificado en el Proyecto y lo establecido en las normas AASHTO y AWS

#### **CAPÍTULO IV TUBOS DE ACERO ESTRUCTURAL**

**Artículo 187. TUBOS DE ACERO ESTRUCTURAL.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los tubos de acero estructural podrán ser laminados en frío o en caliente sin costuras que cumplan los requerimientos ASTM A500-A501.
- b) Si el Proyecto lo establece, se podrán emplear también tubos soldados formados por planchas de acero estructural que cumplan con las normas de fabricación ASTM A134/A139.

#### **CAPÍTULO V VIGAS METÁLICAS Y ARRIOSTRAMIENTOS**

**Artículo 188. SUMINISTRO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) La fabricación de las vigas metálicas y sus elementos complementarios deberá s disposiciones AASHTO Standard Specification For Highway Bridges, 17<sup>th</sup> Edition, Section 11, Division II, Construction.
- b) La soldadura de los cordones principales deberá ser realizada con maquinaria automática de arco sumergido, debiendo darse todo tipo de facilidades al Ingeniero para su inspección en taller.
- c) Una vez terminada la ejecución de los elementos de viga y antes de su pintura, éstos deberán ser sometidos a revisión y aprobación por el Ingeniero. Este solicitará los certificados de calidad que estime convenientes a fin de corroborar el cumplimiento de las propiedades especificadas del material.
- d) Las soldaduras en obra, tanto de vigas como de arriostramientos, se regirán por las mismas especificaciones prescritas para la soldadura en taller, y con la misma obligación en cuanto a la certificación de calidad.
- e) Los conectores de corte deberán ser soldados en fábrica.
- f) La longitud de los elementos de viga por transportar será el indicado en el Proyecto o, en su defecto, por el Ingeniero a proposición del Contratista. De todas formas, la totalidad de la viga deberá ser presentada en maestranza, de modo de controlar la geometría y cortes para la contraflecha especificada en el Proyecto, sin perjuicio de una posterior verificación en terreno.
- g) Una vez recibidas las vigas, se procederá a su limpieza e imprimación anticorrosiva, ciñéndose a lo indicado en las ETP.

**Artículo 189. TRANSPORTE Y DESCARGA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El transporte de vigas sólo podrá realizarse con posterioridad a la recepción de los elementos en fábrica por el Ingeniero. Será de responsabilidad del Contratista la obtención de las autorizaciones que corresponda para el transporte de los elementos por la red vial y/o urbana a utilizar.
- b) El Contratista deberá proponer al Ingeniero, para su aprobación, los procedimientos, sistemas y métodos de transporte, así como su organización para los eventuales empalmes en sitio.
- c) Una vez aprobado el procedimiento, se efectuará el transporte tomando las precauciones necesarias para no someter los elementos a esfuerzos no contemplados en el diseño, ni a golpes o malos manejos que pudieran causar deformaciones permanentes.
- d) El Contratista deberá contar en obra con los elementos adecuados para la descarga y la manipulación de los perfiles en forma segura y eficiente.
- e) Debe cuidarse en todo momento de no dañar la imprimación anticorrosiva de protección ejecutada en fábrica.
- f) Los elementos transportados deberán ser recibidos en obra por el Ingeniero.

**Artículo 190. LANZAMIENTO Y COLOCACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El Contratista deberá contar en obra con los elementos necesarios para realizar los movimientos internos y el lanzamiento de las vigas metálicas en forma segura y expedita, cautelando no sólo la seguridad de la viga sino, muy especialmente, la de los trabajadores encargados de esa tarea. Con este objeto, deberá presentar al Ingeniero un programa de lanzamiento para su aprobación previa.
- b) Se deberá poner especial cuidado en no someter a las vigas a esfuerzos no contemplados y evitar golpes que puedan ocasionar deformaciones permanentes en los elementos. Deberá cuidarse en todo momento de no dañar la imprimación anticorrosiva de protección hecha en fábrica.
- c) El personal deberá utilizar elementos de seguridad en las tareas de lanzamiento, situación que será controlada por el Ingeniero.
- d) Los arriostramientos deberán ser colocados, de acuerdo a lo señalado en el Proyecto, inmediatamente después de haberse instalado las vigas en su posición definitiva.
- e) De acuerdo con lo establecido en el Proyecto, deberán tomarse las provisiones necesarias para dar a los elementos la contraflecha especificada.
- f) La soldadura de los elementos en obra deberá ceñirse a lo ya estipulado a lo largo del presente Reglamento.
- g) El Contratista deberá tomar todas las precauciones del caso para asegurar la estabilidad de las vigas una vez descargadas y preparadas para su lanzamiento, cuando el proceso no es simultáneo.

## **CAPÍTULO VI OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES METÁLICOS**

**Artículo 191. OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES METÁLICOS.** Se consideran también incluidas en esta Sección, otras estructuras metálicas complementarias establecidas en el Proyecto, confeccionadas con acero estructural, que deben cumplir con la presente especificación, como pueden ser placas y anclajes apernados; estructuras menores de marco tubular o de perfiles soldados; barreras de contención y barandas metálicas, etc., que deben realizarse de acuerdo con el presente Reglamento

**Artículo 192. SUMINISTRO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) La fabricación y provisión de estos elementos estructurales deberá ajustarse a lo establecido en el Proyecto. Los materiales cumplirán lo establecido en del presente Reglamento
- b) Las soldaduras de obra se regirán por las mismas especificaciones prescritas para la soldadura en taller, y con la misma obligación en cuanto a la certificación de calidad.
- c) La longitud de los elementos a transportar será el indicado en el Proyecto o, en su defecto, por el Ingeniero a proposición del Contratista. De todas formas, la estructura será presentada en taller de modo de controlar el estricto cumplimiento de la geometría especificada en el Proyecto.
- d) Una vez recibidas las estructuras en taller, se procederá a su limpieza e imprimación anticorrosiva según esté especificado en el Proyecto y en las ETP. Si así se especifica, recibirá el baño de galvanizado en caliente cumpliendo con los tiempos de aplicación y concentraciones especificados.

**Artículo 193. TRANSPORTE**

- a) El transporte de los elementos sólo podrá realizarse con posterioridad a su recepción en taller por el Ingenierol.
- b) El Contratista deberá contar en obra con los elementos adecuados para la descarga y la manipulación de las estructuras en forma segura y eficiente.
- c) Debe cuidarse en todo momento de no dañar la imprimación anticorrosiva de protección ejecutada en fábrica

**Artículo 194. COLOCACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El Contratista deberá contar en obra con los elementos necesarios para realizar los movimientos internos y colocación de las estructuras en su posición definitiva, en forma segura y expedita, cautelando no sólo la seguridad de la estructura, sino muy especialmente la de los trabajadores encargados de esa tarea.
- b) Se deberá poner especial cuidado en no someter a la estructura a esfuerzos no contemplados y evitar golpes que puedan ocasionar deformaciones permanentes en los elementos. Deberá cuidarse en todo momento de no dañar la imprimación anticorrosiva de protección hecha en maestranza.

- c) El personal deberá utilizar elementos de seguridad en las tareas de lanzamiento, situación que será controlada por el Ingeniero.
- d) Los arriostramientos o conexiones establecidas para la estructura deberán ser colocados, de acuerdo con lo señalado en el Proyecto, inmediatamente después de presentada la estructura en su posición definitiva.
- e) La soldadura de los elementos en obra deberá ceñirse a lo ya estipulado en el presente Reglamento.

## **TÍTULO XI PAVIMENTOS PARA PUENTES**

### **CAPÍTULO I DESCRIPCION Y ALCANCES**

**Artículo 195. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES.** En esta Sección se definen los trabajos de construcción de pavimentos o capas de rodadura para puentes, en sus dos tipos: concreto asfáltico y hormigón, incluyendo la provisión de materiales, los transportes, la distribución, compactación, colocación, curado y otros.

### **CAPÍTULO II CAPAS DE RODADURA DE CONCRETO ASFÁLTICO**

**Artículo 196. CAPAS DE RODADURA DE CONCRETO ASFÁLTICO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Se realizará según lo señalado en el TÍTULO IV DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES, específicamente lo que se refiere a capas de rodadura y lo que a continuación se indica.
- b) La capa de rodadura de concreto asfáltico tendrá el espesor indicado en los planos de Proyecto, el cual no deberá ser inferior a 5 cm, a aplicar a todo el ancho y largo del puente, salvo que los planos o especificaciones especiales del Proyecto indiquen lo contrario.
- c) Las características del concreto asfáltico, tanto de densidad como de espesor, serán determinadas mediante chequeos topográficos y mediciones mediante densímetro nuclear, se tomarán como mínimo 4 muestras.

### **CAPÍTULO III CAPAS DE RODADURA DE HORMIGÓN**

**Artículo 197. CAPAS DE RODADURA DE HORMIGÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Deberán cumplir con lo señalado en el TÍTULO IV DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES.

- b) El espesor de la capa será el indicado en los planos del Proyecto, con un mínimo de 5 cm. En los casos de pavimento(s) incorporado(s) a la losa, el espesor mínimo podrá ser de 3 cm.
- c) La unión del pavimento con la losa del puente se considerará como una junta de hormigonado. Su tratamiento deberá ajustarse al procedimiento que corresponda, de acuerdo a lo indicado en el Capítulo III – Hormigón Estructural del presente
- d) El pavimento deberá ser enrasado, nivelado y compactado con una cercha vibradora adecuada, de modo de obtener un perfecto nivelado y la máxima densidad prevista del hormigón.
- e) La terminación final se hará de manera tal, que se obtenga una superficie lisa, cerrada y de acuerdo al perfil del Proyecto.
- f) El Contratista deberá garantizar un curado adecuado del pavimento. Para ello, deberá tomar todas las precauciones necesarias, a fin de evitar las posibles retracciones con el consiguiente fisuramiento del pavimento. También deberá considerar la colocación de aditivos y otros elementos mecánicos que ayuden a evitar la aparición de fisuras o grietas.
- g) El Ingeniero decidirá cuándo el pavimento puede ser abierto al tránsito, lo que, en todo caso, no será antes de que el hormigón haya alcanzado un 80% de la resistencia de Proyecto. En casos especiales podrá aceptarse menos días, siempre que se fundamente la necesidad mediante un informe técnico y tenga la aprobación del Ingeniero y el Comitente.

## **TÍTULO XII**

### **BARANDAS, BARRERAS Y VALLAS**

#### **CAPÍTULO I**

#### **BARANDAS PARA PUENTES**

**Artículo 198. CAMPO DE APLICACIÓN.** Este trabajo consistirá en la construcción de barandas para puentes, utilizando el material o combinación de materiales que se indiquen en los planos. Dichas barandas deberán ser construidas de conformidad con este Reglamento, ajustándose a los detalles, alineaciones, rasantes y dimensiones indicados en los planos o establecidos por el Ingeniero.

**Artículo 199. CLASIFICACIÓN.** Las barandas para puentes se clasificarán en barandas de hormigón, de acero y de aluminio, de acuerdo con el material predominante utilizado en ellas.

- a) Los materiales para el hormigón deberán ajustarse a los requerimientos especificados en el TÍTULO III del presente
- b) El acero estructural consistirá de láminas y perfiles de acero, hierro, tubos, accesorios y piezas fundidas; todo ellos se ajustarán a las especificaciones AASHTO o ASTM pertinentes a dichos materiales.
- c) Las aleaciones de aluminio para barandas, tornillos, tuercas y electrodos para soldar, deberán satisfacer las especificaciones AASHTO o ASTM pertinentes a estos materiales.

**Artículo 200. REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

- a) Las barandas para puentes deberán ser construidas de acuerdo con las alineaciones, rasantes y dimensiones que se indiquen en los planos. A no ser que se especifique de otra manera, todos los postes de las barandas deberán ser construidos en forma vertical. Las barandas no deberán ser instaladas hasta que se hayan retirado los encofrados del puente y que el tramo correspondiente se sostenga por sí sólo.
- b) Las barandas constituyen un elemento de terminación del puente, y por tanto, deberán ser construidas cuidadosamente y tener buena apariencia. No deberá reflejar depresiones, desniveles u otros defectos de la losa, acera o contén sobre lo que se construya.

**Artículo 201. BARANDAS DE HORMIGÓN.** Todo el hormigón deberá ser de la clase o clases indicadas en los planos, y toda la construcción del hormigón deberá ajustarse a los requerimientos del TÍTULO III del presente Reglamento

**Artículo 202. BARANDA DE ACERO.** La fabricación y el montaje de las barandas de metal se efectuarán de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes. Las barandas de acero se pintarán con una primera mano de pintura protectora y una segunda de pintura final. La calidad de pintura deberá ser aprobada por el Ingeniero y será tal que garantice su durabilidad y resistencia a las condiciones climatológicas de la zona.

## **CAPÍTULO II BARRERAS**

**Artículo 203. DESCRIPCION Y ALCANCES**

- a) Los trabajos comprendidos en esta Sección consisten, en el suministro, confección, colocación, pintura o galvanizado de barreras de contención y barandas peatonales para puentes y estructuras afines, del tipo, forma, calidad y dimensiones indicadas en el Proyecto.
- b) La Sección incluye todos los materiales: hormigón, acero de armaduras, acero estructural, pinturas, galvanizado, anclajes, etc., así como las tareas necesarias para cumplir con el diseño establecido en el Proyecto

**Artículo 204. HORMIGÓN.** El hormigón a utilizar en la confección de barreras y barandas, será el indicado en el Proyecto y en las ETP, el que deberá cumplir con lo estipulado en el TÍTULO III – HORMIGÓN ESTRUCTURAL, del presente Reglamento, incluso con lo dispuesto en dicho Artículo con respecto a terminaciones especiales y criterios de recepción de los elementos de hormigón.

**Artículo 205. ACERO PARA ARMADURAS.** Se utilizará acero de calidad, diámetros y dimensiones indicadas en el Proyecto, en las ETP y según lo señalado en el TÍTULO IV - ACERO PARA ARMADURAS, del presente Reglamento.

**Artículo 206. ACERO ESTRUCTURAL.** El acero estructural de las barandas metálicas, será acero laminado en caliente, para usos generales o calidad superior, acorde a las características establecidas en el Proyecto. El material deberá cumplir con lo establecido en el TÍTULO X - ESTRUCTURAS DE ACERO de este Reglamento

**Artículo 207. PINTURAS Y/O GALVANIZADO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El acero estructural deberá ir pintado o galvanizado según se establece en el Proyecto y las Correspondientes ETP.
- b) Cuando se requiera galvanizar las estructuras, se utilizará un procedimiento de galvanizado en caliente, según lo establecido en ASTM A123, con un espesor mínimo de 85 micrones. Los pernos y tuercas deberán galvanizarse en caliente de acuerdo con lo establecido en ASTM A153.
- c) Los elementos a galvanizar deberán someterse a los siguientes procesos de limpieza: limpieza mecánica, limpieza cáustica, decapado con ácido, inmersión en sal flux (o similar equivalente)
- d) El Contratista deberá presentar certificados de calidad de los materiales y espesores, tanto para los procesos de pintura como de galvanizado.

**Artículo 208. PIEZAS ACCESORIAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Para las piezas de conexión, se utilizará acero galvanizado según los detalles indicados en el Proyecto o por el fabricante.
- b) El galvanizado deberá ser efectuado por inmersión en caliente de acuerdo con lo descrito en el artículo precedente del presente.

**Artículo 209. CONTROL DE CALIDAD.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El Contratista deberá presentar la certificación de la calidad de todos los elementos empleados. El Ingeniero, efectuará una verificación aleatoria de dicho cumplimiento.
- b) Los elementos metálicos o de hormigón que constituyen la barrera o baranda de puentes, no deberán presentar deformaciones que signifiquen un deterioro a la estética del conjunto. Asimismo, durante el proceso de fabricación de elementos metálicos, deberán corregirse las deformaciones que se produzcan al soldar los elementos.
- c) Las barreras y barandas de puentes serán fabricadas por paños, ciñéndose a lo señalado en el Proyecto, debiendo contemplarse juntas que permitan la libre dilatación y contracción de los elementos.
- d) En el caso de barreras y barandas modulares, una vez recibidos los paños por el Ingeniero, se procederá a su colocación y a dar la pintura de terminación, si procede, cuidando de no dañar su perfecta alineación y nivelación.
- e) En el caso de barreras y barandas de hormigón, previo al hormigonado, deberá contarse con la aprobación del Ingeniero.
- f) Todos los trabajos se realizarán, en lo pertinente, en conformidad con lo estipulado en los Artículos de los Capítulos III Hormigón Estructural, IV Armaduras y X Estructuras de Acero de este reglamento.
- g) El Contratista deberá tomar todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, peatones y del personal de obra, de acuerdo a lo dispuesto por las Disposiciones de Seguridad vigentes.

**Artículo 210. BARANDA METÁLICA PEATONAL PINTADA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Una vez fraguados los anclajes y como última tarea de la obra, se procederá a la pintura de la baranda ciñéndose a lo señalado en el Proyecto y en las ETP.
- b) Se incluye en este Artículo, el hormigón, moldaje y armaduras de la parte inferior de la baranda o de la parte inferior de los pilares, si procede.

**Artículo 211. BARANDA METÁLICA PEATONAL GALVANIZADA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Todos los elementos metálicos de la baranda y sus anclajes, llevarán una protección mediante galvanizado en caliente que cumpla con lo especificado en el Artículo 207 del presente Reglamento.
- b) En aquellos sectores que por montaje requieran soldadura, se les aplicarán en terreno, pequeñas reparaciones con galvanizado en frío.
- c) Se incluye en este Artículo, el hormigón, moldaje y armaduras de la parte inferior de la baranda o de la parte inferior de los pilares, si procede.

**Artículo 212. DISPOSICIÓN DEL TRÁNSITO.** Durante el transcurso de los trabajos, el Contratista deberá mantener la señalización de obra adecuada, en conformidad con lo dispuesto en las Disposiciones de Seguridad vigentes y retirarla tan pronto como deje de ser necesario.

### **CAPÍTULO III VALLAS**

**Artículo 213. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES**

- a) Esta Sección se refiere a la provisión de elementos conformados por diversos materiales, destinados a servir de control de acceso y protección para los peatones y los usuarios de los puentes.
- b) Los materiales a utilizar, serán los definidos en el Proyecto. Se podrán emplear elementos de acero, aluminio, acrílicos, fibra de vidrio, madera y combinaciones de éstos, los que deberán cumplir con las recomendaciones del fabricante.
- c) En el caso de elementos fundados en el suelo natural, los empotramientos serán rellenos con hormigón Clase 2E”, el que deberá cumplir con el TÍTULO III – HORMIGÓN ESTRUCTURAL.

**Artículo 214. CONFECCIÓN Y COLOCACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las vallas serán fabricadas con los materiales señalados en el Proyecto o bajo las recomendaciones del fabricante y la aprobación del Ingeniero.
- b) Los elementos a colocar serán instalados conforme a las alturas y alineamientos definidos en el Proyecto.

- c) Cuando estos elementos posean pilares que deban ser empotrados en el suelo, se fundarán en hoyos de las dimensiones señaladas en el Proyecto, rellenos con hormigón Clase "E"
- d) Cualquier daño que sufran los elementos componentes de las vallas, a causa del transporte, manipulación y construcción, serán de cargo exclusivo del Contratista, debiendo reponerlos a entera satisfacción del Ingeniero.

**Artículo 215. CONTROL DE CALIDAD.** El Contratista deberá presentar la certificación de calidad de todos los elementos de fábrica empleados en la confección de las vallas. El Ingeniero efectuará la verificación de dicho cumplimiento.

**Artículo 216. MEDIDAS DE SEGURIDAD.** El Contratista deberá tomar todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, peatones y del personal de obra, de acuerdo a lo dispuesto en las Disposiciones de Seguridad vigentes.

## **TÍTULO XIII GAVIONES**

### **CAPÍTULO I CAMPO DE APLICACIÓN**

**Artículo 217. CAMPO DE APLICACIÓN**

- a) Este trabajo deberá consistir en el suministro y colocación de canastos de malla de alambre rellenas con roca, instalados en las ubicaciones indicadas, de acuerdo con este Reglamento y de conformidad con las alineaciones, rasantes, dimensiones y arreglos que indiquen los planos o sean ordenados por el Ingeniero.
- b) Los gaviones deberán estar contruidos de malla de alambre de acero galvanizado con un tamaño mínimo de diámetro 3.05 mm (0.120") (Calibre No.11 de Alambre de EE.UU.).
- c) Los gaviones que se provean deberán tener las longitudes y alturas requeridas en los planos. Las alturas deberán ser iguales a  $\frac{1}{2}$  ó  $\frac{1}{3}$  del ancho horizontal. El ancho horizontal no deberá ser menor de 941 mm (36"). Los gaviones que se suministren deberán ser de un ancho uniforme.
- d) Las dimensiones de los gaviones están sujetas a un límite de tolerancia de  $\pm 8\%$  del tamaño establecido por el fabricante.
- e) La resistencia de la tensión del alambre deberá estar dentro del alcance de 413.7 a 586.1, MPa. El revestimiento mínimo de zinc del alambre deberá ser de 22.7 gr. por 0.0929 m<sup>2</sup> de superficie de alambre sin revestimiento el cual se determinará por medio de pruebas conducidas de acuerdo con ASTM A-90.
- f) La malla de alambre deberá ser retorcida para formar aberturas hexagonales de tamaño uniforme. La dimensión máxima lineal de la abertura de malla no deberá exceder de 115 mm (4  $\frac{1}{2}$ ") y el área de las aberturas de malla no deberá exceder de 51.6 cm<sup>2</sup> (8 pulgadas cuadradas). La malla deberá estar fabricada de tal forma que no se deshilache. El no-deshilachado se define como la capacidad para no deshacerse en cualquiera de las

retorceduras o conexiones que formen la malla cuando se corte un sólo hilo de alambre en una sección.

- g) Los gaviones deberán estar fabricados de tal forma que los costados, puntas, tapas y diafragmas puedan ser armados en el sitio de la obra en canastos rectangulares de los tamaños especificados. Los gaviones deberán estar contruidos en una sola unidad; las bases, tapas, puntas y costados deberán estar entrelazadas en una sola unidad, o un borde de estos miembros estará conectado con la sección de la base del gavión en forma tal que la resistencia y flexibilidad en el punto de unión sea por lo menos igual a la de la malla.
- h) Donde el largo del gavión exceda su ancho horizontal, el gavión deberá estar dividido por diafragmas de la misma malla y calibre que el cuerpo de los gaviones, y en celdas iguales de un largo que no exceda al ancho horizontal. El gavión deberá estar provisto desde la fábrica con los diafragmas necesarios colocados en la posición correcta sobre la base de tal forma que no se necesite una atadura adicional.

## **CAPÍTULO II RELLENO DE ROCA**

**Artículo 218. RELLENO DE ROCA.** La roca que se utilice en los gaviones deberá ser de buena calidad, resistente al agua y a la intemperie, duradera y de cualquier fuente aprobada por el Ingeniero. Ninguna roca deberá ser menor de 102 mm (4") ni mayor de 330 mm (13"); la roca deberá estar razonablemente graduada entre los tamaños restrictivos.

## **CAPÍTULO III MONTAJE Y APLICACIÓN**

**Artículo 219. MONTAJE E INSTALACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los gaviones deberán ser instalados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y colocados sobre una base lisa. Las alineaciones y rasantes finales deberán ser aprobadas por el Ingeniero.
- b) Cada unidad de gavión deberá ser montada atando juntos todos los bordes verticales con amarres de alambre aprobado, espaciados aproximadamente a 152mm (6") o con un pedazo continuo de alambre conector hilvanado por los bordes verticales con una vuelta aproximadamente cada 102 mm (4"). Las unidades de gaviones vacíos serán colocadas según las alineaciones y rasantes que indiquen los planos u ordene el Ingeniero. Se utilizarán amarres o conectores de alambre para juntar las unidades de la misma forma detallada más arriba para el montaje. Los alambres de amarre interno serán espaciados uniformemente y bien asegurados en cada celda de la estructura.
- c) Se podrá utilizar un estirador normal de cercas, un izador de cadena o varilla de hierro para estirar los canastos de alambre y mantener la alineación.
- d) Los gaviones deberán colocarse de manera que las juntas verticales no coincidan en ningún lugar con las de otra hilera de gaviones. Los gaviones deberán llenarse con piedra colocada con cuidado, a mano o con máquina, para asegurar la alineación y evitar pandeo con un mínimo de huecos. Puede realizarse una colocación alternada de roca y alambres

conectores hasta que se haya llenado un gavión. Después de que se haya llenado un gavión, la tapa deberá doblarse hasta que toque los costados, y bordes. Entonces la tapa deberá fijarse a los costados, puntas y diagramas con los amarres de alambre o alambre conector en la forma indicada arriba en el montaje.

- e) Todos los bordes que forman el perímetro de la malla del gavión, deberán ser bien reforzados para que las juntas formadas cuando se atan dichas orillas puedan tener por lo menos la misma resistencia que el cuerpo de la malla.
- f) El alambre que se utilice por todos los bordes (alambre de perímetro) no deberá tener menos de 3.76 mm (0.148") de diámetro (calibre No.9 de Alambre de EE.UU.) y deberá satisfacer las mismas especificaciones que la malla de alambre.
- g) El alambre de atadura y el conector deberán ser suministrados en cantidades suficientes para asegurar bien todos los bordes del gavión y diafragma, y para colocar cuatro (4) alambres conectores transversales en cada celda cuya altura sea  $\frac{1}{3}$  ó  $\frac{1}{2}$  el ancho del gavión, y ocho (8) alambres conectores en cada celda cuya altura iguale el ancho del gavión. El alambre deberá satisfacer las mismas especificaciones que el alambre que se utiliza en la malla, excepto que puede ser dos calibre más pequeño como mínimo.

## **TÍTULO XIV OBRAS DE ARTE MENORES**

### **CAPÍTULO I ALCANTARILLAS TUBULARES DE HORMIGÓN**

#### **Artículo 220. CAMPO DE APLICACIÓN**

- a) Este trabajo consistirá en la construcción o reconstrucción de obras de drenaje que se realicen con tubos de hormigón tales como alcantarillas tubulares, transversales y longitudinales, las cuales deberán cumplir con estas especificaciones y estarán conforme a las líneas y niveles mostrados en los planos o los establecidos por el ingeniero.
- b) Incluye el suministro y construcción de las juntas, empalmes o conexiones con otros tubos o con cámaras, registros, cabezales, etc., que sean necesarios para completar las tuberías según sea indicado en los planos y ordenado por el Ingeniero.

### **CAPÍTULO II MATERIALES**

**Artículo 221. MATERIALES.** Los materiales detallados a continuación deberán satisfacer los requerimientos especificados en las normas indicadas más abajo:

- a) TUBERÍAS
  - 1. Tubería de Hormigón Armado
    - I. AASHTO M-17 (ASTM C-76)
    - II. AASHTO M-242 (ASTM-C-655)

2. Tuberías de Hormigón Simple AASHTO M-86 (ASTM C-14)
    - III. Mortero para juntas
  3. El mortero para juntas de tubos consistirá de una parte de cemento Pórtland (AASHTO M-85) y dos partes (en volumen) de arena aprobada (AASHTO M-6), con suficiente cantidad de agua para obtener la consistencia requerida. El mortero será usado en el período de los primeros 30 minutos después de su preparación. Se agregará incorporador de aire cuando así sea indicado en las Especificaciones Particulares.
- b) CUBREJUNTAS DE GOMA
1. AASHTO M-198 (ASTM C443)
- c) ESTOPA
1. La estopa para juntas de tuberías de espiga y campana será de cuerda de cáñamo o fibras similares equivalentes.
  2. La estopa estará completamente encordada y acabada, exenta de protuberancias, basuras y materias extrañas.
- d) CABEZALES PARA ALCANTARILLAS
1. Los cabezales serán construidos de acuerdo con los planos y especificaciones indicadas en los documentos contractuales o como sea ordenado por el Ingeniero. Podrán ser de hormigón armado, hormigón simple o de mampostería de piedra.
  2. El hormigón será el indicado en el Proyecto y en las Especificaciones Técnicas Particulares.
  3. Los materiales quedarán sujetos a inspección por parte del Ingeniero, tanto antes como durante su incorporación a la obra.
  4. El contratista deberá suministrar todas las muestras y piezas para los ensayos que solicite el Ingeniero, a fin de comprobar su calidad.

### **CAPÍTULO III EXCAVACIÓN**

**Artículo 222. EXCAVACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las zanjas serán excavadas de acuerdo con los requisitos expuestos en la sección correspondiente a excavación estructural. Tendrán un ancho suficiente que permita la unión adecuada de los tubos y la completa compactación del asiento, así como de los materiales de cimentación y de relleno por debajo y alrededor de la tubería.
- b) Las paredes de las zanjas permanecerán verticales.

- c) A menos que sea especificado lo contrario en los planos, la excavación de las zanjas para tuberías colocadas en el relleno de un terraplén será hecha después de que el relleno haya sido completado hasta una altura de 30 cm. por encima del nivel superior de la tubería.
- d) La profundidad mínima de excavación para la colocación de tuberías en terreno natural será no menor del treinta (30) por ciento del diámetro exterior del tubo más el espesor del tubo más el espesor del material de cimentación.

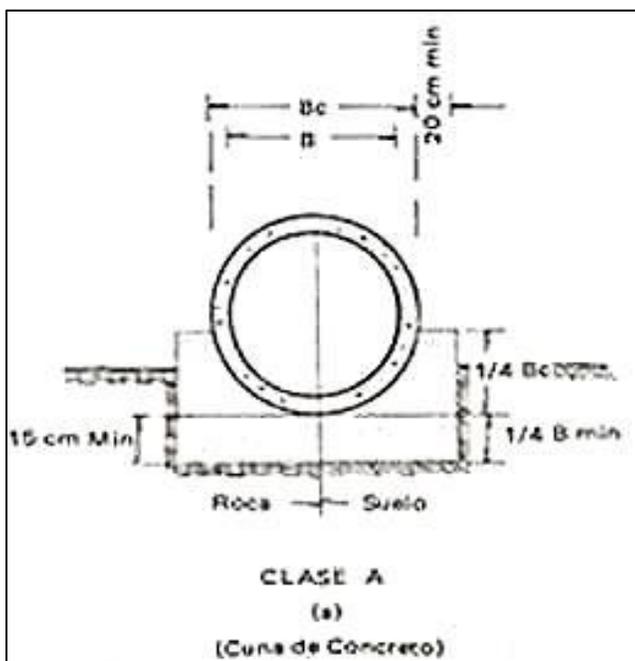
## **CAPÍTULO IV CIMENTACIÓN O ASIENTO**

**Artículo 223. CIMENTACIÓN O ASIENTO.** El espesor del material de cimentación dependerá de la clase de asiento así como del espesor de la tubería. La cimentación de la tubería se ajustará a una de las clases especificadas en este artículo. Cuando ninguna de las clases de asiento sea especificada, se aplicarán los requisitos para el asiento Clase C.

### a) ASIENTO CLASE A

1. Consistirá en un lecho continuo de hormigón, cuyo espesor mínimo por debajo del tubo será igual a un cuarto (1/4) del diámetro interior del tubo, y se extenderá hacia arriba por los lados de la tubería hasta una altura igual a un cuarto (1/4) de su diámetro exterior como se indica en la FIGURA 3.
2. Tendrá un ancho mínimo de veinte (20) centímetros a cada lado de la tubería y será construido monolíticamente sin juntas horizontales.
3. Cuando el asiento sea colocado sobre roca sana su espesor mínimo será de 15 centímetros (6”).
4. Se excavará una zanja, sobre el terreno natural de varios centímetros de profundidad para colocar la tubería, con el propósito de desarrollar resistencia a la presión lateral.

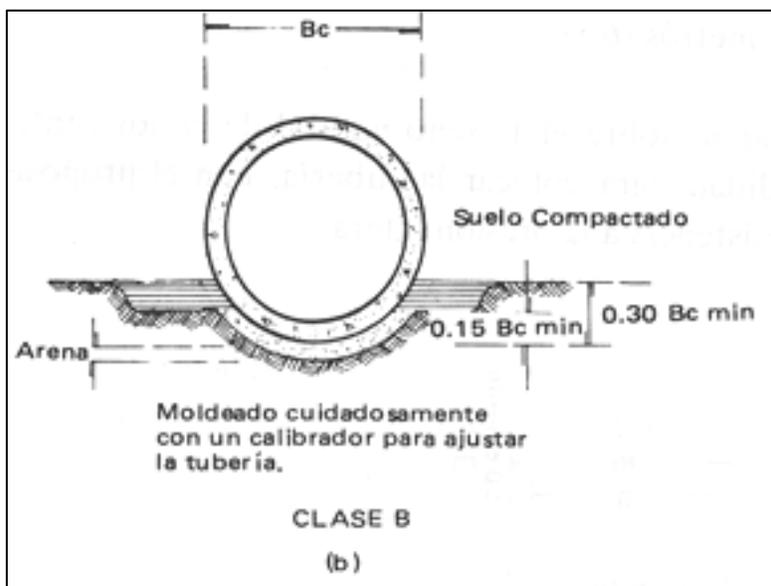
**FIGURA 3  
ASIENTO CLASE A**



b) ASIENTO CLASE B

1. Consistirá en un lecho continuo de material seleccionado cuidadosamente conformado, cuyo espesor no será menor del 15% del diámetro exterior del conducto y estará compuesto de arena o tierra arenosa seleccionada, que pase un 100% por el tamiz de 9.5 milímetros (3/8"), y no más del diez (10) por ciento por el tamiz de 0.74 milímetros (No. 200).
2. El espesor mínimo de material de cimentación por debajo del será de 10 cm.
3. La capa del material de cimentación será compactada y conformada para alojar el tubo, por lo menos en su quince (15) por ciento de su altura total.
4. Cuando se use tubería del tipo de espiga y campana el lecho de apoyo se rebajará para acomodar las campanas.

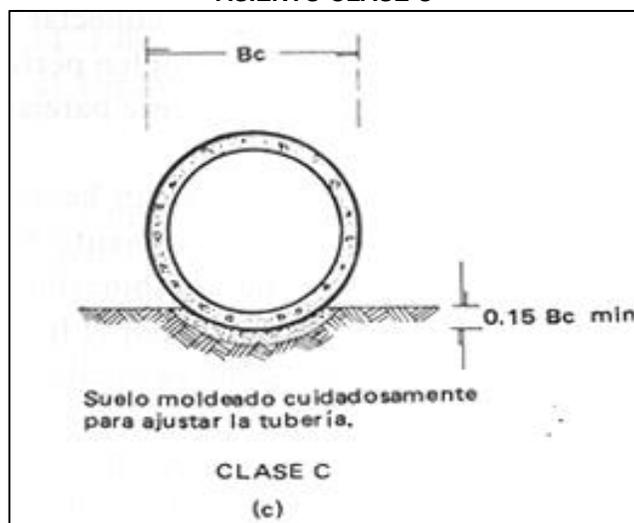
**FIGURA 4**  
**ASIENTO CLASE B**



c) ASIENTO CLASE C

1. Consistirá en un lecho continuo de material seleccionado cuyo espesor no será menor de quince (15) por ciento de su diámetro exterior.
2. Será conformada la superficie del lecho de fundación para recibir al tubo, de acuerdo a lo dispuesto en el TÍTULO II MOVIMIENTO DE SUELOS del presente. Se excavará por debajo de las campañas a fin de que el tubo quede apoyado en toda su longitud.

FIGURA 5  
ASIENTO CLASE C

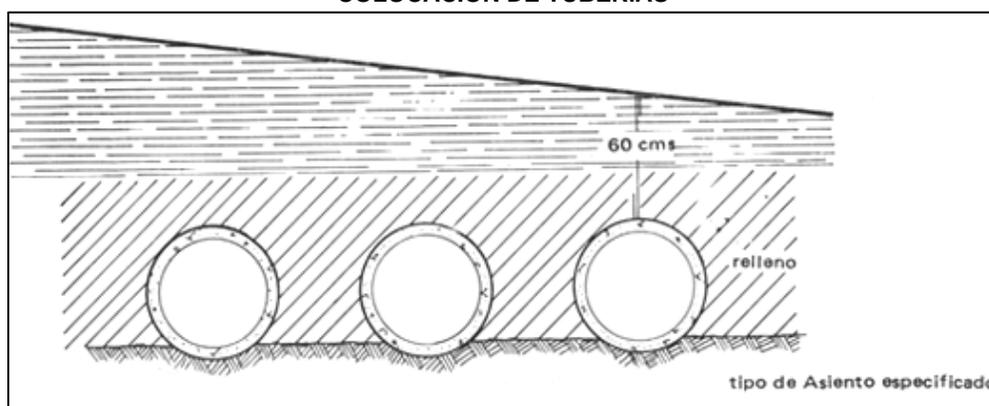


## CAPÍTULO V INSTALACIÓN DE TUBERÍA

**Artículo 224. INSTALACIÓN DE TUBERÍA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) La instalación de la tubería se iniciará por el extremo de aguas abajo. La longitud total del segmento inferior estará en contacto directo con el asiento conformado; los extremos ya sea en campana o ranura, serán colocados de frente hacia aguas arriba.
- b) Las tuberías serán inspeccionadas antes de colocar cualquier relleno.
- c) La separación mínima entre la cota de rasante y el nivel superior de la tubería, sobre su eje será de 60 centímetros. En caso de que tuberías múltiples se considerará esta separación sobre la tubería más cercana a la rasante, como se muestra en la FIGURA 6.

**FIGURA 6  
COLOCACIÓN DE TUBERÍAS**



## CAPÍTULO VI JUNTAS DE LA TUBERÍA

**Artículo 225. JUNTAS DE LA TUBERÍA.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las tuberías de hormigón pueden ser del tipo espiga y campana o lengüeta y ranura, a no ser que se especifique uno de los tipos. El sistema para conectar secciones de la tubería deberá ser tal que los extremos acoplen perfectamente y las superficies interiores queden razonablemente parejas y niveladas.
- b) Las juntas serán hechas con (a) mortero de cemento portland, (b) lechada de cemento Pórtland, (c) estopa y material para juntas, o con una combinación de estos tipos, según fuese especificado en los planos o por el Ingeniero.
- c) Las juntas con mortero serán hechas de tal forma que quede un reborde continuo alrededor del exterior de la tubería y un acabado liso en el interior.
- d) Para las juntas con lechada, se usarán moldes o burletes para retener la lechada vaciada. Cuando se usen anillos de goma en las juntas, éstos serán instalados de modo que se forme un sello impermeable y flexible.

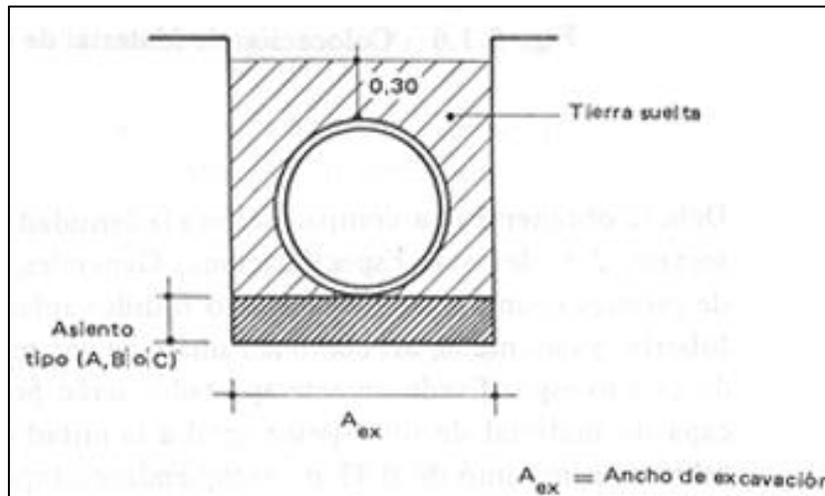
- e) Cuando se emplee estopa, la junta será calafateada y luego sellada con el material especificado.
- f) Cuando sean usadas mezclas de cemento Portland, las juntas terminadas deberán protegerse contra el secado rápido cubriéndolas con un material adecuado humedecido.
- g) El contratista deberá prestar atención especial a la construcción de la junta o sellado de segmento inferior de la unión que queda en contacto con el lecho de asiento.
- h) Cualquier tubo o línea de tubos que se encuentre fuera de la alineación, indebidamente asentada, dañada o mal conectada será retirada y reinstalada, o sustituida.

## **CAPÍTULO VII RELLENO**

**Artículo 226. RELLENO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

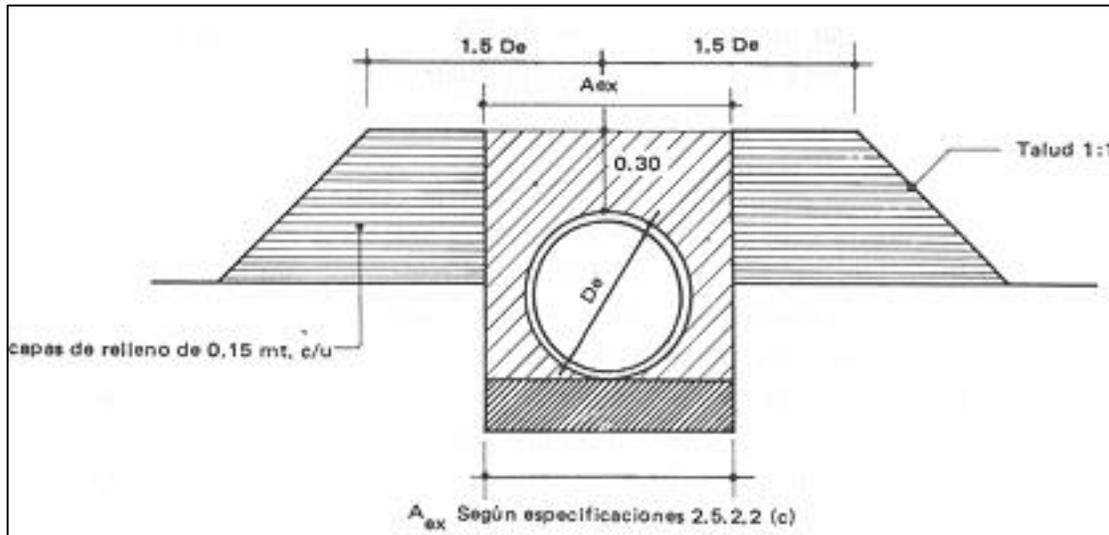
- a) El material para el relleno a cada lado de la tubería, en todo el ancho de la zanja y hasta una altura de 30 centímetros por encima de la parte superior de tubería será tierra suelta, fácilmente compactable, o material granular, seleccionado de la excavación, y no contendrá terrones duros ni piedras mayores de 2.5 cm de diámetro, terrones de arcilla plástica u otro material inadecuado.
- b) El relleno contendrá no menos de un noventa y seis (96) por ciento de material granular que pase que pase por el tamiz de 1.27 centímetros (1/2”), ni menos de un noventa y cinco (95) por ciento que quede retenido en el tamiz de 0.476 cm. (No. 4).
- c) El material de tamaño mayor de 2.5 cm. (1”) de diámetro, así lo hubiese, será desechado, excepto cuando el Ingeniero ordene lo contrario.
- d) Cuando la parte superior de la tubería esté a nivel o por debajo del borde superior de la zanja deberá colocarse el material de relleno con un mínimo del 95% del contenido óptimo de humedad; será compactado en capas cuyo espesor final compactado no exceda de 15 centímetros y hasta una altura de 30 centímetros por encima de la parte superior de la tubería. El relleno deberá elevarse uniformemente a ambos lados de la tubería en toda la longitud requerida. El material de relleno se colocará y compactará en toda la profundidad de la zanja.

### **FIGURA 7 COLOCACIÓN DEL RELLENO**



- e) Cuando la parte superior de la tubería este por encima del borde superior de la zanja, (proyección positiva en condición de relleno), el relleno será colocado con un mínimo del 95% del contenido óptimo de humedad y será compactado en capas cuyo espesor final compactado no exceda los 15 centímetros; será elevado uniformemente a ambos lados del conducto en toda su longitud, hasta una altura de 30 centímetros por encima de la parte superior de toda la tubería, si fuera el caso. El ancho del relleno terminado a los 30 centímetros, deberá ser igual a uno y medio (1.5) diámetros a cada lado del eje de la tubería bajando hasta el terreno natural con talud 1:1. El material de relleno empleado en la sección de la zanja y en la parte superior de la tubería, deberá satisfacer los requisitos para material del relleno, que han sido indicados en el TÍTULO II del presente.
- f) El resto del relleno consistirá de materiales de excavación y préstamos que sean adecuados para la construcción del relleno de la carretera.

**FIGURA 8  
COLOCACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO**



- g) Deberá obtenerse una compactación a la densidad especificada en el TÍTULO II, mediante el uso de pisones neumáticos, mecánicos o rodillos aplanadores. Toda la tubería, ya asentada, así como la zanja, una vez rellena de acuerdo con lo especificado en este apartado, serán protegidas por una capa de material de un espesor igual a la mitad del diámetro del tubo o un mínimo de 0.45 m. escogiéndose el que sea mayor, antes de permitir la circulación de equipo pesado sobre la tubería, durante la construcción de la carretera.

## **CAPÍTULO VIII MÉTODO DE “ZANJAS IMPERFECTAS”.**

**Artículo 227. MÉTODO DE ZANJAS IMPERFECTAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Zanja imperfecta es la excavación realizada luego de colocar el relleno correspondiente a la carretera, según se especifica en el TÍTULO II- MOVIMIENTO DE SUELOS del presente Reglamento.
- b) Los métodos de zanjas imperfectas descritos más adelante, serán aplicables solamente para tuberías asentadas en proyección positiva o cuando lo indiquen los planos o las Especificaciones Particulares (véase gráficos expuestos en la figs. 6.1.7, 6.1.8 y 6.1.9).
- c) Para la instalación de tuberías se utilizará el método A o el B, cuyo terraplén deberá ser construido de forma que alcance una densidad de 95% de la máxima especificada o mayor, de acuerdo con las especificaciones sobre excavación y relleno.
- d) En caso de que la distancia lateral desde la línea del centro de la tubería, como se especifica más adelante, obstruya el terreno natural que le rodea, el Contratista realizará una prueba del terreno natural del lugar y si este resulta ser de 85 % de la densidad máxima o mayor, deberá luego de realizar el adecuado desmonte y limpieza, proceder a la construcción del terraplén sin perturbar o remover el terreno natural que lo rodea. Si al hacer la prueba del terreno la densidad es menor de 85% de la densidad máxima, el terreno natural que lo rodea.
- e) Deberá ser excavado como lo indique el Ingeniero, en un espacio mínimo de cada lado del eje de la tubería de 5 ½ (cinco y medio) veces su diámetro y el terraplén será construido como se indica para cada caso.
- f) La clase de lecho a utilizar en cada caso deberá ser como lo especifiquen los planos o las Especificaciones Particulares.
- g) A continuación se explican los requisitos que se deberán cumplir en cada uno de los métodos A y B aplicables a la colocación de tuberías.

**Artículo 228. MÉTODO “A”.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Se construirá el terraplén de la carretera hasta una elevación de 0.75m sobre la solera de la tubería, debidamente compactado a una densidad mínima del 95% de la máxima especificada y a una distancia del eje del tubo de 5 ½ (cinco y medio) veces su diámetro.
- b) Se excavará la zanja para la colocación de la tubería con un ancho igual al diámetro del tubo más un máximo de 45 centímetros a cada lado del tubo. Se construirá el lecho adecuado y se instalará la tubería según se indica en las Especificaciones. Una vez que

la tubería esté instalada e inspeccionada, para verificar la rasante, y que las juntas estén debidamente selladas, se procederá a colocar cuidadosamente un relleno adecuado alrededor del tubo, procedente de excavaciones de préstamo libre de terrones, raíces, piedras y materias orgánicas, y en capas no mayores de 0.15 m., y compactadas debidamente. El apisonado alrededor del tubo se realizará con compactadoras mecánicas livianas o pisonos de hierro operados manualmente.

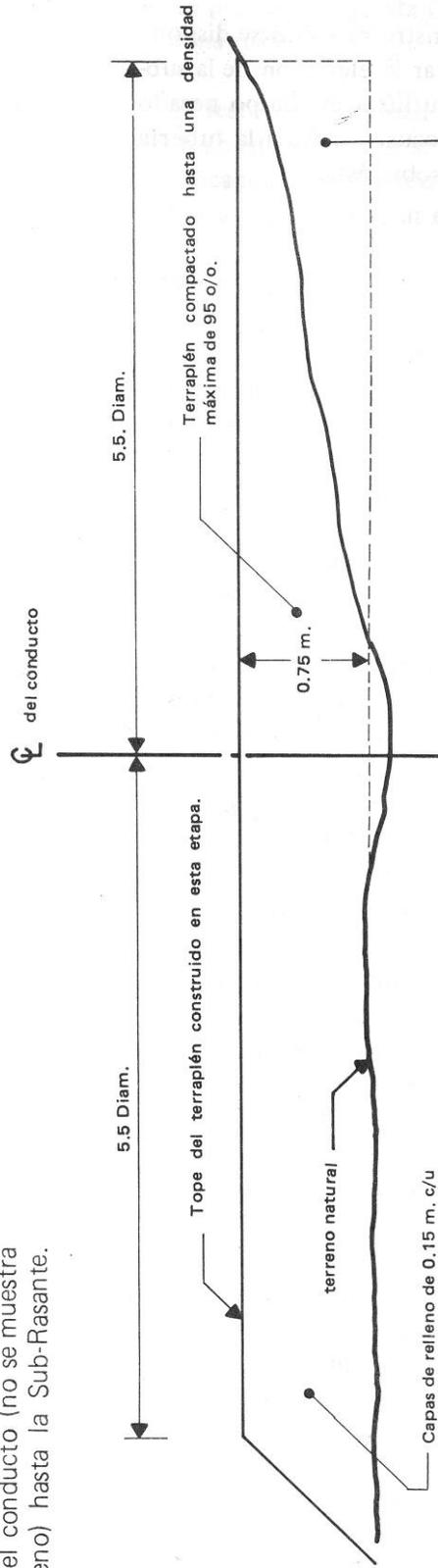
- c) Se procederá en esta forma hasta alcanzar un nivel del terraplén construido.
- d) El resto del terraplén hasta alcanzar la altura de la subrasante se construirá como se indique en los planos y/o en las Especificaciones Particulares, teniendo especial cuidado de no maltratar la tubería y de compactar el terreno debidamente sobre ésta.

**Artículo 229. MÉTODO "B".** El método B contempla lo siguiente:

- a) Se deberá construir el terraplén hasta una altura igual al diámetro exterior del tubo más 30 cm. y a una distancia horizontal medida perpendicularmente a cada lado de su eje de 5 ½ (cinco y medio) veces su diámetro. Luego se excavará la zanja con un ancho igual al diámetro del tubo más 45 cm. a cada lado de éste, y hasta 0.15 m. por debajo de la parte inferior tubo; se construirá el lecho adecuado y se instalará la tubería según se indica en estas Especificaciones.
- b) Una vez que la tubería haya sido instalada y verificadas sus juntas y niveles, se procederá a rellenar la zanja con material de préstamo, libre de terrones, piedras, raíces y material orgánico. Este material se colocará alrededor del tubo en capas de 15 cm. de espesor y se compactará debidamente hasta una altura igual al diámetro del tubo más 30 cm.
- c) La compactación alrededor de la tubería se hará con compactadoras mecánicas livianas o mediante el uso de pisonos metálicos operados manualmente.
- d) El relleno sobre el tope del tubo continuará en capas de 15 cm. y a una distancia horizontal medidas perpendicularmente a cada lado de su eje de 5 ½ (cinco y medio) veces su diámetro, hasta alcanzar una altura de 1(un) diámetro sobre el tope, compactándose en la misma forma que para las capas anteriores.
- e) Luego de que esta operación haya sido realizada, el prisma del material de relleno compactado directamente sobre el tope de la tubería y con un ancho igual al diámetro exterior del tubo más un máximo de 20 cm. a cada lado del mismo, deberá ser excavado hasta una profundidad cuyo tope inferior estará 30 cm. por encima del extremo superior de la tubería, con las paredes de la zanja lo más verticales posibles. Las hojas, pajas de arroz o aserrín podrán ser utilizadas para llenar hasta un cuarto a un tercio de la parte inferior de la zanja para asegurar la máxima compresibilidad de este relleno. A continuación la zanja se rellenará con material altamente compactable, lo más suelto posible. Las hojas, pajas de arroz o aserrín podrán ser utilizadas para llenar hasta un cuarto a un tercio de la parte inferior de la zanja para asegurar la máxima compresibilidad de este relleno.
- f) El resto del firme del terraplén se construirá según se dispone en las Especificaciones Particulares hasta alcanzar la elevación de la subrasante, teniendo cuidado de que al utilizar el equipo pesado sobre las zanjas recién rellenadas no causen daño a la tubería o compacte indebidamente el relleno sobre ésta.

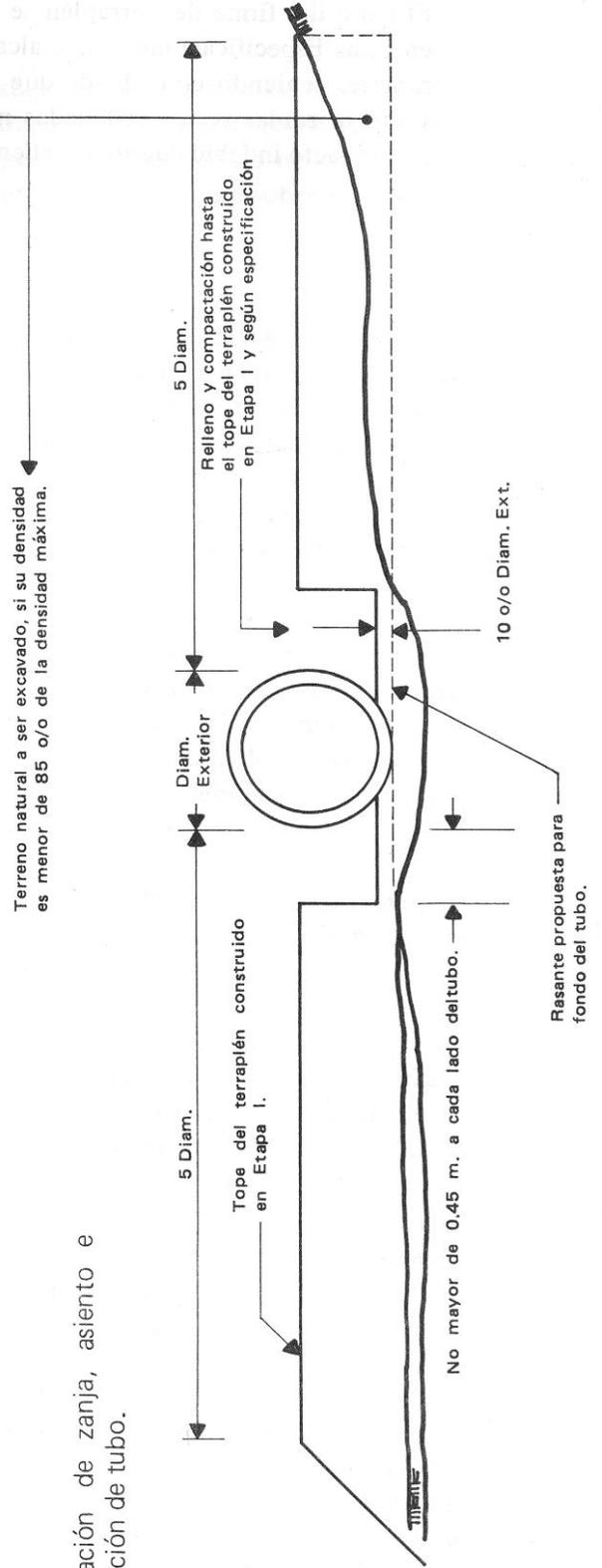
METODO "A"  
ETAPAS DE CONSTRUCCION

I. Construcción del terraplén en el lugar del conducto (no se muestra el relleno) hasta la Sub-Rasante.



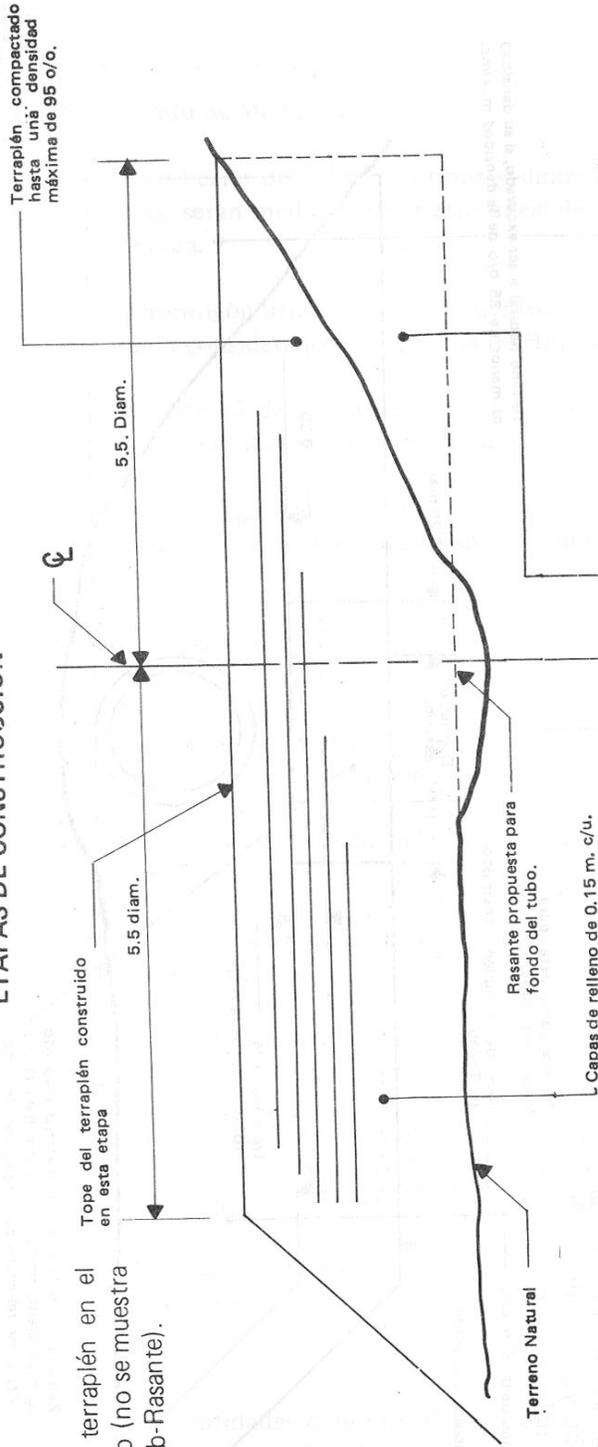
6.14

II. Excavación de zanja, asiento e instalación de tubo.



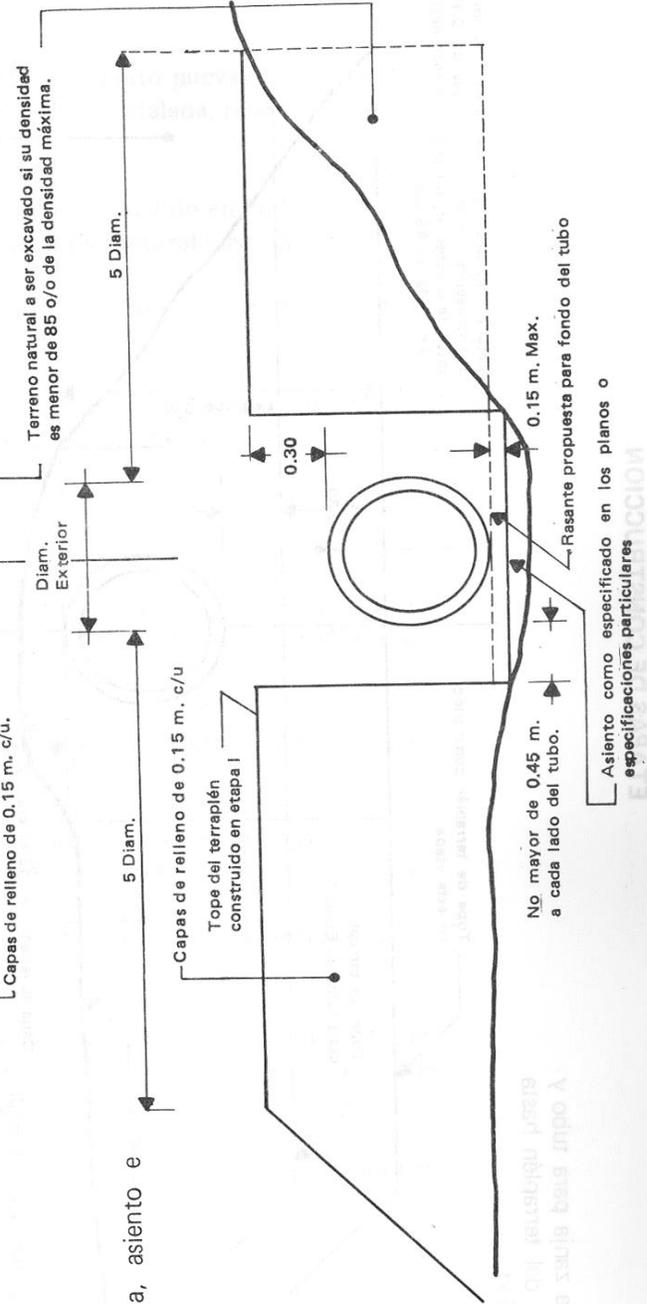
METODO "B"  
ETAPAS DE CONSTRUCCION

I. Construcción del terraplén en el lugar del conducto (no se muestra relleno hasta la Sub-Rasante).



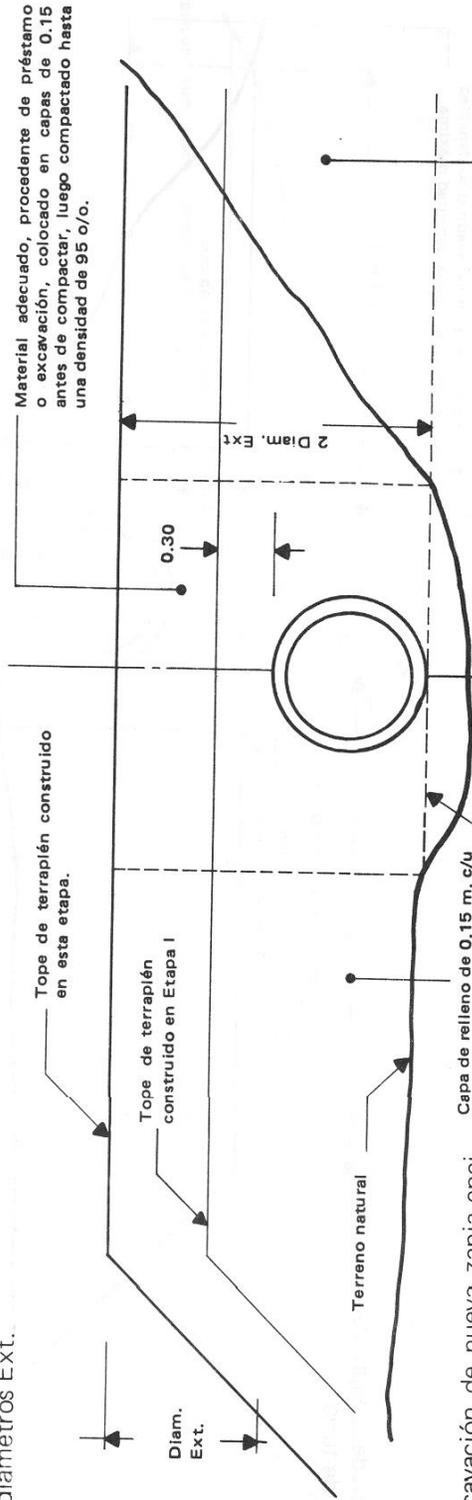
6.15

II. Excavación de zanja, asiento e instalación de tubo.

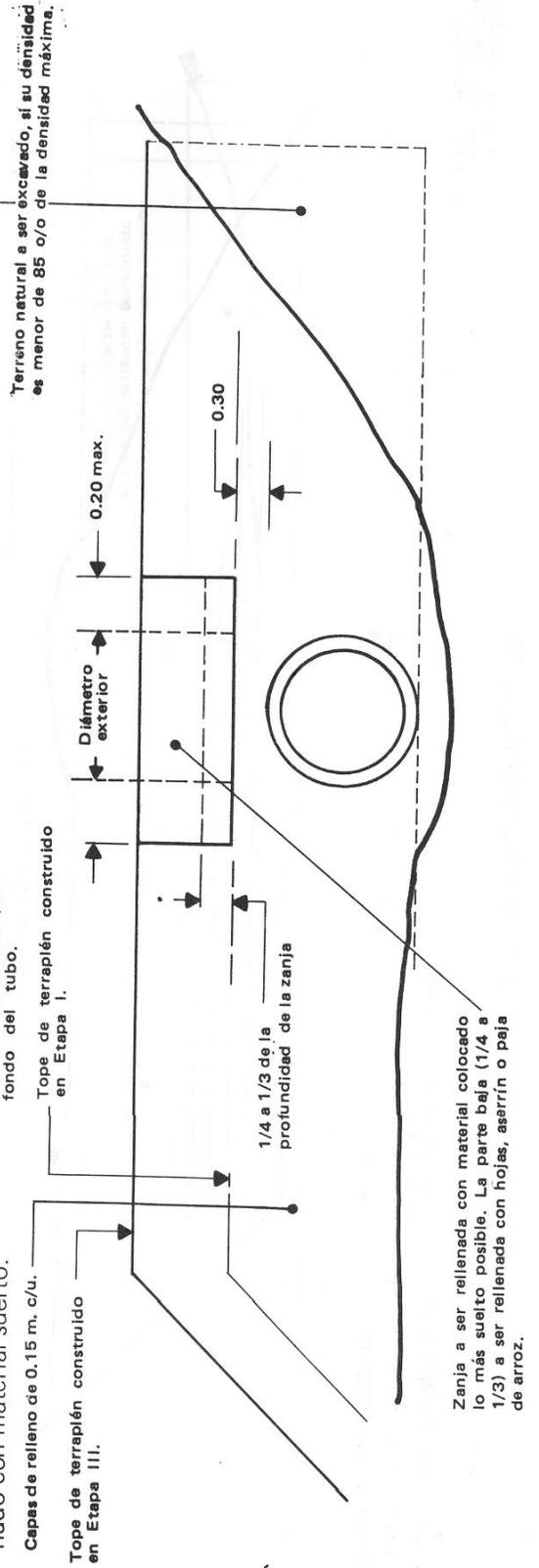


METODO "B"  
ETAPAS DE CONSTRUCCION

III. Relleno de la zanja para tubo y continuación del terraplén hasta 2 diámetros Ext.



IV. Excavación de nueva zanja encima del tubo ya instalado y rellenado con material suelto.



Zanja a ser rellena con material colocado lo más suelto posible. La parte baja (1/4 a 1/3) a ser rellena con hojas, aserrín o paja de arroz.

## CAPÍTULO IX ALCANTARILLAS DE TUBOS DE METAL

### Artículo 230. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES

- a) Esta Sección se refiere al suministro e instalación de ductos de metal corrugado, circulares, elípticos y de sección abovedada, de las dimensiones y espesores de plancha señalados en el Proyecto, con sus correspondientes accesorios.
- b) Los ductos de metal corrugado deberán estar constituidos por planchas acanaladas de acero galvanizado, de los espesores que se indiquen en el Proyecto y que cumplan con lo establecido en ASTM A 760M para corrugaciones 67.7 x 12.7 y 76.2 x 25.4, y con lo exigido por la ASTM A 761M para la corrugación 152.4 x 50.8. El recubrimiento de zinc en ambas caras será el especificado en el Proyecto, pero en ningún caso deberá ser inferior a 610 g/m<sup>2</sup>, determinado según lo establecido en las citadas normas.
- c) Los pernos deben cumplir con lo establecido en la norma ASTM A 449 (tipo 1), o con lo exigido por ASTM A 307 sólo en el caso de corrugación 67.7 x 12.7 con espesores iguales o menores que 2.5 mm. Las tuercas serán de calidad ASTM A563, Gr. B y Gr. A respectivamente. Pernos y tuercas deberán ser galvanizados de acuerdo con ASTM A 153 clase C.
- d) Antes de iniciar la instalación de los ductos, el Contratista deberá solicitar la conformidad del Ingeniero en cuanto a la calidad y estado de los elementos. Sólo se aceptarán ductos que se ajusten a lo establecido en las citadas normas, sin desperfectos que comprometan la estabilidad y duración de la estructura; además, deberán cumplir con lo que se especifica a continuación:
  1. La relación entre el diámetro efectivo y el diámetro nominal de los tubos circulares no variará en más de 5% para diámetros de hasta 1.000 mm, 3% para diámetros mayores que 1.000 mm y hasta 1.800 mm, y 2% para diámetros superiores a 1.800 mm;
  2. El espesor mínimo de las láminas de acero y el recubrimiento de zinc serán los especificados en el Proyecto;
  3. Los tubos no presentarán bordes mellados o rasgados;
  4. El galvanizado no presentará soldaduras, escamas o resquebraaduras;
  5. Las perforaciones no tendrán rebabas; y,
  6. Los pernos tendrán sus cabezas bien moldeadas.

**Artículo 231. EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y PREPARACIÓN DEL SELLO DE FUNDACIÓN.** Los ductos de metal corrugado, del tipo y espesor de plancha definidos en el Proyecto, se deberán instalar en zanjas previamente excavadas para dicho efecto, tanto en caminos existentes como de construcción nueva. Las tareas de excavación de dichas zanjas y la preparación del sello de sus fundaciones se regirán por lo establecido en el TÍTULO II de este Reglamento, a excepción del ancho de zanja por excavar, el que deberá ser igual a dos veces el diámetro del ducto a instalar.

**Artículo 232. INSTALACIÓN DE DUCTOS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Una vez terminados y aprobados los trabajos señalados en el artículo anterior, el Contratista podrá proceder con la instalación de los ductos.

- b) El armado de los ductos se iniciará en el punto bajo del tendido, colocando inicialmente el menor número posible de pernos para unirlos. Sólo después de haber montado una sección completa de tubos con apernado parcial, se deberá iniciar la colocación de los pernos restantes, apretando primeramente las tuercas a mano. Siempre se deberá trabajar desde el centro de la costura hacia los bordes. Una vez colocados todos los pernos de una sección, y comprobado que las partes estén bien alineadas y encajadas, se procederá a apretarlos. El apriete deberá alcanzar a 400 N m, con  $\pm 40$  N m de tolerancia para pernos de diámetro 19 mm ó 70 N m  $\pm 10$  N m si se trata de pernos de 12 mm.
- c) Antes de iniciar el relleno, deberán peraltarse a modo de contraflecha todos los tubos circulares de 1.0 m o más de diámetro. Los tubos de diámetros menores al señalado sólo se deberán peraltar cuando así se disponga en el Proyecto.
- d) El peraltamiento consistirá en incrementar el diámetro vertical en 5% de su valor a todo lo largo de la tubería, lo que podrá realizarse en terreno o venir preparado de fábrica. El peraltamiento en terreno podrá efectuarse mediante la colocación de cimbras adecuadas u otro procedimiento aprobado por el Ingeniero.
- e) Las amarras, puntales y otros elementos que se usen para peraltar las tuberías no deberán removerse, sino hasta después de construido el terraplén en toda su altura; en todo caso, deberán ser retirados antes de la construcción de muros de boca u otras estructuras de entrada y salida.

**Artículo 233. RELLENO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El material de relleno, incluso su colocación y compactación, se regirá por lo establecido en el TÍTULO II, y lo que se especifica a continuación:
- b) Cuando deban efectuarse rellenos de secciones abovedadas, se deberá tener presente que estas estructuras tienen la tendencia a desplazarse hacia un costado o deformarse hacia arriba. En estos casos, el relleno deberá cubrir primero la bóveda en un tramo hasta taparla completamente, para luego continuar de la misma manera hasta completar el relleno de la obra.
- c) El límite superior del relleno será el definido en los documentos del Proyecto; en su defecto, éste alcanzará la altura mínima que establezca el fabricante según las distintas dimensiones de los ductos sobre la clave de la estructura, o la altura que establezca el Ingeniero.

**Artículo 234. PROTECCIÓN DE TUBERÍAS COLOCADAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Se deberá tener presente que para no imponer tensiones indeseables a las tuberías colocadas debido al paso de vehículos, se requiere que ellas estén recubiertas por suelos compactados cuyo espesor sobre la clave no sea inferior a la establecida por el fabricante para cada ducto, 1/8 del diámetro horizontal y con un mínimo de 0.30 m, siempre que las cargas máximas no superen los pesos por eje autorizados en carreteras. Si en las tareas se utilizan vehículos o equipos con mayores pesos en los ejes, sobrecargados o cuando el tránsito por sobre la estructura se inicia antes de estar totalmente terminada la sección transversal proyectada, las tuberías deberán protegerse colocando un relleno adicional, cuyo espesor y características deberán establecerse mediante el correspondiente estudio. La preparación del referido estudio, así como la colocación y posterior retiro del relleno adicional, serán de responsabilidad y cargo del Contratista.
- b) Cualquier daño causado a las tuberías por el incumplimiento de lo especificado, deberá ser reparado por cuenta y cargo del Contratista, incluso el reemplazo de tuberías si fuere necesario.

**Artículo 235. UNIÓN DE DUCTOS NUEVOS CON EXISTENTES.** En cada unión de ductos nuevos con existentes, ya sean estos últimos de metal corrugado, de hormigón o de otro material, incluso de distinto diámetro, se deberá construir un collar de hormigón armado de las dimensiones y características señaladas en el Proyecto..

**Artículo 236. MEDIDAS DE SEGURIDAD.** Durante la ejecución de las obras, el Contratista tomará todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, peatones y del personal de obra, de acuerdo a lo dispuesto en las Disposiciones de Seguridad vigentes.

## **CAPÍTULO X ALCANTARILLAS CAJON DE HORMIGÓN ARMADO**

**Artículo 237. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES.** Esta Sección se refiere al suministro, transporte, instalación y control de cajones prefabricados de hormigón armado, para construir alcantarillas, colectores, desagües, pasos bajo nivel y otros conductos, de las dimensiones señaladas en el Proyecto.

**Artículo 238. CAJONES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El diseño, confección y características generales de los cajones prefabricados de hormigón armado se deberán ajustar a lo establecido en ASTM C1433, calculados según la norma AASHTO Standard para puentes, para camión HS 20-44, mayorado en 20% más factor de impacto, cumpliendo con:
  1. tura mínima de relleno sobre la clave: 0.60 m. se podrá aceptar rellenos menores, previa aprobación del cálculo que demuestre la estabilidad estructural del cajón. Además, deberán incluirse losas de acceso
  2. Recubrimiento mínimo de las armaduras: 25 mm. En caso de rellenos sobre la clave menores que 60 cm, el recubrimiento mínimo será de 50 mm.
- b) Los cajones a emplear deberán contar con la aprobación previa deL Ingeniero, en la que deberán constar los detalles de su diseño estructural, las alturas mínimas y máximas de relleno, y la calidad del suelo de fundación.
- c) Los cajones deberán tener perforaciones o insertos que permitan izarlos con fines de transporte e instalación.
- d) Cada cajón deberá llevar marcados la razón social del fabricante, la fecha de fabricación, el N° de pieza y el rango admisible de relleno sobre la clave.

**Artículo 239. EVALUACIÓN, CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS CAJONES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) El Contratista deberá informar previa y oportunamente al Ingeniero la procedencia de los cajones que pretende utilizar en la obra, debiendo proporcionarle además los antecedentes y certificados que acrediten que el fabricante tiene certificación y que las estructuras, hormigones y aceros se ajustan a los requisitos de confección establecidos en los planos y especificaciones de fabricación particulares aprobados. El Ingeniero se reserva el derecho de solicitar las memorias de cálculo estructural y los informes de mecánica de suelos respectivos para su revisión.
- b) No se aceptarán cajones con daños en los extremos de unión o cualquier otro daño que comprometa la estanqueidad de la unión, ni la estabilidad y durabilidad de la estructura.

**Artículo 240. SELLO DE UNIONES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los sellos flexibles que se utilicen para la hermeticidad de las uniones de los cajones deberán ser cordones preformados de material extruido de consistencia plástica, pudiendo ser del tipo sellador de bitumen o del tipo sellador de goma butilo, que cumplan con ASTM C990.
- b) Si se utilizaran sellos rígidos, del tipo mortero de arena cemento o *grouting*, sus características y condiciones de instalación deberán ser proporcionadas por el proveedor de los cajones, para aprobación del Ingeniero.

**Artículo 241. CAMA DE APOYO.** Para la cama de apoyo se utilizará material granular que cumpla con lo estipulado en el TÍTULO II, incluso su compactación.

**Artículo 242. BASE DE NIVELACIÓN.** Para la base de nivelación en que se apoyan los cajones se utilizará material granular del tipo arena gruesa o gravilla de 5 mm de tamaño máximo.

**Artículo 243. MORTEROS, ARENA Y GROUTING.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Los morteros que se utilicen para el relleno de orificios serán predosificados de alta resistencia con aditivo expansor y puente de adherencia.
- b) El relleno de huecos entre cajones paralelos o múltiples será arena fina. En cuanto a *grouting*, a utilizar con el mismo objeto, su tipo y consistencia será la que recomiende el fabricante.

**Artículo 244. EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y PREPARACIÓN DEL SELLO DE FUNDACIÓN.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Se tendrá especial cuidado en el transporte y almacenamiento de los cajones, a fin de no dañarlos, y ciñéndose a las instrucciones que el fabricante proporcione al respecto.
- b) Los cajones prefabricados se instalarán en zanjás previamente excavadas y debidamente preparadas para dicho efecto. Las excavaciones de las zanjás se ajustarán a lo especificado en esta Sección y en lo pertinente, a lo establecido en el TÍTULO II – MOVIMIENTO DE SUELOS, prestándose atención a lo estipulado respecto de conducir o desviar las aguas fuera de la zona de las obras.
- c) El ancho de las zanjás será el mínimo necesario para que los cajones puedan ser colocados, y sus uniones selladas adecuadamente y para asegurar la posterior compactación controlada del relleno estructural. A no ser que en el Proyecto se estipule de otra manera, éste será igual al ancho exterior del cajón, más 0.50 m a ambos lados.
- d) Las zanjás se excavarán hasta una profundidad mínima de 12 cm por debajo de la base de los cajones, de manera de dar cabida a una cama de apoyo, sobre la que se colocará la base de nivelación y los ductos. El sello de dichas excavaciones se perfilará con una tolerancia de  $\pm 2$  cm con respecto al plano de fondo establecido, y se compactará en una profundidad mínima de 20 cm. En el caso que la fundación sea sobre roca, la profundidad mínima de excavación será de 15 cm por debajo de la base del cajón. En la eventualidad de encontrar suelos no aptos para fundación en el fondo de las excavaciones, más allá de los 12 cm descritos anteriormente, se excavará, removerá y reemplazará el material en la profundidad que determine el Ingeniero, previo informe del Laboratorio.

**Artículo 245. INSTALACIÓN DE LOS CAJONES.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Para manejar, bajar e instalar los cajones prefabricados en la superficie preparada, el Contratista deberá emplear los equipos y procedimientos recomendados por el proveedor del producto. Para ello, se deberán utilizar las perforaciones o insertos provistos para el izaje en el cajón prefabricado. No se deberán usar cables pasados por su interior, ya que podría dañar sus extremos o causar otros destrozos.

- b) Antes de la instalación de los cajones, se deberá colocar sobre la cama de apoyo una base de nivelación de arena gruesa o gravilla de espesor comprendido entre 5 cm y 8 cm, de tal manera de lograr un asentamiento parejo de los elementos e impedir concentraciones de tensión después de la instalación. El ancho mínimo de la base de nivelación será igual al ancho exterior del cajón más dos espesores de pared.
- c) La colocación de los cajones se deberá iniciar por el extremo de aguas abajo de la obra, de manera que cada sección quede con el extremo hembra hacia aguas arriba, enfrentando el flujo.
- d) Se deberá prestar especial atención en la instalación del primer cajón, de tal manera de asegurar la línea de instalación del resto de los módulos.
- e) En el extremo de conexión con el módulo siguiente, se deberá excavar una zanja o canal de 0.30 m de ancho, para evitar arrastre de material al interior de la unión. Esto evitará pérdidas de alineación y un incorrecto funcionamiento del sello de la unión.
- f) Todas las juntas de unión de los cajones deberán ser selladas para prevenir posteriores filtraciones de agua o la introducción de materiales indeseables con sellos flexible tal como recomiende el proveedor del producto. Antes de aplicar el sello flexible, las superficies deben estar limpias y secas. Si se requiere mejorar la adherencia entre el sello flexible y el cajón, se utilizará un imprimante recomendado por el fabricante. Para lograr un sello efectivo, el material preformado debe ser comprimido hasta que reviente y escurra por el espacio machihembrado, dejando como máximo una separación de 1.5 cm entre cajones. Si se requiere mejorar la impermeabilidad otorgada por el sello flexible, se podrá utilizar un sello exterior adicional, de acuerdo con las instrucciones del proveedor.
- g) En el caso de utilizar alternativamente sellos rígidos, sus características, condiciones de colocación y curado, deberán ser proporcionadas por el proveedor de los cajones, sujeto a aprobación del Ingeniero.
- h) Cualquier orificio de fábrica que tuviera el cajón para facilitar el montaje, o los resultantes de la extracción de testigos, deberán sellarse herméticamente una vez terminada la instalación, con mortero de alta resistencia con aditivo expansor y colocado con puente de adherencia.
- i) Cuando se instalen cajones en paralelo o múltiples, se debe cuidar que se genere un buen apoyo entre los muros de los cajones adyacentes. Para estos efectos, se recomienda instalar los cajones dejando una separación mínima de 50 mm entre ellos, colocando un taco de madera. Posteriormente se procederá a rellenar estos espacios con arena fina o *grouting*.
- j) El método definitivo de instalación de los elementos prefabricados deberá ser propuesto por el Contratista y aprobado por el Ingeniero, sin perjuicio de la responsabilidad final del Contratista por la ejecución de las obras.

**Artículo 246. RELLENO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) En lo que no se contraponga con este Artículo, el material de relleno, incluso su colocación y compactación, se regirá por lo establecido en el TÍTULO II - MOVIMIENTO DE SUELOS. El límite superior del relleno será el definido en los documentos del Proyecto. En su defecto, éste alcanzará una altura de 30 cm sobre la clave de la estructura, o la altura que establezca el Ingeniero, según informes técnicos correspondientes.
- b) El relleno se colocará en capas uniformes en forma simultánea y pareja a ambos lados del cajón y en su parte superior; los espesores de las capas no deben ser mayores que el máximo permitido para lograr la densidad requerida.

- c) En el caso de cajones instalados en zanja, el relleno cubrirá lateralmente hasta las paredes de la zanja. La compactación será la exigida en el TÍTULO II, salvo la capa de 30 cm ubicada directamente sobre la clave de la estructura la que se colocará sin compactar o sólo apisonada manualmente.
- d) En caso de cajones instalados en terraplén, el relleno se extenderá 50 cm a cada lado del cajón y se construirá en conjunto con el resto del terraplén. La compactación será la exigida en el citado TÍTULO, salvo la capa de 30 cm ubicada directamente sobre la clave de la estructura, la que también se colocará sin compactar o sólo apisonada manualmente.

**Artículo 247. RELLENO.** El terraplén que rodea el cajón se construirá bajo sus propias especificaciones, salvo que se deberá tener presente una zona de seguridad sobre el cajón, delimitada por su ancho y una altura de 1.00 m sobre su clave, donde sólo se deberán utilizar equipos livianos para lograr la compactación especificada para el terraplén. La altura de seguridad sólo podrá ser distinta a la antes señalada si el fabricante del cajón lo recomienda en función de las características de los materiales y los equipos de compactación a emplear, lo que el Contratista documentará ante el Ingeniero.

#### **Artículo 248. PROTECCIÓN DE CAJONES COLOCADOS**

- a) Se deberá tener presente que para no imponer tensiones indeseables a los cajones durante la etapa constructiva, debidas al paso de vehículos de tarea, ellos deberán protegerse recubriéndolos con suelos compactados, cuyo espesor sobre la clave debe ser de a lo menos 1.0 m. Si en las tareas se utilizan vehículos o equipos con mayores pesos en los ejes, sobrecargados o cuando el tránsito por sobre la estructura se inicie antes de estar totalmente terminada la sección transversal proyectada, los cajones deberán protegerse colocando un relleno adicional, cuyo espesor y características deberán establecerse mediante el correspondiente estudio. La preparación del referido estudio, así como la colocación y posterior retiro del relleno adicional, serán de responsabilidad y cargo del Contratista.
- b) Cualquier daño causado a las estructuras por el incumplimiento de lo especificado deberá ser reparado por cuenta y cargo del Contratista, incluso el reemplazo de los cajones, si fuere necesario.

**Artículo 249. UNIÓN DE ALCANTARILLAS NUEVAS CON EXISTENTES.** En cada unión de cajones nuevos con alcantarillas existentes, ya sean estas últimas de hormigón, de metal corrugado o de otro material, incluso de distinta sección, se deberá construir un collar de hormigón armado de las dimensiones y características señaladas en el Proyecto. Sólo se admitirán alargues de alcantarillas de distinta sección, cuando no exista posibilidad de obstrucción con ramas, troncos u otro material arrastrado por las aguas, en función de la dirección del escurrimiento.

**Artículo 250. MEDIDAS DE SEGURIDAD.** Durante la ejecución de las obras, el Contratista tomará todas las medidas necesarias respecto de la seguridad del tránsito, peatones y del personal de obra de acuerdo con lo dispuesto en las Disposiciones de Seguridad vigentes.

## **TÍTULO XV OBRAS COMPLEMENTARIAS**

### **CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN Y ALCANCES**

#### **Artículo 251. DESCRIPCIÓN Y ALCANCES**

- a) Las obras comprendidas en este TÍTULO consisten en el suministro, confección y colocación de sistemas de drenaje y saneamiento de aguas de lluvia.

- b) Estas son obras básicas para el saneamiento directo del agua en las estructuras, como pueden ser barbacanas de desagüe de tableros de puente, sistema de drenaje y saneamiento en muros de contención de tierras, u otras obras de saneamiento de las estructuras.
- c) El proyecto de puentes puede considerar el desagüe directo de las aguas de lluvia de la calzada a través del tablero y hacia el cauce que se atraviesa. Las estructuras viales, en cambio, deben considerar un sistema de saneamiento que conduzca el agua fuera de la superficie expuesta del puente, a través de la plataforma vial, y hasta un lugar adecuado de evacuación, cuidando de que no caiga en algunos de los elementos de la estructura o sobre la vía.
- d) Los materiales a utilizar cumplirán con lo establecido en el Proyecto y en las ETP. En especial, los geotextiles que se utilicen, los geocompuestos drenantes y tuberías ranuradas.
- e) Para las barbacanas de puentes y drenajes de muros, salvo que se indique algo distinto en el Proyecto, se emplearán tubos de PVC, de los diámetros y longitudes indicados en el Proyecto en los lugares y distancias que ahí se señalan.

## **CAPÍTULO II BARBACANAS DE DESAGÜE**

**Artículo 252. BARBACANAS DE DESAGÜE.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las barbacanas de desagüe de la superestructura serán del tipo, calidad y dimensiones indicadas en el Proyecto y se colocarán en la posición ahí señalada.
- b) Las barbacanas se colocarán antes de hormigonar la losa, debidamente afianzadas, de modo de evitar desplazamientos y deformaciones durante el vaciado del hormigón.
- c) La longitud y ubicación de las barbacanas, tanto en planta y elevación, deben cuidar de no comprometer la capacidad de resistencia de los elementos estructurales del puente, como estribos, cepas y vigas, principalmente.

## **CAPÍTULO III SISTEMA DE DRENAJE DE MUROS DE CONTENCIÓN**

**Artículo 253. SISTEMA DE DRENAJE DE MUROS DE CONTENCIÓN.** El sistema de drenaje de muros de contención será el que se establezca en el Proyecto o, en su ausencia, se hará un drenaje subterráneo y un drenaje superficial, que se especifican seguidamente.

**Artículo 254. DRENAJE SUBTERRÁNEO.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Este consiste en un sistema de drenaje que se localiza en la parte baja del muro, a media altura, si las circunstancias lo ameritan, compuesto por barbacanas de PVC del diámetro y longitud que establezca el Proyecto, tapones perforados del mismo material y tela geotextil amarrada con alambre N°14, para impedir la fuga del material fino. Estos dispositivos permiten drenar el agua captada por el relleno estructural permeable que se coloca en el trasdós del muro. Las barbacanas de PVC se fijan a la estructura con acero de armaduras, según el Proyecto, o según proponga el Contratista, requiriéndose la aprobación previa del Ingeniero.
- b) En forma alternativa al uso de relleno estructural permeable, el Proyecto podrá disponer la colocación de un geocompuesto drenante para el mismo objetivo de captar las aguas

que se acumulen en el trasdós del muro. En este caso, no se requerirá que el relleno posterior sea estructural permeable. El geocompuesto deberá colocarse en posición cuasi vertical, adosado a la cara interior del muro. Las barbacanas de PVC se cortarán a ras de la cara interior del muro y no requerirán tapón ni geotextil. Alternativamente, en lugar de barbacanas, se podrá colocar una tubería ranurada de drenaje al pie interior del muro y conectada hidráulicamente al geocompuesto, envolviéndola con tela geotextil. Los desagües de la tubería deberán ser propuestos por el Contratista al Ingeniero, en función de las características propias del sitio de la obra.

**Artículo 255. DRENAJE SUPERFICIAL.** Este sistema consiste en conducir el agua que cae por el relleno protegido del muro, conduciéndola por una cuneta de hormigón, la que se desagua por los extremos mediante una tubería de PVC, que cuente con una rejilla de bronce para evitar la caída de elementos que tapen el conducto. La tubería de PVC debe desaguar a la cuneta o al sistema de drenaje de la vía.

#### **CAPÍTULO IV SISTEMA DE SANEAMIENTO SUPERFICIAL DE ESTRUCTURAS**

**Artículo 256. SISTEMA DE SANEAMIENTO SUPERFICIAL DE ESTRUCTURAS.** Se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Las estructuras viales se sanean normalmente como parte del sistema de saneamiento integral de las vías que sirven, mediante cunetas y bajadas de agua.
- b) Sin embargo, es muy importante considerar en este caso, que el paso del agua a través de las juntas de dilatación no se filtre y dañe la estructura. Para esto, se colocarán juntas sellantes, según se establece en el TÍTULO VII - JUNTAS DE DILATACIÓN
- c) En caso de requerirse un sistema distinto para bajar el agua desde la estructura, se podrá utilizar el sistema de saneamiento superficial descrito para el caso de muros, el cual, en este caso, corresponderá a un sistema de drenaje que comprenderá cunetas especiales y tuberías de desagües.
- d) Cuando no se utilice el sistema referido, el Contratista deberá proponer un sistema alternativo de drenaje para la estructura, para conducir el agua superficial, dimensionando los elementos de acuerdo con los requerimientos reales de evacuación de aguas del caso, justificando adecuadamente su uso.
- e) El sistema propuesto será revisado por el Ingeniero debiendo aprobarlo antes de su confección y colocación.