











eesalamanca
Ingeniería & Construcción

ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.521-2023

REALIZAR UN ESTUDIO CON ALCANCE DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO EN EL SECTOR GUAYABALES- LA SIRENA- CORREGIMIENTO LA BUITRERA

PRODUCTO MT 6
DISEÑO HIDROSANITARIO

ANEXO 2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION
V01

SERVICIOS / SERVICES
INGENIERÍA Y DISEÑO ENGINEERING & DESIGN
CONSTRUCCIÓN CONSTRUCTION
SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
CONSTRUCTION MANAGEMENT
MERCADOS / MARKETS
AGUA Y AGUA RESIDUAL WATER & WASTEWATER
EDIFICACIONES Y DESARROLLO URBANO
BUILDINGS AND URBAN DEVELOPMENT
TRANSPORTE TRANSPORTATION
ENERGÍA Y ELECTRICIDAD ENERGY & POWER

CLIENTE: ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI- UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS

ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.521-2023

PROYECTO: REALIZAR UN ESTUDIO CON ALCANCE DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO EN EL SECTOR GUAYABALES- LA SIRENA- CORREGIMIENTO LA BUITRERA

TITULO DEL DOCUMENTO: PRODUCTO MT 6- DISEÑO HIDROSANITARIO_ ANEXO 2_ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

PREPARADO POR: Ing. EDWARD ENRIQUE SALAMANCA ALVAREZ
Matricula Profesional No. 76237201294VLL

Rev.	Fecha	Preparación	Aprobaciones		Observaciones
			EESA	Cliente	
00	2024-03-04	EESA	EESA	UAESPM	Emitido para revisión de Interventoría
01	2024-05-02	EESA	EESA	UAESPM	Emitido para revisión de Interventoría

DISEÑO E INTERVENTORIA

ELABORADO POR:	**INTERVENTORIA**:
EESALAMANCA S.A.S.	AGUDELO & GUTIERREZ INGENIERÍA S.A.S
Ing. EDWARD ENRIQUE SALAMANCA ALVAREZ MP# 76237-201294 VLL	Ing. JUAN FELIPE AGUDELO MP# 76236-317603 VLL

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6

2 ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 7

2.1 PRECISIÓN EN LAS CANTIDADES DE OBRA 7
2.2 MATERIALES 7
2.3 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS 7
2.4 ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS Y PRELIMINARES 8
2.5 PROGRAMA DE TRABAJO 8
2.6 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN 9
2.7 RESPONSABILIDAD POR DAÑOS Y RECLAMOS 9
2.8 BITÁCORA DE CAMPO 10

3 ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL PROYECTO 11

3.1 EXCAVACIONES 11
3.1.1 ALCANCE 11
3.1.1.1 Limpieza del sitio y demolición 11
3.1.1.2 Replanteo 12
3.1.1.3 Descapote 12
3.1.1.4 Clasificación de las excavaciones 12
3.1.1.4.1 Excavación en tierra en seco 12
3.1.1.4.2 Excavación en tierra bajo agua 13
3.1.1.4.3 Excavación en conglomerado 13
3.1.1.4.4 Excavación en conglomerado bajo agua 13
3.1.1.4.5 Excavación en piedra 13
3.1.1.4.6 Excavación de piedra bajo agua 13
3.1.1.4.7 Excavación en Roca 14
3.1.1.4.8 Excavación en Túnel 14
3.1.1.5 Límites de la excavación 14
3.1.1.6 Métodos de excavación 14
3.1.1.6.1 Generalidades 14
3.1.1.6.2 Uso de Explosivos 15
3.1.1.6.3 Protección de la excavación 15
3.1.1.7 Excavaciones para nivelación y vías 16
3.1.1.8 Excavación para la cimentación de estructuras 16
3.1.1.9 Excavación de zanjas 16
3.1.1.10 Derrumbes 18
3.1.1.11 Acumulación del material excavado 18
3.1.1.12 Cargue, retiro y disposición 19
3.1.1.13 Medida y Pago 19
3.2 RELLENOS 20
3.2.1 ALCANCE 20
3.2.1.1 Organización de los trabajos 20

3.2.1.1.1 Propuesta de Rellenos 20
3.2.1.1.2 Almacenamiento y manejo de sobrantes 21
3.2.1.2 Preparación del sitio 21
3.2.1.3 Aspectos constructivos 22
3.2.1.3.1 Construcción de rellenos contra estructuras y tuberías 22
3.2.1.3.2 Extensión y compactación del material de relleno 22
3.2.1.4 Materiales de relleno 25
3.2.1.4.1 Características generales de los materiales 25
3.2.1.4.2 Material importado seleccionado suministrado por contratista 25
3.2.1.4.3 Materiales provenientes de excavación 26
3.2.2 MEDIDA Y PAGO 27
3.2.2.1 Medida 27
3.2.2.2 Pago 27
3.3 RETIROS 27
3.3.1 ALCANCE 27
3.3.1.1 Retiro de material sobrante de la excavación 27
3.3.1.2 Acarreo interno de materiales e insumo 28
3.3.1.3 Retiro temporal de material de excavación para usarse posteriormente como relleno 28
3.3.2 MEDIDA Y PAGO 29
3.4 TUBERÍA 29
3.4.1 TUBERÍAS PLÁSTICAS 29
3.4.1.1 Alcance 29
3.4.1.1.1 Tubería de PVC aligerada 29
3.4.1.1.2 Transporte de la tubería 30
3.4.1.1.3 Transporte de otros materiales 30
3.4.1.1.4 Descarga, distribución y almacenamiento de la tubería 31
3.4.1.1.5 Manipuleo de la Tubería 31
3.4.1.1.6 Corte de los tubos 31
3.4.1.1.7 Instalación de las tuberías 31
3.4.1.1.8 Instalación de tuberías en cimentaciones clase A 32
3.4.1.1.9 Juntas para tuberías 33
3.4.1.1.10 Factor de seguridad en la instalación 33
3.4.1.2 Medida y pago. 34
3.4.2 CONEXIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIAR 34
3.4.2.1 Alcance 34
3.4.2.1.1 Requisitos generales 34
3.4.2.1.2 Conexión de la acometida a la red principal de alcantarillado 35
3.4.2.1.3 Instalación de conexión domiciliaria 37
3.4.2.2 Medida de pago 38
3.5 ESTRUCTURAS EN CONCRETO 38
3.5.1 CÁMARAS DE INSPECCIÓN TIPO B 38
3.5.1.1 Alcance 38
3.5.1.2 Medida y pago 39
3.5.2 CÁMARAS DE CAÍDA 39
3.5.2.1 Alcance 39
3.5.2.2 Medida y pago 40
3.6 ANCLAJE EN CONCRETO PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO EN ALTAS PENDIENTES 40
3.6.1 ALCANCE 40

3.6.2 MEDIDA Y PAGO 40
3.7 DEMOLICIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO 41
3.7.1 CORTE, ROTURA Y DEMOLICIÓN CALZADA EN CONCRETO 41
3.7.1.1 Alcance 41
3.7.1.2 Medida y pago 41
3.7.2 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO 41
3.7.2.1 Alcance 41
3.7.2.1.1 Generalidades 42
3.7.2.1.2 Formaletas 42
3.7.2.1.3 Colocación del acero de refuerzo 42
3.7.2.1.4 Extendido del concreto con regla vibratoria 45
3.7.2.1.5 Extendido del concreto con rodillos vibratorios 45
3.7.2.1.6 Extendido del concreto con formaleta deslizante 45
3.7.2.1.7 Flotado del concreto 45
3.7.2.1.8 Texturizado del concreto 46
3.7.2.1.9 Curado del concreto 46
3.7.2.1.10 Juntas 46
3.7.2.1.11 Juntas de contracción 47
3.7.2.1.12 Juntas de expansión 47
3.7.2.1.13 Juntas de construcción 48
3.7.2.1.14 Corte de juntas 49
3.7.2.1.15 Sello de juntas 49
3.7.2.1.16 Casos Específicos del Proceso Constructivo 50
3.7.2.2 Medida y pago 53
3.8 ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EL VIADUCTO 54
3.8.1 DESCRIPCIÓN 54
3.8.2 MATERIALES 54
3.8.2.1 Acero 54
3.8.2.1.1 Acero Estructural 54
3.8.2.1.2 Acero Estructural de Baja Aleación y Alta Resistencia 54
3.8.2.1.3 Acero Estructural de Baja Aleación y Alta Resistencia para Soldar 55
3.8.2.1.4 Acero Estructural de Alta Resistencia para Construcción Pernada 55
3.8.2.1.5 Chapas de Acero Estructural Templado y Revenido de Baja Aleación y Alta Resistencia 55
3.8.2.1.6 Chapas de Acero Aleado y Templado de Alta Resistencia a la Fluencia 55
3.8.2.1.7 Pernos de Alta Resistencia 55
3.8.2.1.8 Aceros Cobrizados 57
3.8.2.1.9 Transmisores de Cortante Soldados 57
3.8.2.1.10 Camisas de Acero 58
3.8.2.2 Electrodos, Electrodos-fundentes y Metal de Aporte para Soldadura 58
3.8.2.3 Piezas Forjadas de Acero 58
3.8.2.4 Fundiciones de Acero 59
3.8.2.4.1 Fundiciones de Acero para Puentes 59
3.8.2.4.2 Fundiciones de acero con aleaciones de cromo 59
3.8.2.5 Fundiciones de Hierro 59
3.8.2.6 Fundiciones de Hierro Dúctil 59
3.8.2.7 Fundiciones Maleables 59
3.8.2.8 Materiales para Juntas y Apoyos 59
3.8.2.8.1 Almohadillas Elastoméricas de Soporte 59

3.8.2.8.2 Almohadillas Preformadas de Caucho y Fibra de Algodón 60
3.8.2.9 Materiales para Cubrimiento 60
3.8.3 EQUIPO 60
3.8.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 61
3.8.4.1 Diseño, Planos e Identificación del Acero durante la Etapa de Fabricación 61
3.8.4.1.1 Diseño y Planos 61
3.8.4.1.2 Identificación de Aceros durante la Fabricación 61
3.8.4.2 Fabricación 62
3.8.4.2.1 Almacenamiento de Materiales 62
3.8.4.2.2 Montaje en el Taller 62
3.8.4.2.3 Perforación de Agujeros para Pernos 63
3.8.4.2.4 Enderezamiento del material 64
3.8.4.2.5 Curvatura de Vigas Laminadas y Ensambladas 65
3.8.4.2.6 Corte a la llama 65
3.8.4.2.7 Ajuste para el empernado 65
3.8.4.2.8 Diagrama de Contraflechas 66
3.8.4.2.9 Marcas de Coincidencia 66
3.8.4.2.10 Terminado de Bordes y Superficies de Apoyo 66
3.8.4.2.11 Juntas Colindantes 67
3.8.4.2.12 Fabricación de Elementos 67
3.8.4.2.13 Platinas Curvas 67
3.8.4.2.14 Ajuste de los Angulares de Refuerzo 68
3.8.4.2.15 Barras de Ojo 68
3.8.4.2.16 Revenido y Alivio de Esfuerzos 68
3.8.4.2.17 Pasadores y Rodillos 69
3.8.4.2.18 Conexiones con pernos normales 70
3.8.4.2.19 Conexiones con Pernos de Alta Resistencia 71
3.8.4.2.20 Soldadura 72
3.8.4.3 Embarque y Almacenamiento de los Elementos 73
3.8.4.3.1 Embarque 73
3.8.4.3.2 Almacenamiento 74
3.8.4.4 Montaje 74
3.8.4.4.1 Generalidades 74
3.8.4.4.2 Diagrama de Montaje 74
3.8.4.4.3 Obra Falsa 74
3.8.4.4.4 Métodos de Trabajo 75
3.8.4.4.5 Apoyos y anclajes 75
3.8.4.4.6 Enderezamiento de Material Doblado y Contraflecha 76
3.8.4.4.7 Ensamblaje 76
3.8.4.4.8 Conexiones con Pasadores 76
3.8.4.4.9 Pintura de Campo 77
3.8.4.4.10 Ajustes de Defectos 77
3.8.4.5 Remoción de la Obra Falsa y Limpieza 77
3.8.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS 78
3.8.5.1 Controles 78
3.8.5.2 Condiciones Específicas para el Recibo y Tolerancias 78
3.8.5.2.1 Recibo de Materiales 78
3.8.5.2.2 Identificación 78

3.8.5.2.3 Perforaciones 78
3.8.5.2.4 Fabricación y montaje 79
3.8.5.3 Medida y Pago 79

1 INTRODUCCIÓN

Para contribuir al cumplimiento de las obligaciones que tiene la ALCALDIA DE CALI y la entidad prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado del sector rural (UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP), la ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI por medio de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP contrató los servicios de EESALAMANCA, con el propósito de REALIZAR UN ESTUDIO CON ALCANCE DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO EN EL SECTOR GUAYABALES- LA SIRENA- CORREGIMIENTO LA BUITRERA, en el cual se propone diseñar tramos de alcantarillado faltantes en el sector.

Los productos de la ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.521-2023, se indican a continuación:

PRODUCTO 1- Levantamiento topográfico (ubicación, altimetría, planimetría) con estación de topografía convencional, con información georreferenciada cumpliendo IDESC.
PRODUCTO 2- Construcción de mojones.
PRODUCTO 3- Ortofomosaico de área de influencia del proyecto.
PRODUCTO 4- Levantamiento censo poblacional a beneficiar.
PRODUCTO 5- Estudio de suelos y geotecnia.
PRODUCTO 6- Diseño hidrosanitario.
PRODUCTO 7- Diseño estructural.
PRODUCTO 8- Plan de Manejo Ambiental.

El presente documento corresponde al Producto MT 6- Diseño Hidrosanitario_ Anexo 2_Especificaciones Técnicas de Construcción, que EESALAMANCA pone a consideración de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP en desarrollo de la ACEPTACIÓN DE OFERTA No. 4182.010.26.1.521-2023, mencionado anteriormente.

2 ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

2.1 PRECISIÓN EN LAS CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra para los diferentes ítems entregados al CONTRATISTA en el formulario de precios y cantidades de obra son aproximadas. Por lo tanto, cualquier variación en los volúmenes, áreas, longitudes o unidades descritas en dichos formularios no será objeto de reclamación por parte del CONTRATISTA; igualmente la inclusión o exclusión de algún ítem debido a cambios por imprevistos (autorizados por el SUPERVISOR) no le da derecho al CONTRATISTA a ningún tipo de reclamo.

2.2 MATERIALES

Las especificaciones de los materiales representan los estándares mínimos que se consideran necesarios para lograr un proyecto satisfactorio. No se admitirán sustituciones de los materiales especificados sin el permiso escrito del SUPERVISOR del proyecto.

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el CONTRATISTA; estos materiales deberán cumplir con todos los requisitos de calidad exigidos en Especificaciones de Construcción y/o en los planos de Construcción y/o exigencias del SUPERVISOR del proyecto.

El CONTRATISTA deberá conseguir oportunamente todos los materiales y suministros que se requieran para la construcción de las obras y mantener permanentemente una cantidad suficiente de ellos para no retrasar el progreso de los trabajos.

Todos los materiales están sujetos a inspección, muestreo, pruebas, repetición de pruebas y rechazo, en cualquier momento antes de la aceptación de los trabajos.

El CONTRATISTA deberá remover los materiales que se consideran defectuosos o no cumplen con las especificaciones.

El SUPERVISOR no aceptará ningún reclamo de costos o plazos por parte del CONTRATISTA, por falta o escasez de materiales o elementos de construcción.

2.3 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

El CONTRATISTA deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las obras y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones de construcción, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos. El CONTRATISTA deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir, no serán causal que exima al CONTRATISTA del cumplimiento de sus obligaciones. El SUPERVISOR se reserva el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del CONTRATISTA, de aquellos equipos que a su juicio sean inadecuados o ineficientes o que por sus características no se ajusten a los

requerimientos de seguridad o incapacidad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato.

Las condiciones de operación de los equipos deberán ser tales, que no se presenten emisiones de sustancias nocivas que sobrepasen los límites permisibles de contaminación de los recursos naturales, de acuerdo con las disposiciones ambientales vigentes.

Los equipos deberán tener los dispositivos de señalización necesarios para prevenir accidentes de trabajo.

2.4 ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS Y PRELIMINARES

En la organización de los trabajos se deberán considerar las recomendaciones establecidas en los estudios técnicos y ambientales del proyecto. El CONTRATISTA organizará los trabajos en tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con los requerimientos técnicos necesarios, las medidas de manejo ambiental que establezca la autoridad ambiental y UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP, los permisos, autorizaciones y concesiones de carácter ambiental y administrativo y demás normas nacionales y regionales aplicables al desarrollo del proyecto.

Los trabajos se deberán ejecutar de manera que no causen molestias a personas, ni daños a estructuras, servicios públicos, zonas verdes, espacio público y otras propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la construcción de las obras. Igualmente, se minimizará, de acuerdo con las medidas de manejo ambiental y los requerimientos establecidos por las autoridades ambientales, las afectaciones sobre recursos naturales y la calidad ambiental del área de influencia de los trabajos.

El avance físico de las obras en el tiempo deberá ajustarse al programa de trabajo aprobado, de tal manera que permita el desarrollo armónico de las etapas constructivas siguientes a la que se esté ejecutando.

Cualquier contravención a los preceptos anteriores será de responsabilidad del CONTRATISTA. Por esta causa, el SUPERVISOR podrá ordenar la modificación de procedimientos o la suspensión de los trabajos.

2.5 PROGRAMA DE TRABAJO

Antes de iniciar la obra el CONTRATISTA presentará al INTERVENTOR un programa de trabajo de conformidad con el incluido en la propuesta, en el cual no sólo se fije el orden de ejecución sino el periodo y rendimiento de equipos y mano de obra para cada ítem.

El programa de trabajo constará de las siguientes partes:

- Diagrama de ruta crítica (CPM). En este diagrama deben indicarse el orden, interdependencia, duración estimada y tiempo de iniciación y terminación de las actividades más importantes requeridas para la construcción de las obras. Los periodos se especificarán en días calendario contados a partir de la fecha legal de iniciación del contrato.

- Las líneas de precedencia con intervalo nulo deberán marcarse dobles, y con la línea triple de la cadena que constituye la ruta crítica. En el diagrama se anotarán los nombres de las actividades y se identificarán con un número de referencia.
- Diagrama de barras, que será la representación gráfica con escala de tiempo del diagrama descrito anteriormente.
- Memoria técnica. Contendrá la descripción detallada del Plan de Trabajo y de los métodos de construcción, según el caso, que se ofrecen para llevar a cabo la obra. Esta memoria incluirá una descripción del trabajo comprendido en cada una de las actividades programadas, con indicaciones de los métodos de construcción previstos, del número, tipo y capacidad de los equipos que se asignarán, de los rendimientos esperados, de las fuentes de materiales, de los subcontratistas que se utilizarán, y de toda otra información pertinente. Cualquier desviación de lo presentado en la propuesta tendrá que ser explicada y justificada a la INTERVENTORIA, la cual podrá rechazar el cambio.

Las actividades descritas deberán referenciarse con la numeración utilizada en el diagrama lógico y el diagrama de barras.

2.6 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Todos los trabajos relacionados con el Proyecto se harán de acuerdo con los Planos de Construcción suministrados.

Los Planos de Construcción y las Especificaciones Técnicas, así como los otros documentos del Pliego de Condiciones, son complementarios entre sí, de tal manera que cualquier punto que figure en uno de los Documentos tendrá tanto valor como si figurará en los demás.

- Modificación de los Planos de Construcción. Cuando de acuerdo con las condiciones encontradas en el sitio de los trabajos, el INTERVENTOR y/o SUPERVISOR estime necesario hacer cambios en los Planos de Construcción, procederá a incluir las revisiones del caso en los Planos Originales o producir los dibujos o esquemas adicionales para llevar a cabo los trabajos con las modificaciones planteadas.
- Carteras de campo. Los trabajos de localización y construcción quedarán consignados en carteras que el CONTRATISTA entregará al INTERVENTOR y/o SUPERVISOR a medida que se vaya terminando los trabajos.

2.7 RESPONSABILIDAD POR DAÑOS Y RECLAMOS

El CONTRATISTA, en su condición de patrono único, deberá cumplir con todas las disposiciones del Código Sustantivo del Trabajo, demás leyes del país y documentos contractuales y dejar a salvo a quien representa el INTERVENTOR y/o SUPERVISOR, de cualquier juicio, demanda o reclamo por cualquier daño o perjuicio que ocasione a cualquier persona o propiedad durante la ejecución de la obra contratada.

Los daños que se ocasionen en redes de servicios públicos, andenes, separadores, pavimentos, edificaciones, puentes, obras de arte, y demás estructuras vecinas a las zonas de obras, por causas imputables al CONTRATISTA debido a la operación de sus equipos en las obras o en las vías pública o privada, serán reparados por su cuenta y a costa suya.

El transporte de equipos, de materiales de excavaciones, materiales pétreos y demás materiales provenientes de los trabajos o con destino a las obras, se hará por las rutas aprobadas por el INTERVENTOR y/o SUPERVISOR, sin interrupción del tránsito normal. El CONTRATISTA tendrá en cuenta las disposiciones sobre tránsito automotor emanadas por las autoridades competentes.

2.8 BITÁCORA DE CAMPO

La verificación de los trabajos de construcción, eventos importantes de la obra y los registros de la actividad diaria de trabajo se registrarán en una bitácora que será del uso exclusivo del Interventor, el CONTRATISTA y UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP, a través de los funcionarios que éstos deleguen al inicio de la Bitácora.

Las bitácoras registrarán claramente (pero sin limitarse a ello) cualquier autorización a las modificaciones, reducciones y adiciones o a cualquier cambio realizado debido a errores en los planos o a cualquier otra condición, con referencia al número y a la fecha de la comunicación con la cual la INTERVENTORÍA del Proyecto autorizó hacerlo.

La bitácora deberá permanecer en poder de la INTERVENTORÍA, y una vez que el CONTRATISTA haya diligenciado sus registros la enviará a la INTERVENTORÍA. Cada registro deberá ser firmado al pie del mismo, por el Interventor y el Contratista.

Cada libro de bitácora finalizado se deberá conservar en poder de la INTERVENTORÍA; el CONTRATISTA conservará una copia del mismo.

3 ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL PROYECTO

Para la ejecución del presente proyecto, se tienen como especificaciones particulares las que se enumeran a continuación.

3.1 EXCAVACIONES

3.1.1 ALCANCE

El trabajo especificado en esta sección comprende el suministro de la mano de obra, equipos, herramientas y materiales para ejecutar las excavaciones requeridas para la obra como se enuncia a continuación:

- Limpieza y demoliciones requeridas
- Localización de canales, tuberías, edificios, tajeas, estructuras especiales y obras complementarias requeridas.
- Descapote
- Excavación para canales
- Excavación para nivelación general del terreno, vías internas tanto vehiculares como peatonales.
- Excavación para cimentación de estructuras.
- Excavación para la instalación de tuberías, drenajes, conductos, tuberías de alcantarillado pluvial y sus obras complementarias.
- Retiro de derrumbes.
- Cargue, retiro y disposición de material sobrante.

3.1.1.1 Limpieza del sitio y demolición

EL CONTRATISTA llevará a cabo la limpieza de las zonas a ser ocupadas por las obras permanentes, obras provisionales o el almacenamiento temporal de materiales.

Para este propósito el CONTRATISTA retirará los árboles, arbustos, troncos, raíces, maleza, cercas, etc., y demolerá los edificios existentes dentro de las áreas a limpiar.

Los materiales que puedan eliminarse por medios de combustión serán quemados en la obra. El resto de materiales serán transportados al sitio indicado en los planos o donde lo autorice la INTERVENTORIA.

Cuando el material sobrante se disponga en el predio de la obra no se reconocerá pago alguno por esta limpieza. Cuando el material se disponga fuera del predio, los costos de transporte y cargue al sitio autorizado por la INTERVENTORIA., se pagarán bajo el ítem de cargue, retiro y disposición de material sobrante.

Las vías pavimentadas, andenes y zonas verdes deterioradas o afectadas por la obra bajo este contrato, serán restaurados a su condición original de acuerdo con las normas y especificaciones del municipio de Santiago de Cali- Valle del Cauca.

3.1.1.2 Replanteo

EL CONTRATISTA llevará a cabo la localización de las vías de acceso, así como de las vías internas vehiculares y peatonales, estructuras, tuberías y canales de acuerdo con los planos y la información adicional e instrucciones dadas por la INTERVENTORIA.

Ninguna excavación se iniciará sin la aprobación previa de la INTERVENTORIA. Para este propósito el CONTRATISTA elaborará todos los trabajos de tránsito y nivel requeridos para determinar con precisión la ubicación, niveles y dimensiones de todas las partes que componen las estructuras y sus obras complementarias.

El replanteo no se considerará como un ítem separado para el pago. Por lo tanto, su costo debe incluirse en el ítem correspondiente de excavaciones.

3.1.1.3 Descapote

EL CONTRATISTA descapotará cualquier zona donde vaya a utilizar la capa subyacente como material de construcción o para colocar sobre ella un relleno de cualquier naturaleza. Para llevar a cabo el trabajo debe retirarse toda la vegetación o la capa vegetal antes de iniciar la excavación o el relleno o la utilización de material importado.

Ningún árbol podrá ser derribado ni mutilado sin necesidad absoluta. Donde sea necesario cortar alguno, el CONTRATISTA obtendrá el permiso previo de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP.

Los materiales resultantes del descapote serán transportado a las zonas o botaderos que designe o apruebe la INTERVENTORIA.

No se considerará el descapote como ítem separado de pago. Su costo estará incluido en el precio del ítem correspondiente a excavación en terreno común.

3.1.1.4 Clasificación de las excavaciones

Para efectos de pago las excavaciones se clasificarán en los siguientes tipos:

3.1.1.4.1 Excavación en tierra en seco

Quedará comprendido dentro de esta clasificación todo el material no pedregoso constituido por depósitos sueltos o moderadamente cohesivos, tales como grava, arenas, limos o arcillas, o cualquiera de sus mezclas, con o sin constitutivos orgánicos, formados por agregación natural o no, excavable por los medios corrientes, sin intervención de explosivos y que puedan ser excavados con herramientas de mano y pala o con maquinaria pesada convencional para este tipo de excavación.

3.1.1.4.2 Excavación en tierra bajo agua

Es la excavación del material relacionado en el ítem 3.2.1.4.1, la cual debe ser la correspondiente al nivel freático cuando supera la cota de fondo de la obra y exige el uso de equipo mecánico especial para la extracción del agua de la zanja.

No se considera excavación bajo agua la debida a lluvias, infiltraciones, fugas de acueducto, pérdidas o corrientes superficiales que puedan ser corregidas o desviadas sin necesidad de bombeo. Tampoco será determinada la excavación bajo agua cuando deba hacerse la extracción normal del agua infiltrada, o del agua lluvia de la brecha por medio de bombeo. El INTERVENTOR y/o SUPERVISOR de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS-UAESP no permitirá el trabajo de excavación, instalación de tubería, ni construcción de ningún tipo de estructura en una excavación inundada por el agua.

3.1.1.4.3 Excavación en conglomerado

Quedará comprendido dentro de esta clasificación, todo el material pedregoso, que se puede separar del sitio en que se encuentre por medio de pala o equipo mecánico; que se encuentre por encima del nivel freático y cuyo tamaño sea tal que se permita su retiro por medio de pala manual o medio mecánico.

3.1.1.4.4 Excavación en conglomerado bajo agua

Es la excavación del material relacionado en el ítem 3.2.1.4.3 y que está por debajo del nivel freático existente y que exija el uso continuo de equipo mecánico especial para la extracción del agua de la zanja.

3.1.1.4.5 Excavación en piedra

Queda comprendida en esta clasificación el material suelto pedregoso (tipo de lecho de río) mayor de 1 pulgada hasta 5 pulgada que se pueda separar del sitio en que se encuentre por medio de pala o equipo mecánico que se encuentre por encima del nivel freático.

3.1.1.4.6 Excavación de piedra bajo agua

Es la excavación del material relacionado en el ítem 3.2.1.4.5 y que se encuentre por debajo del nivel freático existente y que exija el uso continuo de equipo mecánico especial para la extracción del agua de la zanja.

3.1.1.4.7 Excavación en Roca

Quedará comprendido dentro de esta clasificación todo el material fuertemente litificado o todas aquellas formaciones naturales provenientes de la agregación natural de granos minerales, conectados mediante fuerzas cohesivas permanentes y de gran intensidad, que tenga dureza y contextura tal, que no pueda ser aflojado o resquebrajado con herramientas de mano y/o que sólo pueda removerse con el uso de explosivos u otros métodos. Los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Contratista y/o Urbanizador proponga usar para excavación en roca debe ser previamente aprobados y autorizados por las entidades correspondientes y la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS-UAESP, lo cual no releva al CONTRATISTA de la responsabilidad que le pueda corresponder por daños a terceros.

3.1.1.4.8 Excavación en Túnel

Las excavaciones en túnel se permitirán en los casos claramente indicados en los planos de construcción o cuando resulte necesario colocar la tubería bajo vías o estructuras existentes que no puedan removerse.

3.1.1.5 Límites de la excavación

EL CONTRATISTA no excavará más allá de las líneas y taludes indicadas en los planos y/o indicados por la INTERVENTORIA. Cualquier sobreexcavación hecha por debajo de las líneas y niveles indicados en los planos y/o establecidos por el INTERVENTOR correrán por cuenta del CONTRATISTA.

La sobreexcavación deberá llenarse con hormigón simple de 140 Kg/cm^2 o cualquier otro material adecuado aprobado por la INTERVENTORIA., por cuenta del CONTRATISTA.

Cuando la sobreexcavación se ejecuta con la aprobación previa de la INTERVENTORIA., al CONTRATISTA se le podrá reconocer el pago de dicha sobreexcavación y del material de relleno utilizado para restaurar los niveles originalmente establecidos. Esta compensación se hará de acuerdo con lo indicado por la INTERVENTORIA.

3.1.1.6 Métodos de excavación

3.1.1.6.1 Generalidades

Las excavaciones podrán hacerse con maquinaria o a mano, o mediante una combinación de ambos procedimientos, de tal manera que se garanticen los rendimientos ofrecidos en la propuesta y que las superficies excavadas resulten uniformes y firmes, ajustadas a las dimensiones requeridas.

Los métodos de excavación deberán ser previamente conocidos por la INTERVENTORIA, así como cualquier cambio que el CONTRATISTA decida hacerles. Aunque la dirección de la obra y la selección de los métodos constructivos son prerrogativas del CONTRATISTA, el INTERVENTOR podrá hacer observaciones justificadas a los métodos de excavación y pedir cambios en ellos.

Cuando la excavación se realice en las inmediaciones de tuberías, estructuras o taludes existentes, el CONTRATISTA tomará las precauciones que sean necesarias para evitar daños y si éstos se producen los reparará por su cuenta a satisfacción de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP.

La tierra extraída debe retirarse en la misma operación o colocarse a suficiente distancia de la excavación para que no se convierta en sobrecarga sobre los taludes.

3.1.1.6.2 Uso de Explosivos

El uso de explosivos estará estrictamente limitado a las zonas de la obra donde se requiera. Su política y cantidad deben ser tales que no aumenten necesariamente la excavación, agrieten las rocas circundantes o deterioren las estructuras existentes. Los métodos de almacenamiento, transporte, manipuleo y detonación cumplirán en todas sus partes las órdenes y especificaciones establecidas por el Ministerio de Defensa Nacional. EL CONTRATISTA será totalmente responsable del suministro, transporte, almacenamiento y detonación de los explosivos.

La excavación con uso de explosivos debe llevarse a cabo bajo la dirección de personas muy experimentadas en esas labores, teniendo en cuenta todas las precauciones necesarias para prevenir cualquier accidente. Es necesario obtener la aprobación previa de la INTERVENTORIA respecto a los sitios donde se efectuará la excavación, la calidad y cantidad de los explosivos, los métodos y la profundidad a la cual se efectuará cada detonación. Sin embargo, esta aprobación no relevará al CONTRATISTA de toda la responsabilidad.

3.1.1.6.3 Protección de la excavación

EL CONTRATISTA será responsable de la estabilidad de los taludes provisionales. Deberá soportar y proteger a satisfacción de la INTERVENTORIA., las superficies expuestas hasta que se efectúe el relleno correspondiente o hasta la terminación de la obra.

La protección y soporte de la excavación incluirá el suministro, instalación y remoción de soportes provisionales como entibados y codales, muros colados, tablestacas metálicas, pantallas de bentonita-cemento, obras de drenaje con su sistema de bombeo y desviación de aguas superficiales.

Los métodos utilizados para la protección de la excavación deberán permanecer hasta la culminación de la obra, por cualquier otro propósito o razón indicada por la INTERVENTORIA.

Los taludes permanentes deberán terminarse a mano con esmero hasta obtener superficies pulidas y estables. Las bermas y terrazas se mantendrán libres de materiales sueltos.

3.1.1.7 Excavaciones para nivelación y vías

Las excavaciones para nivelación general del terreno y para las vías de acceso e internas se llevarán a cabo de acuerdo con las pendientes y niveles indicados en los planos o por la INTERVENTORIA.

Cuando el nivel de la excavación se encuentra sobre un material que obstaculice los trabajos, la INTERVENTORIA podrá autorizar al CONTRATISTA a retirar dicho material hasta un nivel adecuado por debajo de éste donde se encuentre terreno estable. El relleno a efectuarse hasta el nivel original deberá compactarse y aprobarse por la INTERVENTORIA.

Las excavaciones por debajo de los niveles indicados, autorizadas por la INTERVENTORIA., se pagarán a los precios unitarios del ítem correspondiente a la excavación. El material de relleno se pagará de acuerdo con el precio unitario respectivo.

3.1.1.8 Excavación para la cimentación de estructuras

El fondo y taludes de la excavación a ser recubiertos con concreto serán acabados con precisión de acuerdo con los niveles y taludes establecidos. No se permitirá el uso o instalación de equipo pesado de construcción a distancias menores a 0,50 m de los taludes o caras laterales ni a distancias menores a 0,40 m del nivel final del fondo de la excavación. Esto con el fin de evitar cualquier cambio en la cimentación.

Tan pronto se haya concluido la excavación manual de la última capa, se vaciará concreto Clase E sobre el fondo de la excavación con fines de limpieza y sellamiento tal como se muestra en los planos y/o se indica por la INTERVENTORIA.

Las excavaciones que no requieran concreto de sellamiento deberán ser total y continuamente protegidas con lona, lienzo u otro material aprobado por la INTERVENTORIA, hasta el vaciado del concreto.

Si por cualquier razón, en cualquier lugar se excava más allá de los niveles requeridos, el CONTRATISTA deberá llenar a su propio costo tal espacio con hormigón simple de 140 Kg/cm^2 u otro material adecuado que se le indique. Sin embargo, cuando la INTERVENTORIA encuentre que un material no es apropiado como nivel de cimentación, la INTERVENTORIA podrá autorizar el retiro de dicho material hasta una profundidad por debajo de dicho nivel y posteriormente rellenar con un material autorizado o con concreto hasta el nivel de la cimentación. En este caso al CONTRATISTA se le reconocerá el pago de la excavación y del concreto a los respectivos precios unitarios de los ítems correspondientes.

3.1.1.9 Excavación de zanjas

La excavación de zanjas para la instalación de tuberías y para la construcción de las obras complementarias tales como cámaras de válvulas, cajas de inspección, anclajes, cámaras de unión, etc. se deberán ejecutar de acuerdo con los niveles y pendientes mostrados en los planos y como lo indique el INTERVENTOR.

El ancho de las zanjas deberá cumplir las especificaciones de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP para la construcción de redes de acueducto y alcantarillado. Para las tuberías de alcantarillado el ancho máximo de las zanjas puede observarse en la Tabla No. 1.

Tabla No. 1- Anchos máximos de excavación tuberías de alcantarillado

TUBERIA DE PVC – ALIGERADA		
Diámetro nominal		Ancho máximo
pulg	mm	m
6	160	0.60
8	200	0.60
10	250	0.65
12	315	0.70
16	400	0.80
18	450	0.85
20	500	0.90
24		1.05
27		1.15
30		1.20
33		1.25
36		1.35
39		1.45
42		1.50

TUBERIA DE CONCRETO – HORMIGON		
Diámetro nominal		Ancho máximo
pulg	mm	m
6	150	0.60
8	200	0.70
10	250	0.75
12	300	0.80
14	350	0.85
15	375	0.90
16	400	0.90
18	450	0.95
20	500	1.05
24	600	1.15
27	675	1.30
30	750	1.40
36	900	1.50
	1000	1.65
	1100	1.75
	1200	1.90
	1300	2.00
	1400	2.10
	1500	2.20
	1600	2.35
	1700	2.45
	1800	2.60
	1900	2.70
	2000	2.80
	2150	3.00
	2300	3.15
	2450	3.35
	2600	3.50

Cuando el nivel de la excavación se encuentre sobre un material que obstaculice la instalación de sus obras complementarias, la INTERVENTORIA podrá autorizar el retiro de dicho material por debajo de los niveles establecidos hasta alcanzar un terreno estable. Así mismo autorizará el relleno compactado correspondiente, hasta el nivel original con un material adecuado.

El material excavado por debajo del nivel de las tuberías y ductos o por debajo del nivel de la cimentación de sus obras complementarias, autorizado por la INTERVENTORIA se pagará por capítulos.

Cuando se considere necesario, en la opinión de la INTERVENTORIA., cambiar los niveles y pendientes de la excavación durante la ejecución de las obras debido a las condiciones encontradas o por cualquier motivo y al CONTRATISTA se le ha autorizado dicho cambio o revisión antes de alcanzar los niveles y pendientes indicados en los planos o previamente autorizados por la INTERVENTORIA., dicha excavación y relleno se pagará por capítulos autorizados junto con dichos cambios.

EL CONTRATISTA suministrará y reparará los entibados y acodalamientos necesarios para proteger las paredes de la excavación para garantizar así la seguridad de los trabajadores, evitar posibles daños a las estructuras o redes y para prevenir el movimiento del terreno adyacente. Donde el INTERVENTOR lo indique, el CONTRATISTA suministrará el entibado hasta el fondo de la excavación o hasta la profundidad requerida para proteger los trabajos. La INTERVENTORIA podrá, a su juicio, autorizar el entibado a una altura determinada por encima del fondo de la excavación, donde ésta requiera de estabilidad. Sin embargo, esta autorización no releva al CONTRATISTA de su responsabilidad, tal como se define en el contrato.

El entibado, a no ser que se indique lo contrario por parte de la INTERVENTORIA., debe ser retirado una vez el relleno haya alcanzado una altura tal que permita su remoción sin causar ningún problema. El retiro se efectuará de tal forma que asegure una protección adecuada de toda la estructura y que evite el deterioro del terreno adyacente.

El costo de suministro, colocación y retiro de entibados y apuntalados o de cualquier otro tipo de sistema utilizado para la protección de la excavación, no debe incluirse en el precio unitario de la excavación. Se debe incluir en el precio de la excavación correspondiente y se pagara por capítulos.

3.1.1.10 Derrumbes

El CONTRATISTA efectuará todas las excavaciones de tal manera que se minimicen todas las posibilidades de derrumbes y desestabilización del fondo de las excavaciones debido a las arenas. Con este fin el CONTRATISTA proveerá el drenaje y bombeo necesarios para disponer el agua de la excavación. EL CONTRATISTA tomará todas las precauciones para prevenir dichos derrumbes.

El CONTRATISTA será responsable de remover de las excavaciones cualquier derrumbe que ocurra, a su propio costo, sin causar daños a las estructuras adyacentes. Los daños resultantes de los derrumbes serán reparados por el CONTRATISTA a su propio costo.

3.1.1.11 Acumulación del material excavado

El CONTRATISTA acumulará provisionalmente el material de excavación a ser utilizado posteriormente en la obra, con fines distintos a relleno, en los sitios indicados por la INTERVENTORIA.

EL CONTRATISTA retirará el material en el menor tiempo posible del sitio de la excavación hasta el sitio autorizado.

No se permitirá la colocación de este material alrededor de las zonas de trabajo o de los bordes de la excavación.

El almacenamiento provisional del material excavado a ser utilizado posteriormente como material de relleno se efectuará en lugares que no atenten contra la seguridad de los trabajadores y de las personas. Estos lugares serán autorizados por la INTERVENTORÍA.

El material de la excavación adecuado para el relleno de prados deberá almacenarse con los cuidados indicados por la INTERVENTORIA. Este material no se podrá retirar ni mezclar con otros materiales sin autorización de la INTERVENTORIA.

EL CONTRATISTA proveerá los sitios necesarios de acumulación de materiales, así como las obras requeridas para garantizar el drenaje adecuado de las mismas. EL CONTRATISTA almacenará el material en forma ordenada (compactando), capa por capa y teniendo en cuenta todas las medidas necesarias para obtener su estabilidad.

El material debe ser dispuesto mediante un buldozer en capa de 30 cm.

Cuando el INTERVENTOR juzgue que la disposición del material es in adecuado, ordenará su modificación sin reconocer pago alguno al CONTRATISTA.

3.1.1.12 Cargue, retiro y disposición

El CONTRATISTA debe remover y disponer el material sobrante de la excavación en los sitios o botaderos aprobados por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS-UAESP.

Los costos requeridos para esta labor, incluyendo aquellos de acondicionamiento previo de los sitios seleccionados serán incluidos en el ítem respectivo. El CONTRATISTA proporcionará el equipo requerido para el cargue, transporte y disposición del material sobrante a una distancia de 5 KM a la redonda.

Si por cualquier razón la INTERVENTORIA autoriza la disposición del material sobrante a una distancia mayor de cinco (5) km a la redonda, se reconocerá el costo adicional por dicho trabajo al CONTRATISTA de acuerdo con el ítem respectivo.

No se permitirá la disposición de material sobrante en sitios diferentes a aquellos autorizados por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP. El CONTRATISTA no hará uso del material para propósitos distintos a aquellos establecidos en el contrato, ni lo venderá, ni lo entregará a terceras personas para su uso.

Cuando con autorización de la INTERVENTORIA., el material sobrante sea retirado por los habitantes de las zonas adyacentes para beneficio de la comunidad, no se reconocerá pago alguno al CONTRATISTA por dicho retiro.

3.1.1.13 Medida y Pago

Antes de iniciar las excavaciones, la INTERVENTORÍA y el CONTRATISTA, conjuntamente, tomarán sobre el terreno y certificarán los datos topográficos básicos que han de servir para computar el movimiento de tierra con la exactitud suficiente para satisfacer a ambas partes.

Las medidas para las excavaciones será el volumen en metros cúbicos, calculado entre el perfil original del terreno y las líneas de excavación mostradas en los planos o autorizadas por la INTERVENTORÍA.

En el caso de que haya roca, no como estrato continuo sino como piedras aisladas mayores de ½ metro cúbico, el INTERVENTOR determinará por muestreo el porcentaje de excavación constituido por las rocas y dividirá la excavación total en la proporción así determinada.

El pago de la excavación se hará por metro cúbico, al precio unitario del contrato, para toda la obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada por la INTERVENTORÍA. El pago de la sacada de derrumbes en las excavaciones que se hagan en la margen del río Cañaveralejo para la construcción del viaducto, se hará también por metro cúbico, al precio unitario del contrato.

El precio unitario cubrirá los costos de equipo, herramientas, materiales, mano de obra, dirección técnica, administración y utilidad del contratista y se hará de acuerdo con el precio unitario consignado en el contrato.

3.2 RELLENOS

3.2.1 ALCANCE

Esta norma aplica para la construcción de rellenos, define los materiales a ser utilizados y los métodos y frecuencia de muestreo para las obras de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP. El CONTRATISTA.

3.2.1.1 Organización de los trabajos

3.2.1.1.1 Propuesta de Rellenos

El CONTRATISTA con 30 días de anticipación al inicio de los trabajos de relleno, debe presentar por escrito a la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP. El CONTRATISTA una propuesta de metodología de rellenos, sujeta a aprobación, donde se especifiquen para cada material, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Fuentes de materiales de relleno debidamente aprobadas por la autoridad ambiental competente (DAGMA y/o CVC).
- Los resultados de los ensayos de laboratorio, teniendo en cuenta que se cumplan los requisitos especificados para los materiales con respecto a: granulometría, índice de plasticidad, desgaste en la máquina de los Ángeles, solidez en sulfatos de sodio y magnesio, CBR, compactación Próctor modificado, materia orgánica y aquellos adicionales que por las características del sitio que la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP considere pertinentes. Los anteriores resultados de acuerdo con su destinación deben satisfacer las especificaciones de la presente norma.
- Características de los equipos a utilizar.
- Métodos de excavación, cargue y transporte de los materiales.
- Métodos para lograr la humedad que asegure la obtención de la densidad especificada.
- Procedimiento de colocación.
- Espesores de las capas.
- Método de compactación.

Aunque la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP acepte la propuesta, la aprobación final está supeditada a su comportamiento en obra y revisión de INTERVENTOR y/o SUPERVISOR.

La propuesta de rellenos debe cumplir con lo estipulado en el Plan de Manejo ambiental de la obra.

3.2.1.1.2 Almacenamiento y manejo de sobrantes

Los trabajos de clasificación y selección de agregados, así como la separación de partículas de tamaño diferente al especificado, deben efectuarse en el sitio de explotación o elaboración y no en la obra. Los materiales se deben almacenar en sitios cubiertos o cubriéndolos con lonas o plásticos, y en forma separada cuando sean diferentes. El material que se encuentre en contacto con la superficie natural del terreno y se contamine no debe ser utilizado.

El INTERVENTOR y/o SUPERVISOR debe vigilar que el CONTRATISTA mantenga y conserve adecuada y limpia el área de la obra en todas sus etapas y hasta su recibo definitivo.

3.2.1.2 Preparación del sitio

Previamente a la construcción de cualquier relleno se deben realizar como mínimo las siguientes actividades:

- Desmonte y limpieza del área, demolición y traslado de estructuras.
- Ejecución de obras necesarias para el drenaje y subdrenaje tales como las cunetas, desagües y filtros.
- Preparación de la superficie, escarificando, nivelando y compactando el terreno, el afirmado o la superficie donde se debe colocar el relleno. La superficie terminada debe quedar con la densidad y las cotas requeridas; si tiene irregularidades mayores de las tolerancias, el CONTRATISTA debe corregirlas.
- Cuando se programen obras de concreto antes de la construcción de rellenos, debe esperarse hasta que esas obras cumplan los requerimientos mínimos de resistencia necesaria y que se hayan construido las respectivas obras de protección.

En los casos de colocación de rellenos sobre tuberías solo se deben colocar los materiales después de que éstas se hayan instalado a satisfacción el INTERVENTOR y/o SUPERVISOR y luego de ejecutar los siguientes trabajos:

- Prueba de infiltración y exfiltración.
- Revestimiento de las uniones cuando sea pertinente.
- Reparación del revestimiento de la tubería, si es el caso.
- Levantamiento Topográfico detallado de la posición de la tubería. Excepto cuando se especifique algo diferente, no se debe colocar el relleno hasta cuando se haya removido el entibado correspondiente a la franja sobre la cual se coloca la capa de relleno. Sólo se podrán colocar rellenos directamente contra una estructura de concreto, siempre y cuando se hayan removido todos los encofrados y entibados y las estructuras hayan adquirido la resistencia suficiente que le permita soportar las cargas impuestas por los materiales de relleno.

3.2.1.3 Aspectos constructivos

La construcción de rellenos incluye el suministro, transporte, preparación, colocación y, cuando se indique, la compactación del material de relleno solicitado, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones mostrados en los planos del proyecto. Al terminar cada día, la superficie de la obra debe quedar compactada, nivelada y con la inclinación para que el agua drene sin que se presente el fenómeno de la erosión o lavado del material.

En los rellenos a media ladera, la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP puede exigir, por estabilidad, terracearlos o escalonarlos con las excavaciones que considere convenientes.

3.2.1.3.1 Construcción de rellenos contra estructuras y tuberías

La colocación del relleno contra una estructura de concreto se debe hacer después de catorce días de vaciado el concreto o en el tiempo indicado por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP, de manera que, las obras cumplan con los requisitos mínimos de resistencia necesaria.

Antes de poner en operación el equipo de compactación apropiado, se debe asegurar que la altura de relleno sobre la tubería, esté de acuerdo con lo especificado, para evitar esfuerzos perjudiciales sobre las tuberías o sobre cualquier estructura, la profundidad de relleno sobre ellas será suficiente, para que permita el paso de tales equipos, sin que se presenten esfuerzos perjudiciales o vibraciones en las tuberías y estructuras.

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de obras, se deben colocar y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de evitar la contaminación entre los diferentes tipos de materiales. La construcción de los rellenos se debe hacer con el cuidado necesario para evitar presiones excesivas y daños a la estructura. Cuando no se contemple la colocación de material filtrante o geotextil al respaldo de la estructura, se debe colocar grava o roca triturada en las cercanías de los huecos de drenaje o lloraderos, cuando estos existen, para evitar presiones excesivas y segregación del material de relleno.

En las zonas de terreno inclinado donde se desee ampliar los terraplenes existentes o construir uno nuevo, el talud existente o el terreno natural previamente preparado, debe cortarse en forma escalonada o terraceada, de acuerdo con los planos o las instrucciones de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP, de tal forma que se garantice la estabilidad del terraplén nuevo.

Los rellenos alrededor de cámaras de inspección, tuberías y obras similares se deben ejecutar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación.

3.2.1.3.2 Extensión y compactación del material de relleno

- Relleno en zanja:

La zanja debe rellenarse inmediatamente después de la instalación de la tubería protegiéndola de rocas que puedan caer en la zanja y evitando la posibilidad de flotación en caso de inundación. Inicialmente debe compactarse el relleno por debajo y alrededor de la tubería utilizando el método y equipos aprobados por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP. Después de que se ha drenado el agua del relleno, la densidad del material debe ser igual o mayor a la indicada por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP o las establecidas en las especificaciones del proyecto, debiendo conservarse los registros de conformidad frente a lo especificado. La compactación se debe efectuar longitudinalmente comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho mínimo de un tercio del ancho del rodillo o vano del compactador. En las zonas inclinadas se hace desde el borde inferior al superior. El material de relleno se colocará en ambos lados de los tubos, en capas no mayores de 0.10 m y su compactación se hará cuidadosamente para evitar la rotura o desplazamiento de las tuberías. Se tendrá especial cuidado en las primeras capas alrededor de las tuberías hasta 0.30 m. por encima de la clave, atendiendo las alturas de las capas y los tipos de materiales establecidos en las cimentaciones definidas en el proyecto y lo establecido por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP.

Por encima de los 30 cm. a clave de tubería, se podrán adelantar capas de 20 cm. de espesor compactos.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras, no permitan el empleo del equipo convencionalmente utilizado, se deben compactar con equipos apropiados y aprobados para el caso, sin que las densidades sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa del relleno.

- Colocación de capas y cordones

El material del relleno se debe colocar en capas paralelas a la superficie, preferiblemente horizontales, con el espesor especificado y de manera uniforme para obtener el grado de compactación exigido según el material. Los materiales de cada capa deben ser de características uniformes. No se debe colocar ninguna capa adicional hasta que la anterior cumpla las condiciones exigidas; las capas deben tener adherencia y homogeneidad entre sí.

El espesor de la capa compactada hasta 30 cm. por encima de la clave de la tubería debe ser el menor entre el calculado como 3.0 veces el tamaño máximo del material o 0.20 m. Se deben conservar los registros de conformidad, aprobados por autoridad competente.

En diques o jarillones, el material se debe colocar previamente en un cordón de sección uniforme, donde se verifica su homogeneidad. Si se van a combinar materiales, se deben mezclar formando cordones separados para cada material y luego se deben combinar para lograr su homogeneidad. Luego se extiende en capas. A menos que se indique otro método, cuando se mezclen dos o más materiales se debe hacer en seco para obtener una mezcla uniforme y luego se puede añadir agua por medio de riego y mezclas sucesivas hasta alcanzar la humedad especificada y uniforme en todo el material. Cuando se llenen oquedades, el material debe quedar compactado de tal forma que la resistencia del relleno sea al menos la del suelo que se llena y en el caso de rocas la solicitada por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP, pero en ningún caso menor de 500 KPa.

En las zonas del relleno de tuberías de diámetro menores de 254 mm (10 pulg.) en donde no es posible trabajar con equipos mecánicos y se compacta a mano, deben disminuirse los espesores de las capas a 10 cm. para lograr el porcentaje de compactación establecido.

- Condiciones de humedad

El CONTRATISTA debe alcanzar en obra para cada material, el contenido de humedad que asegure el grado de compactación máximo.

Cuando el material tenga una humedad diferente de la adecuada para la compactación, el CONTRATISTA debe desarrollar las actividades necesarias para lograr la humedad requerida. La UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP puede aceptar alternativas propuestas por el CONTRATISTA pudiendo desecar por aireación, adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como cemento, ceniza, cal y debe adoptar todas las precauciones para garantizar la integridad física de los operarios. Con la humedad adecuada se debe compactar mecánicamente la capa. En los cimientos y núcleos del relleno, la densidad que alcancen las diferentes capas no debe ser menor de la exigida.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, se deberá garantizar que no se deteriore la capa subyacente en el proceso por ingreso de agua o sobrepeso.

Excepto cuando lo permita el tipo de material, las condiciones y el método de trabajo, por ejemplo en trabajos en áreas cubiertas o colocando cubiertas temporales, la construcción no se debe realizar en instantes de lluvia o cuando exista riesgo de ocurrencia. la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP no considera las demoras ocasionadas por este factor como causal de pago adicional.

- Equipo de compactación

La compactación debe realizarse con equipos manuales o mecánicos, rodillos apisonadores, compactadores vibratorios o combinados. El Contratista y/o Urbanizador debe tener en el sitio de trabajo el equipo necesario asegurando su capacidad de operación. Los compactadores manuales de impacto tipo tandem vibratorios y neumáticos horizontales deben tener una superficie de apisonamiento no mayor de 15x15 cm. y un peso no menor de 10 kg.

- Control de calidad de la compactación

El control de compactación de los rellenos se debe llevar a cabo comparando la densidad de campo con la máxima densidad seca obtenida en el laboratorio. La UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP ordenará las pruebas de densidad en el terreno, por jornada y por material, con muestras tomadas en la cantidad y en los sitios que estime conveniente. En caso de que los resultados de los ensayos presenten valores inferiores a los especificados, el CONTRATISTA debe tomar las medidas complementarias necesarias tales como compactación adicional, escarificación, estabilización o cualquier método aprobado previamente por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP para obtener la calidad del producto requerida.

- Control de los espesores

El control del espesor de los rellenos compactados se debe llevar a cabo midiendo en obra y comparando con lo especificado en los diseños. En caso de que los espesores resulten diferentes a los de diseño, con tolerancia más o menos 2 cm, el CONTRATISTA debe tomar las medidas complementarias necesarias tales como retiro o colocación del material sobrante o faltante. Los excesos de material cuyas especificaciones sean superiores a las de su reemplazo pueden ser aceptados sin pago adicional al constructor por este concepto.

3.2.1.4 Materiales de relleno

3.2.1.4.1 Características generales de los materiales

Los materiales utilizados como relleno en las obras de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP deben presentar como mínimo las siguientes características generales.

- Los materiales no deben tener materia orgánica.
- Deben estar constituidos por material limpio, resistente, duro, durable.
- No pueden ser desintegrables, deleznables, meteorizables ni solubles.
- Deben estar sanos, sin agrietamientos, sin exceso de partículas planas y/o blanda.

Si tiene características expansivas deben ser analizados puntualmente por el geotecnista que elabora el estudio de suelos. La construcción de rellenos debe llevarse a cabo utilizando los materiales indicados en esta norma. Los materiales pueden ser utilizados de forma individual (un único material) o empleando una combinación de dos o más materiales considerando o no una estabilización mecánica o química de los mismos.

3.2.1.4.2 Material importado seleccionado suministrado por contratista

Propiedades

- El material importado no debe contener limo orgánico, materia vegetal, basuras, desperdicios o escombros.
- El tamaño máximo del material importado seleccionado hasta 30 cm. por encima de la clave en el caso de tubería rígida , o 15 cm en el caso de tuberías flexibles debe ser 11/2”.
- El contenido de finos (porcentaje que pasa por el tamiz N° 200) debe ser inferior al 35%.
- El contenido de materia orgánica debe ser menor del 1%.
- El límite líquido menor del 40% y el índice de plasticidad menor del 15%.

Propiedades del relleno compactado

El promedio de las medidas del porcentaje de compactación debe ser mayor o igual al 90% de la densidad máxima obtenida en el ensayo de Compactación Próctor Modificado. En ningún caso localmente se aceptarán valores inferiores al mencionado, debiéndose conservar registros de la conformidad frente a lo especificado.

Usos

El material puede ser utilizado para las zonas de "atraque", "relleno inicial" y "relleno final" de cimentación de tuberías (zanjas y terraplenes). Cualquier uso diferente al indicado en esta norma debe ser previamente aprobado por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP. Cuando el material importado se utilice para atraque de tuberías o como relleno inicial o final del modelo de cimentación, se debe colocar y compactar a cada lado del tubo o tubos en capas horizontales simétricas no mayores de 10 cm. de espesor hasta la cota final de la zona. La compactación se debe hacer con pisones apropiados o planchas vibratorias.

3.2.1.4.3 Materiales provenientes de excavación

Propiedades

Los materiales provenientes de excavaciones que se utilicen como relleno deberán ser homogéneos, tener un contenido de materia orgánica menor 5%, (andenes , vías peatonales y corredores de escalera) y libre de materia orgánica en vías; una humedad menor al 45%. Se excluirán: las piedras de un tamaño superior a los 0.15 m y/o cualquier otro elemento objetable. Los materiales constituidos por arcillas o limos plásticos y los materiales compresibles deben ser analizados puntualmente por el geotecnista que elabore el estudio de suelos. En todo caso, y se excluirán los materiales con características expansivas siempre y cuando sean sedimentos de antiguas lagunas, antiguos drenajes de color gris oscuro a negro, gris verdoso a azuloso con (LL>70; IP>40) con contenido de materia orgánica mayor al 5%.

Propiedades del relleno compactado

Las capas de este tipo de relleno deben compactarse hasta obtener una densidad del 90% del ensayo de compactación Próctor Modificado o en el caso de suelos arcillosos un peso unitario total de por lo menos 16 KN/m^3 y humedad menor al 45%.

Usos

En cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado:

- Cimentación clase A (F. de C. 2.8). La cimentación Clase A se hará con hormigón de 175 kg/cm^2 (2500 psi). Si se usa concreto simple, el factor de carga se tomará igual a 2.8, pero si se refuerza la base de la cimentación con el 0.004 de acero podrá tomarse igual a 3.4. Para instalar los tubos se deberá esperar a que la primera capa de cimentación tenga por lo menos 24 horas de vaciada. La junta de construcción entre las dos capas de concreto deberá ser tratada especialmente para obtener una sección monolítica.
- Cimentación clase B (F. de C. 1.9). La cimentación Clase B se aplicará una vez emparejado y afirmado el fondo de la zanja, la cual se hará con grava de 1/2" compactada de acuerdo a las normas adoptadas por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP. Su finalidad es ofrecer apoyo amplio y efectivo para garantizar el factor de carga 1.9 en el cálculo de las tuberías cuando se necesite.
- Cimentaciones clases C y E (Fs. de C. 1.5 y 1.7). Las cimentaciones clases C y E, se harán con triturado (o grava clasificada) que pase la malla 3/4" y quede retenido en la No.4 compactando con cuidado alrededor del tubo para conservar el alineamiento preciso y los niveles del proyecto. La gradación aproximada del material será la siguiente:

TAMIZ	% QUE PASA EN PESO
1	100
3/4	90-100
3/8	20-55
No.4	0-10
No.8	0

- Cimentación no especificada. Cuando no se especifique cimentación especial, se instalará el tubo asentándolo en toda su longitud sobre el fondo de la zanja afirmada y preparada con nichos para recibir las campanas. Para este tipo de apoyo, el factor de carga se tomará igual a 1.1.
- Cimentación en lecho de arena. La cimentación para la tubería PVC del alcantarillado sanitario y pluvial se realizará con arena gruesa limpia, con un espesor de 0.10 m. sobre el fondo de la zanja, de tal manera que éste quede liso y regular para evitar flexiones en la tubería.

3.2.2 MEDIDA Y PAGO

3.2.2.1 Medida

La medida será el número de M^3 de material colocado y compactado de acuerdo con los niveles, taludes y dimensiones mostradas en los planos o indicadas por la INTERVENTORIA y serán solo para referencia y verificación.

3.2.2.2 Pago

El pago será por los ítems correspondientes se hará de acuerdo con el precio unitario consignado en el contrato.

No se reconocerá pago alguno por los rellenos efectuados por sobre -excavaciones o reparaciones a zonas afectadas por el trabajo del CONTRATISTA.

Los costos requeridos para ensayos de campo y de laboratorio para la clasificación del material, determinación de densidades y resistencia y todos los ensayos necesarios y solicitados por la INTERVENTORIA serán por cuenta del CONTRATISTA.

3.3 RETIROS

3.3.1 ALCANCE

3.3.1.1 Retiro de material sobrante de la excavación

El CONTRATISTA deberá disponer de todos los materiales excavados o provenientes de demoliciones, etc., que no se requieran para completar la obra, retirándolos tan pronto como sean excavados, hasta los sitios de botadero aprobados por el INTERVENTOR y la UNIDAD

ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP. No se permitirá la colocación del material excavado en las inmediaciones de la zona de trabajo ni en los bordes de las zanjas.

El CONTRATISTA preparará convenientemente las zonas de botadero autorizadas por la INTERVENTORIA y la municipalidad para lo cual debe proveer las obras necesarias a fin de garantizar el drenaje satisfactorio del área. El CONTRATISTA retirará hasta los sitios de botadero aprobados por el INTERVENTOR y dispondrá en ellos todos los materiales sobrantes de la excavación. Deberá colocar los sobrantes de excavación en forma ordenada, esparciéndolos por capas y tomando todas las precauciones necesarias para obtener su estabilidad.

Si el INTERVENTOR considera inadecuada la disposición de los sobrantes de excavación podrá ordenar al CONTRATISTA cambiarla sin que ésta orden sea motivo de pago adicional.

El valor de todos los costos que requiera ésta operación, incluido los de acondicionamiento previo de las zonas elegidas para botadero, deberá incluirse en éste ítem de pago. El CONTRATISTA deberá disponer del equipo suficiente para el cargue, transporte y disposición de éstos sobrantes.

El CONTRATISTA no podrá retirar materiales de excavación a sitios diferentes a los acordados con el INTERVENTOR, ni con fines distintos a los del contrato, ni venderlos o regalarlos para que otras personas lo retiren.

Cuando el material sobrante de excavación sea retirado por los habitantes de las zonas vecinas con permiso del INTERVENTOR para beneficio de la comunidad, no habrá razón para que el CONTRATISTA reclame el pago de tales retiros.

Para diámetros de 36” pulgadas y mayores el interventor podrá autorizar el retiro de materiales sobrantes simultáneamente con la excavación con el fin de disminuir el problema de la ocupación de la vía con material de excavación.

Cuando se disponga por parte del INTERVENTOR utilizar el material sobrante para regarlo o utilizado como relleno dentro de las zonas de construcción, no dará lugar a pago por el cargue y transporte del mismo.

3.3.1.2 Acarreo interno de materiales e insumo

En el caso de que la obra se encuentre ubicada en una zona donde no sea posible el almacenamiento de materiales e insumos o sin posibilidad de acceso vehicular, se deberá incluir dentro del presupuesto el acarreo interno de los materiales e insumos necesarios para la correcta ejecución de las obras.

3.3.1.3 Retiro temporal de material de excavación para usarse posteriormente como relleno

En algún sector de la obra es necesario, por lo angosto de las vías, retirar provisionalmente el material de excavación para posteriormente utilizarlo como material de relleno de la excavación una vez instalada la tubería o construida la estructura.

El almacenamiento temporal de material excavado que se haya de utilizar posteriormente para rellenos, deberá hacerse en sitios en donde su apilamiento no constituya un peligro para las obras o para la seguridad de las personas, de acuerdo con lo aprobado para este propósito por el INTERVENTOR. Todos los materiales extraídos y que sean adecuados y necesarios para rellenos o empradización, deberán almacenarse en forma ordenada a fin de aprovecharlos según las instrucciones del INTERVENTOR.

No se podrá retirarlos de la obra ni mezclarlos con otros materiales sin autorización previa.

3.3.2 MEDIDA Y PAGO

La medida para el cargue retiro y disposición del material sobrante será el volumen total de la excavación menos el volumen utilizado para rellenos.

La medida para el acarreo adicional, será el producto de multiplicar el volumen en M^3 medidos en su estado original por la distancia de transporte que exceda de 5 Kms medida en Kms y fracción de Kms y será solo para referencia y verificación.

El pago para cargue retiro y disposición del material sobrante, se hará de acuerdo con el precio unitario consignado en el contrato.

3.4 TUBERÍA

3.4.1 TUBERÍAS PLÁSTICAS

3.4.1.1 Alcance

Los trabajos que comprenden esta sección incluyen el suministro por parte del CONTRATISTA de toda la mano de obra, equipo, materiales, transporte de la tubería, incluyendo todos costos de manejo, cargue y descargue, combustible, operación de maquinaria, vigilancia la instalación propiamente de la tubería, soldaduras, cortes, colocación de empaques o grasas vegetales y todos los trabajos necesarios para la instalación de la tubería en los diámetros y longitudes especificados, respetando los lineamientos establecidos en los planos o lo que determine el INTERVENTOR.

3.4.1.1.1 Tubería de PVC aligerada

Son aquellas tuberías de PVC de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada con un sistema de unión mecánico en diámetros reales de 160 mm (6 Pulgadas) a 747 mm (30 Pulgadas) que cumplen con los requisitos de la norma NTC 1748 fabricados bajo las normas ICONTEC "NTC 3722-1 Plásticos. Tubos y accesorios de pared estructural para sistema de drenaje subterráneo y alcantarillado. Especificaciones para PVC rígido" y “NTC 3721 Tubos y accesorios de pared estructural para sistemas de drenaje subterráneo y alcantarillado. Métodos de ensayo”.

La UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP acepta rigidez de tubería mínima de PS 57 psi medidas según la norma "ASTM D2412 Standard test method for determination of external loading characteristics of plástic pipe by parallel-plate loading" o su equivalente NTC 3254; La UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS-UAESP puede exigir rigideces mayores, de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto. Los tubos y accesorios elaborados con base en la Norma ICONTEC NTC 1748, deben instalarse de acuerdo con lo establecido en la NTC 2795. Los empaques elastoméricos deben cumplir con los requisitos descritos en la NTC 2536 (ASTM F477).

3.4.1.1.2 Transporte de la tubería

El cargue, transporte y descargue de la tubería hasta el sitio de instalación se hará bajo responsabilidad y a costa del contratista, teniendo en cuenta las siguientes normas:

El transporte de tuberías se hará en vehículos automotores dotados de plataforma en buen estado en donde la tubería pueda colocarse de canto sobre la campana, cuando se trate de tuberías de espigo y campana. No se admitirá transporte en pilas colocadas horizontalmente ni en ninguna forma en que un tubo descanse su peso sobre otro.

Para el transporte en la obra deberán usarse camiones grúas u otros equipos o dispositivos convenientes, evitando arrastrar o rodar la tubería.

El cargue y descargue de la tubería de diámetro 12" se podrá hacer a mano. Para diámetros mayores se usará una grúa o trípode con diferencial.

La distribución de la tubería en los lugares de descargue debe hacerse un tubo a continuación de otro sin espacio intermedio.

El INTERVENTOR, personalmente o por medio de sus inspectores, vigilarán el movimiento de tubería y constará que tanto los vehículos como el personal sean apropiados para evitar daños por maltrato.

En caso de que la tubería sufra daños durante las operaciones de cargue, transporte y descargue a criterio de la INTERVENTORIA, obliguen al cambio total de la tubería averiada, la reparación o suministro de las nuevas tuberías será hecha por EL CONTRATISTA bajo las normas aplicables a juicio del INTERVENTOR.

3.4.1.1.3 Transporte de otros materiales

Para el transporte de los demás materiales de construcción, el CONTRATISTA utilizará vehículos apropiados y estudiará con el INTERVENTOR la mejor ubicación para no inferir al tránsito, no dificultar las labores de construcción ni ocasionar desperdicios.

3.4.1.1.4 Descarga, distribución y almacenamiento de la tubería

Se deberá tener especial cuidado durante la descarga y distribución de la tubería. La tubería averiada durante el manejo, será rechazada y deberá ser reemplazada a costo del CONTRATISTA. La tubería deberá ser almacenada antes de usarla en forma tal que se mantenga libre de suciedad y materias extrañas en su interior.

3.4.1.1.5 Manipuleo de la Tubería

Se proveerán y usarán herramientas y equipos adecuados para hacer el trabajo en forma segura y conveniente. Toda la tubería, las piezas especiales y accesorios serán bajados al fondo de la zanja uno a uno en tal forma que no se les causen daños. Bajo ninguna circunstancia se dejarán caer o tirarán los tubos o accesorios al fondo de la zanja.

Al bajar los tubos dentro de la zanja, se tendrá cuidado de no golpear el tubo anteriormente colocado. Se recomienda protegerlo con un cabezal de madera.

3.4.1.1.6 Corte de los tubos

Se cortarán los tubos cuando sea necesario con herramienta apropiada, de tal manera que resulte un corte limpio y exacto, libre de irregularidades y quede una superficie lisa a noventa (90) grados con el eje del tubo, o como se indique en los planos. Al planear su trabajo, el CONTRATISTA pondrá especial cuidado en reducir el número de cortes y evitar desperdiciar tubería.

3.4.1.1.7 Instalación de las tuberías

La instalación de las tuberías de concreto comprendidas dentro del proyecto se hará teniendo en cuenta las siguientes normas:

- Antes de instalar un tubo se inspeccionará para comprobar que no tenga defectos y se saturará de agua tanto la campana como el espigo. Cuando se trate de tubería con empaque de caucho no es necesario saturarla, aunque si se debe limpiar. Si el tubo tiene algún defecto importante no será instalado.
- El descenso de la tubería al fondo de la zanja se hará por métodos que aseguren que el tubo no recibirá golpes ni sufrirá roturas.
- todos los tubos se les limpiará la campana y el espigo, y después se les colocará con la campana aguas arriba empezando por el extremo inferior del tramo y en forma continua sin cambios de pendiente, introduciendo completamente el espigo en la campana y comprobando que el tubo quede apoyado en la superficie de cimentación en toda su longitud y que la campana que de alojada en la cama transversal excavada en el fondo de la zanja, sobre el lecho de grava en el caso de cimentaciones tipo B, C y E. En el caso de tuberías de espigo y campana con cimentaciones Tipo A, el CONTRATISTA deberá prever en la losa de cimentación ranuras para aligamiento de la campana, cuya disposición planificará de acuerdo

con las cámaras o puntos de empalme y con las características de la tubería que esté utilizando.
- Hecho lo anterior, se colocará tierra suelta o gravilla de cimentación según el caso a lado y lado de la parte central de tubo, compactando suavemente para darle inmovilidad y proceder a la construcción de la junta.
- Terminada la labor diaria, es necesario que los extremos de la tubería queden taponados para evitar posibles obstrucciones o daños por la entrada de lodo, animales o materia extrañas.
- Si al hacer la excavación se encuentran raíces de árboles, el INTERVENTOR podrán ordenar que las juntas del tramo vecino al árbol queden protegidas por un anillo especial de concreto para impedir que las raíces penetren en la tubería en busca de humedad.
- Durante la bajada e instalación de la tubería, la excavación estará libre de cualquier exceso de agua que pueda dificultar o perjudicar la operación. Una vez que el tubo haya sido colocado en su posición correcta, deberá iniciarse la compactación lateral para fijarlo y evitar movimiento al insertar el tubo siguiente.
- Antes de bajar a la zanja, el CONTRATISTA la inspeccionará y desechará todo tubo que tenga la campana o el espigo averiados, o que esté rajado. Una vez bajado el tubo al fondo, la INTERVENTORIA lo inspeccionará nuevamente antes de su instalación.
- Cada tubo debe colocarse correctamente alineado y de manera que el cuerpo principal se apoye totalmente en la superficie del fondo de la excavación y la campana se aloje en la zanja transversal para tal fin. Usando equipo adecuado, se insertará el espigo del tubo a instalarse en la campana del tubo ya instalado hasta que el espigo toque el fondo de la campana y quede concéntrico con ésta. Conseguido esto y con cuidado para evitar desplazamientos, se fijará el tubo, después de lo cual se hará la junta.

La tubería PVC estará ubicada de la siguiente manera:

- Se excavarán las zanjas de acuerdo con las especificaciones con el fin de llevar a cabo la instalación, compactación y condición de carga apropiadas.
- La tubería estará soportada sobre una capa de arena gruesa. El espesor de esta capa será la mayor medida entre la cuarta parte del diámetro exterior de la tubería y 100 mm.
- Se efectuará un relleno hasta 300 mm. Por encima de la clave de la tubería, con mucho cuidado.
- La zanja se rellenará tan pronto se haya instalado la tubería con el fin de evitar daños, rotura o flotación de la tubería debido a inundaciones.

3.4.1.1.8 Instalación de tuberías en cimentaciones clase A

Cuando en el proyecto esté prevista la instalación de tuberías sobre este tipo de cimentación, el CONTRATISTA no podrá iniciarla sin tener autorización escrita del INTERVENTOR, quien en todos los casos verificará de acuerdo con las cargas muertas, incluyendo el peso de la tubería que se esté instalando y las cargas vivas durante la instalación, la resistencia necesaria del concreto, que será comparada con la resistencia de la cimentación, evaluada con base en la rotura de cilindros standard con tres (3) días de edad.

EL CONTRATISTA podrá solicitar el uso de acelerantes de fraguado, en el caso de que planee utilizar la cimentación en un tiempo menor al que requiera para utilizarla esperando el fraguado normal de concreto. El costo del acelerante en estos casos será por cuenta exclusiva del CONTRATISTA.

3.4.1.1.9 Juntas para tuberías

La junta con empaque de caucho es de utilización normal en los Proyectos de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP, y se usará siempre que no se ordene expresamente otro tipo de junta.

En las uniones con empaque de caucho, éste se colocará de acuerdo con el tipo de unión e instrucciones del fabricante, pero en términos generales se procederá de la siguiente manera:

- Se limpiarán completamente el espigo y la campana que se van a unir.
- Después de colocado el empaque en el espigo, debe asegurarse que la presión de aquel sobre éste sea uniforme, para lo cual es necesario correr una espátula entre el espigo y el empaque alrededor de la circunferencia del espigo.
- Antes de introducir el espigo en la campana deben lubricarse ambos con jabón vegetal para asegurar el fácil deslizamiento de los elementos que se van a unir.
- La labor de ajuste de la unión requiere la utilización de equipo especial que permita presionar el nuevo tubo contra el ya instalado.
- En la ranura interior resultante de la unión se llenará con mortero 1:2 de plasticidad adecuada, después de producirse el relleno de la zanja, si el INTERVENTOR así lo especifica.
- La rotura exterior se puede llenar colocando una banda de papel encerado material similar alrededor de la unión, vaciando posteriormente en la ranura una mezcla aguada de arena y cemento en proporción 1:2 o cualquier otro compuesto sellante que se especifique en la obra. El llenado de esta ranura exterior no es absolutamente necesario; el INTERVENTOR ordenará en qué casos se debe hacer.

3.4.1.1.10 Factor de seguridad en la instalación

Si la clave de una alcantarilla va a quedar entre 0.80 y 0.50m por debajo del nivel de la rasante, deberá construirse sobre la tubería una protección de concreto simple de 175 Kg/cm2. De ancho igual al de la excavación y espesor igual al mayor valor entre la cuarta parte del diámetro exterior del tubo y 0.10m.

De todas maneras, la cimentación, instalación de tubería y relleno de las zanjas deben tratarse en forma tal que en ningún caso el factor de carga sea menor de 1.5.

Si el recubrimiento por encima de la clave está entra 0.30 y 0.50m. La tubería será instalada en una cimentación Tipo A. La tubería será instalada 24 horas después del vaciado del concreto. La tubería será protegida con un recubrimiento de concreto reforzado como se muestra en los planos.

Si a juicio de la INTERVENTORIA y de acuerdo con las condiciones de carga externa a que vaya a estar sometido un determinado tramo, se requieren factores de carga mayores a los que se obtienen normalmente mediante la correcta aplicación de las especificaciones técnicas, el INTERVENTOR ordenará los cambios que sean aconsejables para mejorar la cimentación.

3.4.1.2 Medida y pago.

La medida será el número de metros lineales de tubería suministrada e instalada de acuerdo con los planos La longitud se mediará como proyección horizontal y no incluirá la que ocupen las cámaras de inspección o estructuras similares y serán solo como referencia y verificación.

El pago para tubería se hará de acuerdo con el precio unitario consignado en el contrato.

3.4.2 CONEXIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIAR

3.4.2.1 Alcance

Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de las actividades de instalación o reparación de acometidas domiciliarias de alcantarillado (La acometida es la derivación que parte de la caja de registro ubicada en andén o zona verde del usuario y llega hasta la red pública de alcantarillado) en proyectos de redes de alcantarillado nuevas o ya construidas o en funcionamiento para la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS-UAESP.

3.4.2.1.1 Requisitos generales

La instalación o reparación de una conexión domiciliaria de un sistema de alcantarillado, es el proceso mediante el cual, se ejecutan obras de recuperación del sistema con el fin de garantizar su normal funcionamiento; las obras de recuperación pueden ser: total o parcial de tuberías, de juntas, nivelación de tuberías, entre otras. Las causas que pueden generar este tipo de obras son de tipo operativas o estructurales, dentro de las que se tienen: el colapso de los componentes del sistema, infiltraciones y exfiltraciones y/o el desplazamiento de los componentes del sistema.

Para efectos de esta especificación se entiende por conexión domiciliaria el conducto de alcantarillado con sus correspondientes accesorios, mediante el cual se hace la conexión desde la caja domiciliaria de cada predio a la red local del alcantarillado. En caso de redes nuevas el Contratista y/o Urbanizador debe llevar a cabo la construcción de las acometidas domiciliarias simultáneamente con el alcantarillado principal y la conexión con este alcantarillado debe ser previamente verificada por la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP antes de proceder a su puesta en funcionamiento. Para las redes de alcantarillado construidas y en funcionamiento el CONTRATISTA deberá verificar la existencia y el funcionamiento de la misma. La adquisición, suministro e instalación de todos los elementos necesarios (tuberías, juntas, equipos, etc) para la ejecución de los trabajos de construcción, reconstrucción o reparación de domiciliarias, será efectuado por UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP o por CONTRATISTA bajo su responsabilidad y la calidad de dichos elementos suministrados deberán cumplir con lo dispuesto en las normas vigentes correspondientes; es obligación del CONTRATISTA, tener en cuenta, además, el tipo, clase y diámetro de la tubería que compone la red, los cuales son mostrados en los planos de construcción. La instalación de acometidas domiciliarias de alcantarillado debe realizarse de acuerdo con las indicaciones de la norma vigente de la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP. Si por algún motivo el CONTRATISTA ocasiona un daño a la tubería de la red principal o a otra red de servicios, será su obligación informar de manera inmediata a la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS- UAESP o a la empresa a la que pertenezca la red afectada, para que se efectúe el respectivo arreglo. Los gastos que se generen por la ejecución de estos trabajos serán asumidos por el CONTRATISTA.

3.4.2.1.2 Conexión de la acometida a la red principal de alcantarillado

Las acometidas se deben conectar a la tubería del alcantarillado principal en su parte media superior. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que el ángulo de incidencia entre la tubería de la acometida a la red de alcantarillado debe estar comprendido entre 45° y 90° con respecto al sentido del flujo, teniendo en cuenta el tipo de accesorio que se vaya a utilizar para la conexión.

3.4.2.1.2.1 Tipos de conexión

A continuación, se describen los diferentes tipos de conexión de acuerdo al material de las tuberías de la red principal de alcantarillado:

- Tubería de polietileno corrugada. La conexión se realiza utilizando un “kit” de instalación de acometidas de alcantarillado. Este “kit” debe contar con un empaque de caucho, espigo de inserción y codo de 45° (cuando la perforación en la tubería esté en su parte superior). También es posible realizar la conexión cuando la perforación se realiza de manera lateral en la tubería sin usar el codo.

- Tubería de polietileno lisa.

  Opción 1: La conexión se puede realizar mediante el uso de accesorios en polietileno unidos por termofusión y electro-fusión, respetando los parámetros recomendados por los fabricantes de la tubería y el equipo a utilizar.

  Opción 2: La conexión se puede realizar mediante el “kit” de instalación de acometidas de alcantarillado.

- Tubería PVC. La conexión de la acometida a la red principal de PVC, se pueden realizar usando accesorios tipo silla yee y silla tee.
- Tubería de concreto

  Opción 1: La conexión de la acometida se puede realizar mediante un “kit” que cuente con un empaque de caucho que permita tener estanqueidad y hermeticidad en la conexión entre la tubería de concreto y la tubería de la acometida. También es posible adicionar al “kit” un codo de 45° para direccionar la tubería de la acometida cuando la perforación se haya realizado en su parte superior.

  Opción 2: Caja de empalme En el caso que no se tenga disponibilidad de realizar la conexión de la acometida a la tubería de concreto por medio de los accesorios presentados en la opción 1, se construirá una caja de empalme que tendrá una cañuela que entregue el fluido a la tubería principal formando un ángulo de 45° en el sentido del flujo. Estas cajas deben construirse utilizando concreto de 28 MPa con acelerante dosificado de acuerdo con lo

indicado por el proveedor de este producto. El ancho interno libre de la caja debe ser de 0.30 m x 0.30 m, con altura total de 0.40 m. El espesor de los muros y de la losa inferior de la caja debe ser de 0.10 m. La tapa debe ser de concreto con la misma resistencia de la caja, sus dimensiones deben ser de 0.50 m x 0.50 m x 0.10 m, y tanto la tapa como los muros de la caja deben ser reforzados con varillas de 3/8" espaciadas cada 0.10 m en ambas direcciones (el refuerzo debe tener un recubrimiento de 0.05 m). En el fondo de la caja se conformará la cañuela formando un ángulo de 45º con respecto al sentido del flujo en la tubería de alcantarillado, y todas las superficies interiores se esmaltarán con cemento. Nota: La alternativa de caja de empalme únicamente se autorizará si no es posible implementar la opción 1.

3.4.2.1.2.2 Listado de materiales requeridos para la conexión de la acometida

Conexión a tubería de alcantarillado de polietileno (tubería corrugada):

- “Kit” de instalación de acometidas (incluye: empaques, espigo de inserción, codo de 45°).
- Tubería para acometida de PVC o PEAD y accesorios si se requieren.
- Concreto para la caja de registro.
- Acero de refuerzo para la caja de registro.
- Tapa de concreto o polietileno para la caja de registro.
- Material para lleno de la zanja y el nicho.
- Materiales para reconformación de la superficie (andén o zona verde).

Conexión a tubería de alcantarillado de polietileno (tubería lisa):

Opción 1:

- Equipo para unión de accesorios de polietileno mediante termo-fusión o electro-fusión.

Opción 2:

- “Kit” de instalación de acometidas (incluye: empaques, espigo de inserción, codo de 45°).
- Tubería para acometida de PVC o PEAD y accesorios si se requieren.
- Concreto para la caja de registro.
- Acero de refuerzo para la caja de registro.
- Tapa de concreto o polietileno para la caja de registro.
- Material para lleno de la zanja y el nicho.
- Materiales para reconformación de la superficie (andén o zona verde).

Conexión a tubería de alcantarillado de PVC:

- Silla yee o silla tee para conexión de acometida en redes de PVC.
- Tubería para acometida de PVC o PEAD y accesorios si se requieren.
- Concreto para la caja de registro.
- Acero de refuerzo para la caja de registro.
- Tapa de concreto o polietileno para la caja de registro.
- Material para lleno de la zanja y el nicho.
- Materiales para reconformación de la superficie (andén o zona verde).

Conexión a tubería de alcantarillado de concreto:

Opción 1:

- “Kit” de instalación de acometidas (incluye: empaques, espigo de inserción, codo de 45°).

Opción 2:

- Caja de empalme de concreto incluyendo la tapa.
- Tubería para acometida de PVC o PEAD y accesorios si se requieren.
- Concreto para la caja de registro, la caja de empalme y tapa.
- Acero de refuerzo para la caja de registro.
- Tapa de concreto o polietileno para la caja de registro.
- Material para lleno de la zanja y el nicho.
- Materiales para reconformación de la superficie (andén o zona verde).

3.4.2.1.3 Instalación de conexión domiciliaria

A continuación, se dan los pasos uno a uno de cómo debe hacerse esta conexión domiciliaria. Lo siguiente debe ser evaluado y aprobado por INTERVENTORIA y/o SUPERVISION.

- Paso 1: Determinar la posición del corte. La tubería debe ser perforada con un broca sacabocado a un ángulo no mayor de 45° con respecto al eje vertical. Esta broca sacabocado es especial y será suministrada por el respectivo proveedor de este tipo de tubería. Es decir, no puede ser cualquier tipo de broca sacabocado
- Paso 2: Sostener firme el taladro para realizar el corte, evitando siempre que el material cortado quede dentro del tubo. Dejar este material en el interior, ocasionaría obstrucciones y disminución de la capacidad hidráulica de la línea de flujo.
- Paso 3: Con un bisturí, retirar suavemente todas las virutas que hayan quedado del corte y evitando de nuevo que este material sobrante caiga dentro del tubo.
- Paso 4: Instalar el empaque de caucho que debe ser el especificado para tubería lisa y no el especificado para tubería corrugada que es diferente y no calza lo mismo. (Todo el kit conector debe ser especificado para tubería lisa que es el caso de este proyecto)
- Paso 5: Alinear perfectamente el empaque de caucho dentro del corte realizado, verificando que todos los bordes se acoplen correctamente a la superficie del tubo. Una defectuosa instalación será un riesgo potencial de aporte de aguas por caudales de infiltración.
- Paso 6: Limpiar y lubricar el espigo de inserción y el interior del empaque de caucho.
- Paso 7: Insertar el espigo en el empaque de caucho verificando que entre hasta la profundidad indicada.
- Paso 8: Instalar el codo de 45° con los anillos de caucho y la arandela de fijación. Este codo permite un giro que combina diferentes ángulos para conectarse a la caja domiciliaria de cada vivienda.
- Paso 9: Instalar la campana de la tubería de 6”, con sus respectivos anillos de caucho, sobre el espigo liso del codo de 45°.

3.4.2.2 Medida de pago

La medida de pago para la conexión de acometida domiciliar será la unidad (UND) ejecutada y recibida a satisfacción por parte del SUPERVISOR y su pago se hará con base en los precios unitarios establecidos en el contrato para cada uno de los diferentes diámetros.

La construcción de cajas domiciliares se medirán también por unidad (UND) construida y recibida a satisfacción del INTERVENTOR y/o SUPERVISOR, incluyendo los accesorios cuando los hubiere, de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los precios unitarios consignado en el contrato para construcción de las cajas domiciliares y sus accesorios, debe incluir el equipo, personal, acarreo interno, materiales para el concreto, formaletas necesarias, solado de limpieza, excavación, localización y replanteo, retiro de sobrantes, refuerzo, relleno con material del sitio, administración, imprevistos, utilidad del CONTRATISTA, etc. que se requieran para la correcta ejecución del ítem.

3.5 ESTRUCTURAS EN CONCRETO

3.5.1 CÁMARAS DE INSPECCIÓN TIPO B

3.5.1.1 Alcance

Las cámaras de inspección previstas para este proyecto son estructuras cilíndricas de profundidad variable, de 1,20 m. de diámetro interno, conformadas por tres cuerpos: El cilindro será de concreto simple de 175 kg/cm^2; la losa de fondo o base de la cámara y la losa superior, en concreto reforzado de 210 kg/cm^2, tal como se muestra en los planos de diseño.

Durante la construcción de las cámaras deben protegerse las tuberías para impedir su obstrucción, permitiendo en todo caso su drenaje en el evento de penetración de agua.

Previamente a la fundición de la losa de fondo de la estructura a construir se debe aplicar sobre el terreno de cimentación una capa de concreto pobre como material de limpieza.

Las formaletas deben ser sólidas, adecuadamente ajustadas, arriostradas y amarradas para impedir la pérdida del mortero y resistir las presiones a las que puedan quedar sometidas. Las caras interiores deberán limpiarse completamente y aplicar un desmoldante para lograr un buen acabado y evitar la adherencia del concreto. Las formaletas no deben removerse hasta tanto el concreto no haya endurecido suficiente para resistir su propia carga u otra sobrecarga a la que pueda quedar expuesta la estructura. Los rellenos alrededor de ésta no deben hacerse, hasta tanto el concreto haya adquirido la resistencia de diseño.

Debe garantizarse un sello hermético entre la tubería y la estructura. El emboquillado o ensamble debe tener un acabado final adecuado en la pared de la cámara.

Los ganchos de acero de la escalerilla interior en las cámaras deben ser protegidos con pintura anticorrosiva norma ICONTEC 1680 y quedaran espaciados como máximo 30 cm.

3.5.1.2 Medida y pago

La medida para el pago de las cámaras de inspección en concreto, construidas en sitio, tipo B, cámara de inspección tipo 1, será la unidad, y se tendrá en cuenta para el pago la altura del cilindro de la cámara. El Contratista debe construir la cámara, incluyendo el suministro y construcción de todos sus elementos, tapa (prefabricada), placa losa circular superior (prefabricada), losa inferior, cañuela y demás accesorios o piezas de empalme que estén incrustados en la cámara, de acuerdo con las normas, especificaciones, los planos y esquemas suministrados por EMCALI EICE ESP.

El pago para cámaras de inspección se hará teniendo en cuenta la altura del cilindro, la cual se medirá desde el nivel inferior de la placa losa circular superior hasta la cota de batea más baja de la respectiva cámara de acuerdo con el precio unitario consignado en el contrato y construidas y recibidas a satisfacción de EMCALI EICE ESP.

3.5.2 CÁMARAS DE CAÍDA

3.5.2.1 Alcance

Las cámaras de caídas son estructuras utilizadas para realizar la unión a colectores en alcantarillados de alta pendiente, con el objetivo de evitar velocidades que sobrepasen a la máxima permitida y el posible deterioro potencial de la tubería. Las cámaras de caída se emplean cuando la clave del tubo de llegada esté a más de 1,20 m de la clave del tubo de salida. El diámetro máximo del bajante será de 15 pulgadas a menos que se justifique uno de mayor diámetro.

Las cámaras de caída previstas para este proyecto son estructuras cilíndricas de profundidad variable, de 1,20 m. de diámetro interno, conformadas por tres cuerpos: El cilindro será de concreto simple de 175 kg/cm^2; la losa de fondo o base de la cámara y la losa superior, en concreto reforzado de 210 kg/cm^2, tal como se muestra en los planos de diseño.

Durante la construcción de las cámaras de caídas deben protegerse las tuberías para impedir su obstrucción, permitiendo en todo caso su drenaje en el evento de penetración de agua.

Previamente a la fundición de la losa de fondo de la estructura a construir se debe aplicar sobre el terreno de cimentación una capa de concreto pobre como material de limpieza.

Las formaletas deben ser sólidas, adecuadamente ajustadas, arriostradas y amarradas para impedir la pérdida del mortero y resistir las presiones a las que puedan quedar sometidas. Las caras interiores deberán limpiarse completamente y aplicar un desmoldante para lograr un buen acabado y evitar la adherencia del concreto. Las formaletas no deben removerse hasta tanto el concreto no haya endurecido suficiente para resistir su propia carga u otra sobrecarga a la que pueda quedar expuesta la estructura. Los rellenos alrededor de ésta no deben hacerse, hasta tanto el concreto haya adquirido la resistencia de diseño.

Debe garantizarse un sello hermético entre la tubería y la estructura. El emboquillado o ensamble debe tener un acabado final adecuado en la pared de la cámara.

Los ganchos de acero de la escalerilla interior en las cámaras deben ser protegidos con pintura anticorrosiva norma ICONTEC 1680 y quedaran espaciados como máximo 30 cm.

3.5.2.2 Medida y pago

La medida para el pago de las cámaras de caída en concreto, construidas en sitio, será la unidad (unidad), y se tendrá en cuenta para el pago la altura del cilindro de la cámara. El CONTRATISTA debe construir las cámaras de caída, incluyendo el suministro y construcción de todos sus elementos, tapa, placa circular, escaleras de acuerdo con las normas, especificaciones, los planos y esquemas suministrados por EMCALI EICE ESP, e incluye la tubería, el concreto necesario para la cimentación de los accesorios tales como, codos, yees y niples y el concreto necesario para embeber la tubería.

Los precios unitarios consignado en el contrato para construcción de las cámaras de caída y sus accesorios, debe incluir el equipo, personal, acarreo interno, materiales para el concreto, formaletas necesarias, solado de limpieza, excavación, localización y replanteo, retiro de sobrantes, refuerzo, relleno con material del sitio, administración, imprevistos, utilidad del CONTRATISTA, etc. que se requieran para la correcta ejecución del ítem.

El pago correspondiente se hará según las unidades construidas y recibidas a satisfacción de la INTERVENTORÍA y de acuerdo con los precios unitarios consignados en el formulario de precios del contrato, para los ítems respectivos.

El pago para cámaras de caída se hará teniendo en cuenta la profundidad de la respectiva cámara, de acuerdo con el precio unitario consignado en el contrato.

3.6 ANCLAJE EN CONCRETO PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO EN ALTAS PENDIENTES

3.6.1 ALCANCE

Donde sea indicado en los planos de diseño y donde EMCALI EICE ESP lo considere conveniente se deben colocar los anclajes de concreto u otro material. Los anclajes deben estar diseñados de acuerdo con las recomendaciones de la norma de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-018 Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado". En los planos de diseño se presentan los anclajes o collares tipos para tuberías de alcantarillado en altas pendientes. En términos generales se recomienda la utilización de estos anclajes en concreto de resistencia mínimo de 210 Mpa (3000 psi), cuando las pendientes sean mayores o guales a 6.7:1 (15%).

3.6.2 MEDIDA Y PAGO

La medida para el pago de anclajes en concreto para tuberías de alcantarillado en altas pendientes será por unidad (UNIDAD) construidos por el CONTRATISTA a satisfacción de la INTERVENTORÍA.

Los precios propuestos deben incluir el costo de la mano de obra, herramienta y equipo necesarios para realizar el corte y demolición, la selección y almacenamiento adecuado de los materiales reutilizables (en caso de ser requerido por la INTERVENTORÍA), el cargue a mano y transporte hasta una distancia máxima de 20 km, administración, dirección, utilidad del contratista y los demás costos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y lo ordenado por la INTERVENTORÍA. Se pagará a los precios unitarios consignados en el formulario de precios del contrato.

3.7 DEMOLICIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO

3.7.1 CORTE, ROTURA Y DEMOLICIÓN CALZADA EN CONCRETO

3.7.1.1 Alcance

Se refiere a la demolición y retiro de las diferentes partes del pavimento en concreto con su respectivo entresuelo, en los sitios requeridos para la ejecución de la obra. Esta actividad comprende la demolición de la placa de concreto, el forro o enchape, el bordillo perimetral, el retiro del entresuelo y las tapas de cualquier tipo de caja que estuvieren localizadas en éste.

Si la INTERVENTORÍA solicita reutilizar el material de entresuelo y el recebo, se trabajará con especial cuidado para almacenarlos adecuadamente y no mezclarlos con los demás materiales.

3.7.1.2 Medida y pago

La medida para el pago por la demolición de pavimento en concreto será el área en metros cuadrados (m²) de pavimento en concreto retirado por el CONTRATISTA a satisfacción de la INTERVENTORÍA.

Los precios propuestos deben incluir el costo de la mano de obra, herramienta y equipo necesarios para realizar el corte y demolición, la selección y almacenamiento adecuado de los materiales reutilizables (en caso de ser requerido por la INTERVENTORÍA), el cargue a mano y transporte hasta una distancia máxima de 20 km, administración, dirección, utilidad del contratista y los demás costos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y lo ordenado por la INTERVENTORÍA. Se pagará a los precios unitarios consignados en el formulario de precios del contrato.

3.7.2 REPOSICIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO

3.7.2.1 Alcance

Esta especificación se refiere a la restitución de la estructura de pavimento en concreto rígido, de 20 cm. de espesor, extendida sobre el material de sub-base, para reponer la estructura del mismo material, demolida para instalar el tramo de alcantarillado nuevo.

3.7.2.1.1 Generalidades

Los materiales a emplear en las intervenciones requeridas por la vía deben cumplir con las Especificaciones vigentes del INVIAS.

La relación de largo y ancho de las losas deberá situarse en un rango de entre 1 y 1,4, y la longitud máxima de las losas de concreto no podrá exceder 24 veces el espesor.

3.7.2.1.2 Formaletas

- El tipo de formaleta depende del equipo a utilizar, ya que si se hace con maquina de formaleta deslizante no será necesario su empleo.
- Su altura debe corresponder al espesor de la losa de concreto.
- Estas se deben colocar directamente en la base del pavimento, verificando los niveles y geometría del diseño con ayuda de mediciones de topografía. Al tener su ubicación final se deben afianzar con estacas metálicas.
- La rigidez vertical y transversal debe ser la suficiente para que bajo el peso de los equipos, no se produzca ninguna deflexión.
- Se debe limpiar y engrasar la formaleta antes del vaciado.
- Un buen acabado de las losas dependerá de un cuidadoso desencofrado. Este se puede realizar cuando el concreto este lo suficientemente endurecido, lo cual quedara a criterio del constructor el momento preciso para llevarlo a cabo.
- Luego de retirada la formaleta se debe curar los hombros de las losas con prontitud.

3.7.2.1.3 Colocación del acero de refuerzo

Se debe colocar el acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento de acuerdo al diseño del proyecto, dándole una disposición como se muestra en la ilustración de la Figura No. 1.

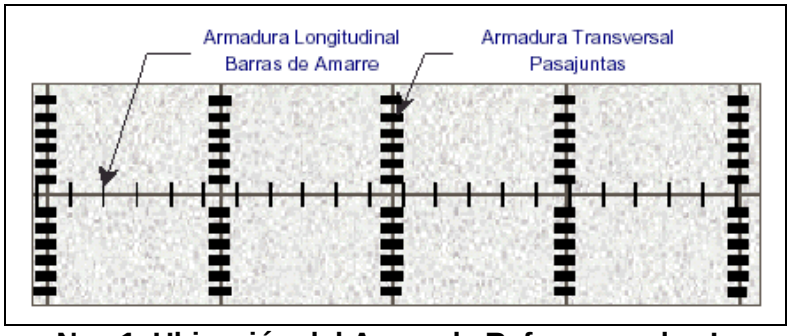


Figura No. 1. Ubicación del Acero de Refuerzo en las Losas

Las barras de amarre (juntas longitudinales), las cuales se utilizan con el propósito de evitar el corrimiento y/o desplazamiento de las losas, deben ser de acero corrugado y deben quedar ahogadas en la mitad de la losa. El diámetro de estas varía entre 3/8” y 5/8”, según se muestra en la Tabla No. 2, según recomendación del ICPC.

Tabla No. 2. Recomendaciones para las Barras de Amarre de las Losas

Espesor de losa (cm)	Barras de d = 3/8 pg.				Barras de d = 1/2 pg.				Barras de d = 5/8 pg.			
	longitud (cm)	Separación entre barras según carril (cm)			longitud (cm)	Separación entre barras según carril (cm)			longitud (cm)	Separación entre barras según carril (cm)		
		3.05 m	3.35 m	3.65 m		3.05 m	3.35 m	3.65 m		3.05 m	3.35 m	3.65 m
Acero de fy = 1875 kgf/cm^2 (40.000 Psi)												
15.0	45	80	75	65	60	120	120	120	70	120	120	120
17.5		70	60	55		120	110	100		120	120	120
20.0		60	55	50		105	100	90		120	120	120
22.5		55	50	45		55	85	80		120	120	120
25.0		45	45	40		85	80	70		120	120	120
Acero de fy = 2.800 kgf/cm^2 (60.000 Psi)												
15.0	65	120	110	100	85	120	120	120	100	120	120	120
17.5		105	95	85		120	120	120		120	120	120
20.0		90	80	75		120	120	120		120	120	120
22.5		80	75	65		120	120	120		120	120	120
25.0		70	65	60		120	115	110		120	120	120

Nota: Cuando se empleen barras de acero liso, las longitudes dadas en la tabla se multiplicarán por 1.5

Las barras pasajuntas (juntas transversales, de construcción y de expansión) deben ser de acero liso completamente engrasadas. También se debe garantizar el paralelismo entre ellas y a su vez, la perpendicularidad a la superficie lateral de la losa.

La longitud y el diámetro de las barras pasajuntas, dependerán del espesor de la losa. Cuando el pavimento necesite pasadores en las juntas transversales, estos se escogerán de la siguiente Tabla No. 3 de acuerdo a las recomendaciones de la PCA.

Tabla No. 3. Longitud y Diámetro de Barras Pasajuntas

Espesor de losa	Diámetro del pasador		Longitud total	Separación entre centros
(cm)	(cm)	(pg.)	(cm)	(cm)
- 10	1.27	1/2	25	30
11 - 13	1.59	5/8	30	30
14 - 15	1.91	3/4	35	30
16 - 18	2.22	7/8	35	30
19 - 20	2.54	1	35	30
21 - 23	2.86	1 1/8	40	30
24 - 25	3.18	1 1/4	45	30
26 - 28	3.49	1 3/8	45	30
29 - 30	3.81	1 1/2	50	30

Tomado del ICP

Las barras pasajuntas podrán ser instaladas en la posición indicada, por medios mecánicos, o bien para garantizar su adecuada colocación es recomendable utilizar una canastilla de pasadores, las cuales se esquematizan en las imágenes de la Figura No. 2, la Figura No. 3 y la Figura No. 4. Estas deberán asegurar las pasajuntas en la posición correcta durante el colocado y acabado del concreto, más no deberán impedir el movimiento longitudinal de la misma.

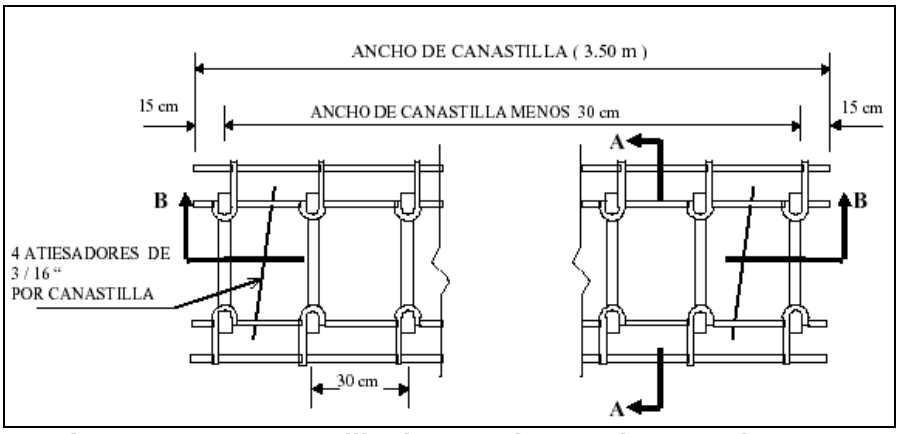


Figura No. 2. Canastilla de Pasadores. Vista en Planta

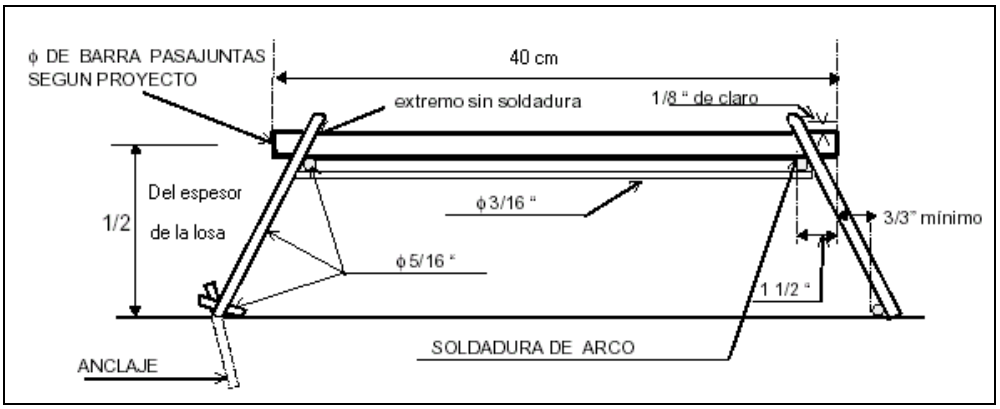


Figura No. 3. Canastilla de Pasadores – Sección A-A

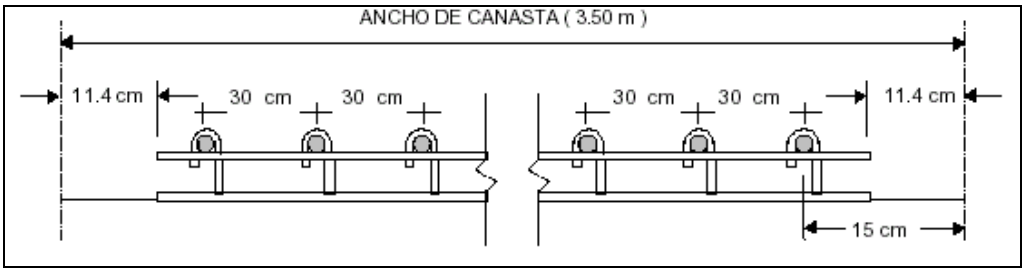


Figura No. 4. Canastilla de Pasadores. Sección B-B

Algunas recomendaciones sobre la instalación de las canastillas son las siguientes:

- Las barras pasajuntas deben ser biseladas y deben estar engrasadas.
- No olvidar cortar los rigizadores de las canastillas.
- No introducir las barras pasajuntas manualmente.

- Se debe realizar un buen anclaje de la canastilla para que no sea movida por el empuje del concreto, el cual debe ser contrario a la descarga.
- Cuando la vía supera los dos carriles se debe considerar la utilización de pasajuntas en las juntas longitudinales.
- Es importante marcar el sitio donde se colocan las canastillas para su posterior corte.

3.7.2.1.4 Extendido del concreto con regla vibratoria

- Este equipo requiere concreto de asentamiento entre 7 y 10 cm y se recomienda su utilización cuando el espesor de la losa de concreto es menor a 20 cm.
- La altura de vertimiento debe ser menor a 1 metro.
- El concreto debe quedar un poco rebosante, con el fin de tener material para esparcir, vibrar y compactar.
- Verificar el asentamiento del concreto.
- Utilizar un equipo adecuado y en buen funcionamiento.
- Aceitar la regla antes del vaciado del concreto.
- Realizar un vibrado previo con vibradores de aguja.

3.7.2.1.5 Extendido del concreto con rodillos vibratorios

- Este equipo requiere concreto de asentamiento entre 7 y 10 cm y es recomendable su utilización en losa de espesores entre 10 y 30 cm.
- La altura de vertimiento debe ser menor a 1 metro.
- El concreto debe quedar un poco rebosante, con el fin de tener material para esparcir, vibrar y compactar.
- El rodillo que vibra debe estar separado por lo menos 3 mm por encima de la formaleta, para que la vibración no sea transmitida a la formaleta.
- Los rodillos deben estar bien alineados.
- Realizar un vibrado previo con vibradores de aguja.

3.7.2.1.6 Extendido del concreto con formaleta deslizante

- Este equipo requiere concreto de asentamiento entre 2 y 5 cm y se puede utilizar en losas de espesores 10 cm en adelante.
- Es importante la alineación del hilo guía valiéndose de mediciones de topografía para su correcta ubicación
- Se debe realizar con prontitud el curado de los bordes.
- Revisar los niveles entre fundidas y los empalmes.

3.7.2.1.7 Flotado del concreto

- El flotado debe ser en sentido transversal.

- No llevar la flota hasta los bordes de la losa.
- Se deben corregir las imperfecciones antes del fraguado del concreto.
- No aplicar agua para mejorar el acabado del concreto.
- Utilizar llanas más pequeñas para los espacios como esquinas y bordes.

3.7.2.1.8 Texturizado del concreto

- La técnica del microtexturizado se debe realizar en sentido longitudinal.
- El costal o tela utilizado para la microtextura del concreto debe ser menor que el ancho de la losa para evitar daños en los bordes. Este debe estar húmedo y sin costuras.
- El macrotexturizado se debe realizar en sentido transversal y cuando el concreto este lo suficientemente plástico, pero lo suficientemente seco para evitar el flujo de concreto hacia el surco.
- La separación de los dientes del cepillo para el texturizado normalmente es de 20 mm, el grosor de 3 mm y la profundidad de las huellas debe estar entre 3 y 6 mm.
- Es recomendable en el momento del macrotexturizado el cepillo debe estar a unos 45° con respecto a la superficie del concreto para evitar el arrastre de los agregados.
- El macrotexturizado no se debe realizar en las juntas transversales para evitar los desportillamientos.
- Valerse de plásticos para realizar la macrotextura en las curvas.

3.7.2.1.9 Curado del concreto

- Para mantener la adecuada humedad del concreto en el proceso de curado, se puede recurrir a métodos como la inundación, rociado, vapor o cubiertas de materiales saturados como tejidos de fique, paja, aserrín entre otros. También se puede utiliza membranas curadoras como ceras, resinas y solventes, las cuales deben cumplir la norma ASTM C 309.
- Al utilizar un compuesto curador generalmente se requiere unos 200 g/m^2, el cual debe ser aplicado con atomizador. Es importante garantizar una aplicación uniforme.
- El compuesto debe aplicarse cuando al concreto se le haya desaparecido el agua libre sobre la superficie y haya perdido su brillo superficial.
- En el momento de retirar la formaleta se debe aplicar el compuesto a los hombros de la losa.
- En climas adversos se debe recurrir a la utilización de retardantes de evaporación.

3.7.2.1.10 Juntas

Las juntas son parte esencial de los pavimentos, ya que son superficies de falla controladas, que se han diseñado previamente logrando así efectos estéticos y funcionales deseables.

3.7.2.1.11 Juntas de contracción

Cuando el extendido del concreto se realiza carril por carril la junta longitudinal será coincidente con la junta de construcción, por lo cual no será necesario inducir la fisuración por medio de cortes. Pero, cuando el ancho del extendido corresponde a dos carriles o más, se deberá inducir la fisuración de la junta longitudinal por medio de cortes antes de las 48 horas de haberse colocado el concreto e incluso antes de las 24 horas si existe un alto riesgo de fisuración. La profundidad del corte será igual a 1/3 del espesor de la losa.

La carga entre losas adyacentes se transfiere mecánicamente por pasadores de carga principalmente. En los casos de tráfico bajo, la transferencia puede realizarse mediante trabazón de agregados. Las juntas longitudinales se hacen en el límite de las vías de circulación teniendo en cuenta la ubicación de la señalización horizontal que se colocará posteriormente (no deben colocarse juntas sobre las bandas de pintura).

En las zonas donde puedan presentarse deformaciones del suelo por cambios de humedad, deben colocarse barras de refuerzo en las juntas longitudinales de unión durante la construcción. En la Figura No. 5 se esquematizan las juntas de contracción.

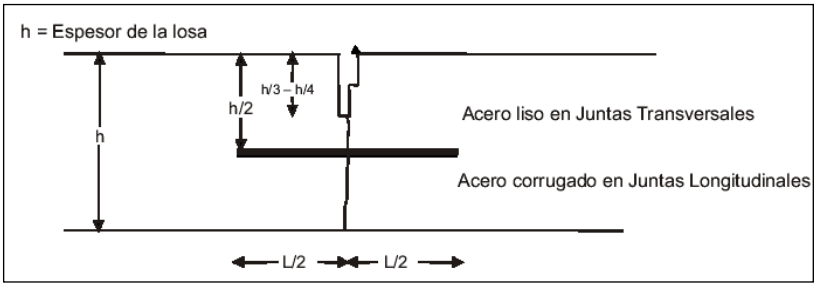


Figura No. 5. Junta de Contracción para Losas del Pavimento Rígido

3.7.2.1.12 Juntas de expansión

Son creadas para aislar una estructura fija, como son las cámaras de inspección y sumideros, entre otros. Así mismo, se deben utilizar donde se presenten cambios de dirección de la vía e intersecciones con otros pavimentos. Con el fin de incrementar la transferencia de carga y la eficiencia de la junta se deben usar pasadores de carga ubicados en la mitad de la losa, además deben de ir engrasados en su totalidad para facilitar el movimiento, tal como se muestra en el dibujo de la Figura No. 6.

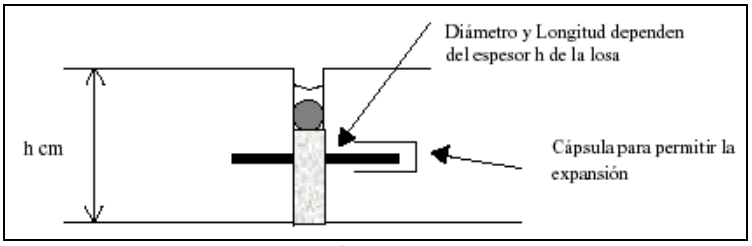


Figura No. 6. Juntas de Expansión para Losas del Pavimento Rígido

En juntas de expansión en una intersección asimétrica o en rampas, las dovelas se deben omitir para permitir los movimientos horizontales diferenciales y evitar el daño del concreto colindante. Así mismo se construye la losa aumentándole su espesor para absorber los esfuerzos de borde no transferidos, tal como se muestra en la Figura No. 7. En la Figura No. 8 se muestra un detalle del sello en junta de expansión.

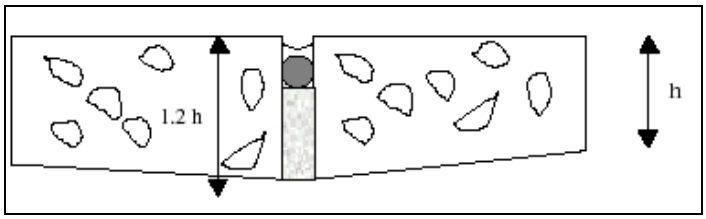


Figura No. 7. Junta de Expansión en Intersección Asimétrica

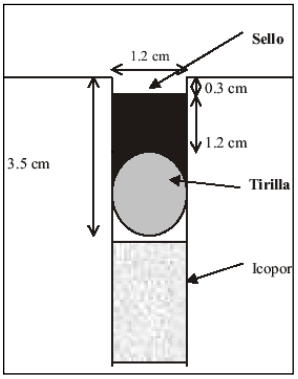


Figura No. 8. Detalle de la Junta de Expansión

3.7.2.1.13 Juntas de construcción

Este tipo de juntas se utiliza en juntas transversales cuando se deba detener la construcción de la placa o en juntas longitudinales cuando se realizan dos franjas de pavimentación, según se muestra en la Figura No. 9.

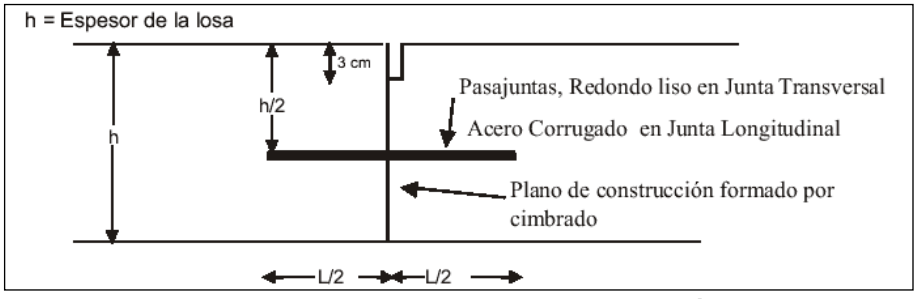


Figura No. 9. Juntas de Construcción

En estas juntas se puede utilizar aditivos epóxicos o deben llevar barras de refuerzo corrugadas, ubicadas en el eje neutro. El diámetro, la longitud y el espaciamiento se deben especificar con los mismos criterios de las juntas transversales de contracción.

Se debe buscar que la junta de construcción coincida con la junta de contracción; de no lograrlo, se debe crear una junta de emergencia. Igualmente, se debe reforzar esta unión como se especifica para las juntas de construcción.

3.7.2.1.14 Corte de juntas

Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos abrasivos. El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales.

Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. El contratista será el responsable de elegir el momento propicio para efectuar esta actividad sin que se presente pérdida de agregado en la junta o desportillamientos de la losa; sin embargo, una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas. Los trabajos deberán iniciar entre las 4 ó 6 horas después de haber colocado el concreto y deberá terminar antes de 12 horas después del colado. En la Figura No. 10 se observa en detalle el corte.

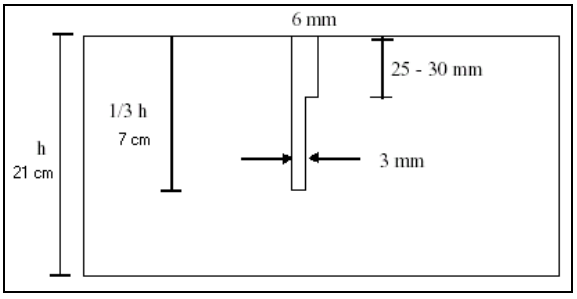


Figura No. 10. Corte de Juntas

Se realiza un corte inicial con un ancho de 3 mm y a una profundidad de 1/3 del espesor de la losa de concreto con el fin de inducir la falla controlada. Posteriormente, se realiza un ensanchamiento del corte para poder alojar el material de sello.

En el caso de que se requiera de cortes de juntas en dos etapas (escalonados), el segundo corte no deberá realizarse antes de 48 horas después del colado.

3.7.2.1.15 Sello de juntas

El sistema de sellado debe garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y compresión, el arrastre por las llantas de los vehículos, la resistencia a la acción del agua, los solventes, los rayos ultravioletas, la acción de la gravedad y el calor.

El espacio de la junta a sellar ha de estar seco y completamente limpio, lo que se puede lograr con lavado, barrido y luego soplado con compresor. Para sellar las juntas se emplean llenantes elastoméricos autonivelantes a base de poliuretanos o siliconas vaciadas en frío.

La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta, además deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo.

Previamente al vaciado del compuesto llenante, se coloca una tirilla de respaldo (backer rod) presionándola dentro de la junta con un colocador adecuado como se observa en la Figura No. 11.

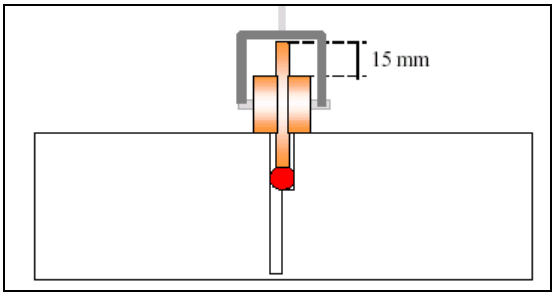


Figura No. 11. Colocación de Tirilla

El operario debe hacer un nudo en el sitio donde empieza a instalar el cordón y en el extremo donde termina, extendiendo el cordón sin tensionarlo para evitar que cuando se aplique el sellante, el cordón se retraiga y dañe el material de sello.

Al colocar el sello se debe cumplir con el factor de forma mínimo de 1/1 y máximo de 2/1, como relación entre sus dos dimensiones, vaciándolo sin que quede menisco convexo, ni sobrantes rebosantes. La superficie del sello debe quedar 5 mm por debajo del borde de la junta, y en ningún caso debe haber adherencia en tres puntos por lo cual se aísla la base del sello con la tirilla de respaldo, lo que también limita el espesor del sello y produce economía evitando consumos innecesarios. Lo anterior se puede apreciar en el dibujo de la Figura No. 12.

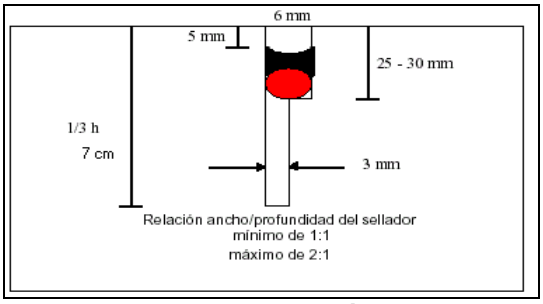


Figura No. 12. Colocación de Sello

3.7.2.1.16 Casos Específicos del Proceso Constructivo

3.7.2.1.16.1 Presencia de Estructuras Hidráulicas

En sectores del proyecto donde se presenten estructuras hidráulicas tales como cámaras de inspección, sumideros, cajas o cámaras de redes de otros servicios, etc. se debe ajustar la modulación de las losas manteniendo la relación de esbeltez, con el fin que la junta transversal

coincida con dichas estructuras y así prevenir fisuras. En el dibujo de la Figura No. 13 se esquematiza el procedimiento.

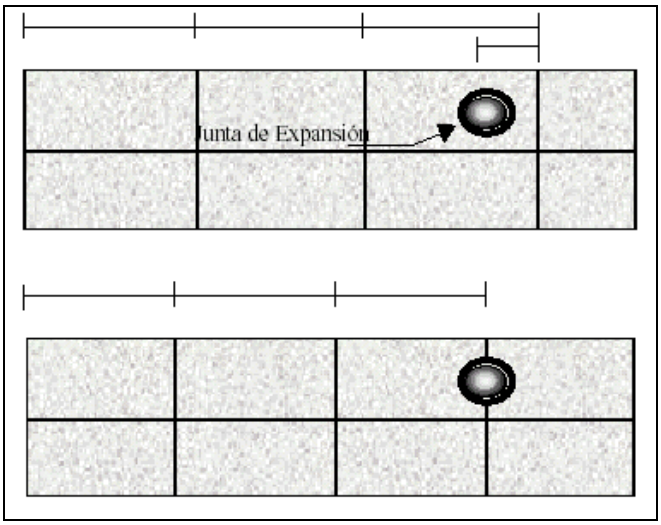


Figura No. 13. Modulación de Losas del Pavimento Rígido con Presencia de Estructuras Hidráulicas

Así mismo, alrededor de los sumideros de aguas lluvias se debe ajustar la modulación para que la junta transversal coincida con el eje del sumidero como se muestra en el dibujo de la Figura No. 14.

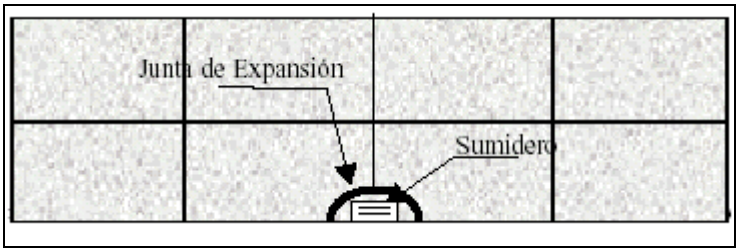


Figura No. 14. Modulación y Juntas en Presencia de un Sumidero

Para el caso en que la cámara de inspección coincida con la junta longitudinal, se ajusta la modulación con el fin de que la junta transversal coincida con la cámara, según se muestra en el caso A del dibujo de la Figura No. 15. Así mismo cuando se tienen varios pozos de inspección, se debe remodular con el objeto que estos coincidan dentro de la misma losa, la cual debe de ser reforzada mediante una parrilla, como se muestra en el caso B de la Figura No. 15.

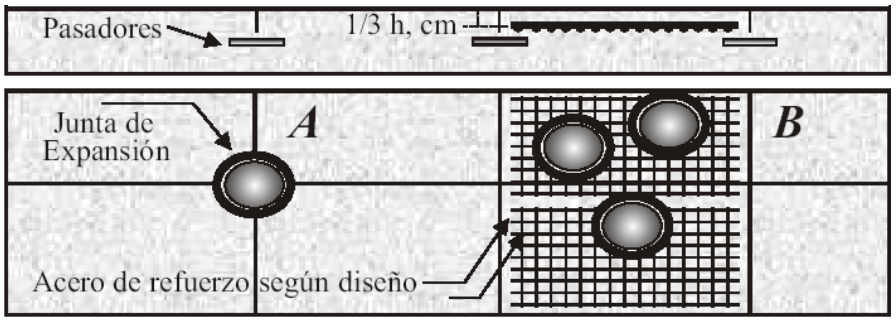
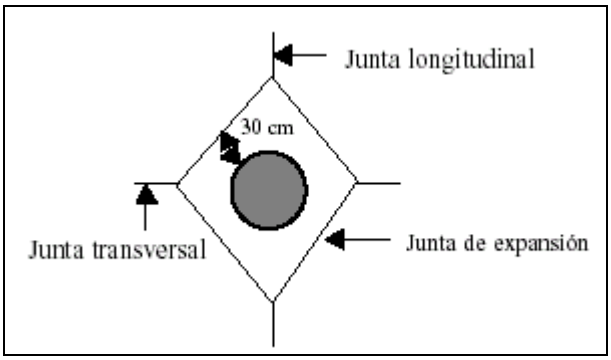


Figura No. 15. Modulación, Junta y Acero de Refuerzo por Presencia de Estructuras Hidráulicas

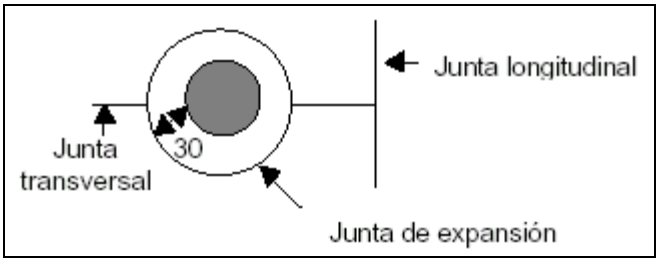
En el caso que pueda haber una deformación diferencial en el material de soporte de la losa, se debe tener en cuenta el diseño de acero de refuerzo localizado en el tercio inferior del espesor.

A continuación, se esquematiza los diferentes tipos de juntas para las estructuras hidráulicas:

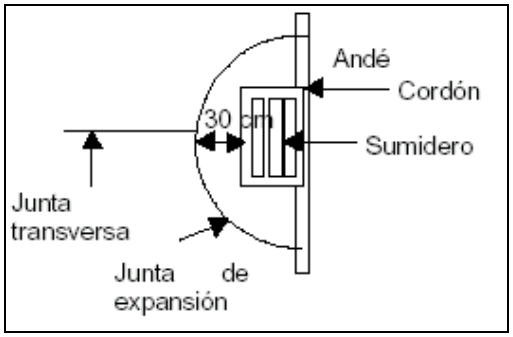
- Cuando la junta de expansión alrededor de las tapas de los pozos coincide con la junta transversal y la junta longitudinal se construye como se describe en la imagen:



- Cuando la junta de expansión alrededor de las tapas de los pozos no coincide con la junta longitudinal, se debe ajustar la modulación para que la junta transversal coincida con el eje del pozo, tal como se muestra en el siguiente dibujo:



- Alrededor de los sumideros se debe ajustar la modulación para que la junta transversal coincida con el eje del sumidero, tal como se muestra en el siguiente dibujo. No se deben dejar ángulos rectos en las losas colindantes con el sumidero. Se recomienda emplear formaleta semicircular con el fin que el esfuerzo sea tangencial y así evitar fisuración producto de las aristas vivas.



- En las intersecciones se deben modular las losas de tal manera que se eviten formas irregulares y esbeltas. Cualquier losa asimétrica o que no cumpla con los criterios de esbeltez debe ser reforzada.
- Para la modulación en vías con accesos se recomienda que las juntas transversales de un sentido coincidan con las longitudinales del otro. Así mismo, no es recomendable hacer losas con forma triangulares o que tengan ángulos menores a 75°, debido a la alta esbeltez y difícil colocación del acero de refuerzo en las franjas triangulares que se formarían y que son sensibles a fracturación.
- En curvas o glorietas las juntas deben ser perpendiculares al eje de la vía en forma radial. Igualmente cuando no se pueda hacer coincidirlos pozos o estructuras hidráulicas con las juntas transversales o longitudinales, esta losas deben ir reforzadas.
- Para la realización de los trabajos con asfalto de alto módulo, antes de iniciar los trabajos, el constructor deberá realizar una fase de experimentación para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo de ancho y longitud definidas en acuerdo con el interventor, los métodos definitivos de preparación, transporte, colocación, compactación y eventual curado de la mezcla, así como las tasas de aplicación en obra, de manera que se cumplan los requisitos de la respectiva especificación. Este tramo de prueba no hará parte de la obra en construcción.

La INTERVENTORÍA tomara muestras de la mezcla, para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos.

En caso de que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, el CONTRATISTA deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas en los equipos y sistemas o, si llega a ser necesario, en la fórmula de trabajo, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

3.7.2.2 Medida y pago

La restitución del pavimento en concreto rígido y la construcción de andenes en concreto se medirá tomando como unidad el metro cuadrado ejecutado y recibido de acuerdo a las presentes especificaciones, los planos del proyecto y las instrucciones de la INTERVENTORÍA. Se pagará a los precios unitarios consignados en el formulario de precios del contrato.

La medida para el pago de sardinel construido será el metro de sardinel ejecutado y recibido de acuerdo a las presentes especificaciones, los planos del proyecto y las instrucciones de la INTERVENTORÍA. Se pagará al precio unitario establecido en el formulario de precios unitarios del contrato.

Los precios unitarios de la restitución de pavimentos, andenes y sardineles deberán cubrir los costos de todas las operaciones necesarias para el suministro de los materiales necesarios para el desarrollo de las actividades, cargue, transporte al sitio de utilización, descargue, preparación, extensión, compactación y acabado según el tipo de pavimento y/o anden, los ensayos de laboratorio y pruebas de campo necesarios para demostrar la cantidad y calidad del pavimento o anden colocado, la preparación y presentación de los resultados obtenidos a la INTERVENTORÍA, mano de obra, equipos y en general, todos los demás costos directos e indirectos necesarios para ejecutar cada ítem satisfactoriamente.

No se incluirá en la medida ningún pavimento, andén, sardinel o acabados de andén construido por fuera de los límites especificados en los planos o autorizados por la INTERVENTORÍA.

Cuando por causas imputables al CONTRATISTA (roturas innecesarias, derrumbes ocasionados por falta o deficiencia del entibado, rellenos insuficientes, daños con el equipo mecánico, deterioros por acción del tránsito, procedimiento inadecuado de corte y rotura, etc.) sea necesario restituir pavimento, anden o sardinel en áreas adicionales no indicadas en los planos, ni ordenados por la INTERVENTORÍA, el trabajo correrá por cuenta del CONTRATISTA, debiendo cumplir con todas las especificaciones aplicables al resto del pavimento, anden y/o sardinel.

3.8 ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EL VIADUCTO

3.8.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el diseño, fabricación, protección, transporte y montaje de las estructuras de acero soldadas y pernadas, de acuerdo con los planos, las especificaciones y las instrucciones de la INTERVENTORÍA. Comprende, además, el suministro de todos los materiales requeridos para la fabricación de las estructuras, tales como láminas, perfiles, platinas, pernos, remaches, elementos para soldadura y piezas o metales especiales.

3.8.2 MATERIALES

3.8.2.1 Acero

El acero se deberá suministrar de acuerdo con las especificaciones que se indican a continuación. Mientras los documentos del proyecto o las especificaciones particulares no establezcan lo contrario, deberá ser del tipo de acero al carbono.

3.8.2.1.1 Acero Estructural

- Acero al carbono. El acero estructural al carbono deberá cumplir la especificación AASHTO M-270, grado 36.
- Barras de ojo. El acero para barras de ojo deberá ser del tipo soldable, que cumpla con la especificación AASHTO M-270, grados 36 ó 50W.

3.8.2.1.2 Acero Estructural de Baja Aleación y Alta Resistencia

Deberá cumplir con la especificación AASHTO M270, grados 50 ó 50W.

3.8.2.1.3 Acero Estructural de Baja Aleación y Alta Resistencia para Soldar

Deberá cumplir con la especificación AASHTO M270, grados 50 ó 50W.

3.8.2.1.4 Acero Estructural de Alta Resistencia para Construcción Pernada

El acero estructural de alta resistencia para construcción pernada deberá cumplir con la especificación AASHTO M270, grados 50 ó 50W.

3.8.2.1.5 Chapas de Acero Estructural Templado y Revenido de Baja Aleación y Alta Resistencia

Las chapas de acero estructural, templado y revenido de baja aleación y alta resistencia deberán cumplir con la especificación AASHTO M270, grado 70W.

3.8.2.1.6 Chapas de Acero Aleado y Templado de Alta Resistencia a la Fluencia

Las chapas de acero aleado y templado de alta resistencia deberán cumplir con la especificación AASHTO M270, grados 100 ó 100W.

3.8.2.1.7 Pernos de Alta Resistencia

Los pernos de alta resistencia para juntas estructurales, incluyendo tuercas y arandelas endurecidas sencillas, deberán cumplir con la especificación AASHTO M164 ó AASHTO M253. Cuando se especifican pernos M164 tipo 3, deberán tener, junto con las arandelas y tuercas, una resistencia contra la corrosión aproximadamente igual a dos (2) veces la resistencia del acero al carbono cobrizado.

La especificación AASHTO M164 para pernos y las especificaciones de las tuercas requieren que tanto los pernos como las tuercas fabricadas de acuerdo a la especificación se identifiquen con las marcas específicas en la parte superior de la cabeza del perno y en un lado de la tuerca. Las marcas de los pernos deberán indicar el grado de resistencia con el símbolo "A 325", el nombre del fabricante y el tipo de pernos, tipo 2 ó tipo 3. Las marcas de las tuercas, igualmente, deberán indicar el grado de resistencia, el fabricante y el tipo si se trata de tipo 3.

La norma AASHTO M253 para pernos y las especificaciones de las tuercas requieren que tanto los pernos como las tuercas fabricadas de acuerdo a la especificación se identifiquen con marcas específicas, en la parte superior de la cabeza los pernos y en una cara las tuercas. Las marcas de los pernos, deben indicar el grado de resistencia con el símbolo "A490", el nombre del fabricante y el tipo de pernos, tipo 2 ó tipo 3. Las marcas de las tuercas deben indicar el grado de resistencia con el símbolo "2H" o "DH", el fabricante y el tipo si se trata de tipo 3.

Las dimensiones de los pernos y tuercas deberán ajustarse a las dimensiones de la Tabla No. 1 y a los requisitos para pernos y tuercas hexagonales pesadas, dados en las normas ANSI B18.2.1 y B18.2.2, respectivamente.

Los pernos galvanizados de alta resistencia deberán ser pernos AASHTO M164 tipo 1 o tipo 2, galvanizados por el proceso de inmersión en caliente o por el proceso mecánico de galvanización. Si los pernos tipo 2 se galvanizan por el proceso de inmersión en caliente, deberán probarse a tracción después de galvanizado de acuerdo con la norma AASHTO M164. Las tuercas y pernos del mismo ensamble deberán ser galvanizados por el mismo proceso. Los pernos de calidad AASHTO M253 se deberán galvanizar por el proceso de inmersión en caliente.

Tabla No. 1. Dimensiones de Pernos y Tuercas

Dimensiones de pernos (en pulgadas) Perno Hexagonal Pesado				Dimensiones de tuercas (en pulgadas) Tuerca Hexagonal Pesada	
Tamaño Nominal Perno D	Ancho entre caras planas F	Altura de cabeza H	Longitud de rosca T	Ancho entre caras planas W	Altura H
1/2	7/8	5/16	1	7/8	31/64
5/8	1-1/16	25/64	1-1/4	1-1/16	39/64
3/4	1-1/4	15/32	1-3/8	1-1/4	47/64
7/8	1-7/16	35/64	1-1/2	1-7/16	55/64
1	1-5/8	39/64	1-3/4	1-5/8	63/64
1-1/8	1-13/16	11/16	2	1-13/16	1-7/64
1-1/4	2	25/32	2	2	1-7/32
1-3/8	2-3/16	27/32	2-1/4	2-3/16	1-11/32
1-1/2	2-3/8	15/16	2-1/4	2-3/8	1-15/32

Las arandelas circulares deberán ser planas y lisas y sus dimensiones nominales deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM F436 y las dimensiones de la Tabla No. 2. No se deberán utilizar arandelas planas para pernos de seguridad sujetadores de collar, a menos que se especifiquen agujeros ranurados o sobredimensionados.

Las arandelas ahusadas para vigas y canales, fabricadas según las normas americanas u otras caras ahusadas que se requieran cuadradas o rectangulares, deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM F436 y las dimensiones dadas en la Tabla No. 2.

Si se requiere, se podrá recortar un lado de la arandela hasta una distancia no inferior a siete octavos (7/8) el diámetro del perno, tomada desde el centro de la arandela.

Siempre y cuando se tenga la aprobación del Interventor, se podrán utilizar otros sujetadores o sistemas de fijación que cumplan con los materiales, fabricación y los requisitos de composición química de los pernos AASHTO M164 o AASHTO M253 y que cumplan, además, con los requisitos de las propiedades mecánicas de la misma especificación en pruebas a escala natural. Así mismo, deberán tener el diámetro del cuerpo y las áreas de apoyo bajo la cabeza y tuerca, o su equivalente, no inferiores a los provistos por un perno y tuerca de las mismas dimensiones nominales prescritas en el parágrafo anterior. Dichos sujetadores alternos pueden diferir en otras dimensiones de aquellas de los pernos y tuercas especificados.

Tabla No. 2. Dimensiones de Arandelas

Arandelas Circulares					Arandelas ahusadas cuadradas rectangulares para vigas y canales estándar		
Diámetro del Perno	Diámetro Nominal Externo	Diámetro Nominal Agujero	Espesor		Dimensión Mínima Lado	Espesor Promedio	Ahusado en Espesor
D	(b)		Mínimo	Máximo			
1/2	1-1/16	17/32	.097	.177	1-3/4	5/16	1:6
5/8	1-5/16	21/32	.122	.177	1-3/4	5/16	1:6
3/4	1-15/32	13/16	.122	.177	1-3/4	5/16	1:6
7/8	1-3/4	15/16	.136	.177	1-3/4	5/16	1:6
1	2	1-1/16	.136	.177	1-3/4	5/16	1:6
1-1/8	2-1/4	1-1/4	.136	.177	2-1/4	5/16	1:6
1-1/4	2-1/2	1-3/8	.136	.177	2-1/4	5/16	1:6
1-3/8	2-3/4	1-1/2	.136	.177	2-1/4	5/16	1:6
1-1/2	3	1-5/8	.136	.177	2-1/4	5/16	1:6
1-3/4	3-3/8	1-7/8	.178c	.28c			
2	3-3/4	2-1/8	.178	.28			
De 2 a 4	2D-1/2	D+1/8	.24d	.34d			

Notas:
(a) Dimensiones en pulgadas
(b) Puede excederse en 1/4 de pulgada
(c) 3/16 de pulgada nominal
(d) 1/4 de pulgada nominal

3.8.2.1.8 Aceros Cobrizados

Cuando se especifican aceros cobrizados, éstos deberán tener 0,2% de cobre, como mínimo.

3.8.2.1.9 Transmisores de Cortante Soldados

Los transmisores de cortante deberán cumplir con los requisitos para barras de acero al carbono formado en frío, AASHTO M169 barras estiradas en frío, grados 1015, 1018 ó 1020, semi o completamente apagadas. Si se utilizan casquetes para retención del fundente, el acero de éstos deberá ser de un grado de bajo contenido de carbono apropiado para soldadura y que cumpla con la especificación ASTM A109, tiras de acero al carbono laminado en frío.

Las propiedades mecánicas, determinadas por ensayos del acero en barras luego de su estiramiento o de conectores terminados, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Resistencia a la tracción (mínima)	60.000 lb/pg^2
Límite de fluencia (mínimo)	50.000 lb/pg^2
Elongación en 2 pulgadas (mínimo)	20%
Reducción de área (mínima)	50%

Las propiedades mecánicas se determinarán de acuerdo con las secciones aplicables de la norma ASTM A370, "Ensayos mecánicos de productos de acero". Las pruebas de tensión de los pernos terminados se harán en pernos soldados a platinas de prueba que utilizan una plantilla sujetadora similar a la mostrada en la figura 4.23.2 de la norma AWS D1.1. Si ocurre fractura fuera de la mitad central de la longitud en la escala, se deberá repetir la prueba.

Los pernos terminados deberán ser de calidad y apariencia uniforme, libres de astillas perjudiciales, rebabas, fisuras, grietas, torceduras, dobleces u otros defectos. El acabado deberá ser el conseguido por estiramiento en frío, laminado en frío o maquinado.

El fabricante deberá certificar que los pernos se ajustan a los requisitos de material del presente numeral. A solicitud del Interventor, se deberán remitir copias certificadas de los informes de control de calidad hechos en la planta.

3.8.2.1.10 Camisas de Acero

Las camisas de acero deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM A252, grado 2 para pilotes de tubería metálica soldada sin costura, con requerimientos químicos según la norma ASTM A53, grado B.

3.8.2.2 Electrodos, Electrodos-fundentes y Metal de Aporte para Soldadura

Deberán cumplir la norma correspondiente de la American Welding Society (AWS), entre ellas, las siguientes:

- Especificación para electrodos de acero dulce, recubiertos, para soldadura de arco, AWS-A.5.1.
- Especificación para electrodos de acero de baja aleación, recubiertos para soldadura de arco, AWS-A.5.5.
- Especificación para electrodos de acero dulce, desnudos, y fundentes para soldadura de arco sumergido, AWS-A.5.17.
- Especificación para electrodos de acero dulce, para soldadura de arco metálico con atmósfera de protección, AWS-A.5.18.
- Especificación para electrodos de acero dulce, para soldadura de arco con núcleo de fundente, AWS-A.5.20.
- Especificación para electrodos de acero de baja aleación, desnudos, y fundente para soldadura de arco sumergido, AWS-A.5.23.

3.8.2.3 Piezas Forjadas de Acero

Las piezas forjadas de acero deberán cumplir con las especificaciones para forjas de acero al carbono y aleado para uso industrial, AASHTO M102, clases C, D, F o G.

3.8.2.4 Fundiciones de Acero

3.8.2.4.1 Fundiciones de Acero para Puentes

Las fundiciones de acero para componentes del puente del viaducto deberán cumplir con las especificaciones estándar para fundiciones de puentes de carreteras, norma AASHTO M192 o fundiciones de acero al carbono, de resistencia suave a media, para aplicaciones generales, norma AASHTO M103. A menos que se especifique diferente, se deberán emplear la clase 70 ó grados 70-36 de acero, respectivamente.

3.8.2.4.2 Fundiciones de acero con aleaciones de cromo

Las fundiciones de acero con aleaciones de cromo deberán cumplir con las especificaciones para fundiciones de hierro-cromo, de hierro-cromo-níquel, resistentes a la corrosión para aplicaciones generales, norma AASHTO M163. Se deberá suministrar Grado CA 15, a menos que se especifique de otra manera.

3.8.2.5 Fundiciones de Hierro

Deberán ser fundiciones de hierro gris que cumplan con las especificaciones para fundiciones de hierro gris, norma AASHTO M105, clase 30, a menos que se especifique diferente.

3.8.2.6 Fundiciones de Hierro Dúctil

Deberán cumplir con las especificaciones para fundiciones de hierro dúctil, norma ASTM A536. grado 60-40-18, a menos que se especifique de otra manera.

3.8.2.7 Fundiciones Maleables

Deberán cumplir con las especificaciones para fundiciones de hierro maleable, norma AASHTO M106. Se deberá suministrar grado No.35018, a menos que se especifique de otra manera.

3.8.2.8 Materiales para Juntas y Apoyos

3.8.2.8.1 Almohadillas Elastoméricas de Soporte

Deberán cumplir lo indicado en la especificación AASHTO M251.

3.8.2.8.2 Almohadillas Preformadas de Caucho y Fibra de Algodón

Deberán ser fabricadas de caucho no vulcanizado y de capas de fibras nuevas de algodón, comprimidas y vulcanizadas para formar almohadillas del grosor especificado, de acuerdo con la Federal Specification MIL-C-882, y deberán tener una resistencia a la compresión, perpendicular a las laminaciones, no menor de 700 kg/cm^2, sin reducción perjudicial de su espesor.

3.8.2.9 Materiales para Cubrimiento

Con anterioridad al procedimiento de pintura para protección de los elementos metálicos del viaducto, deberá limpiarse toda la estructura con un chorro de arena a presión “sand – blasting”. Los abrasivos utilizados para la limpieza superficial del acero estructural podrán ser arena seca limpia, arenisca mineral o limadura de acero, a opción del CONTRATISTA, los cuales tendrán una gradación aprobada para producir resultados satisfactorios. No se permitirá el uso de otros abrasivos, sin la aprobación previa del INTERVENTORÍA.

A menos que las disposiciones especiales lo prohíban, se podrán emplear disolventes para retirar aceite, grasa u otros contaminantes solubles de cualquier elemento metálico, de acuerdo con la norma SSPC-SP1, “Limpieza de disolventes”.

En términos generales, el cubrimiento para protección de los elementos metálicos del viaducto comprende los siguientes pasos:

- Sandblasting Grado SSPC-SP10 cerca de metal blanco, con un perfil de anclaje de 25 a 50 micrones.
- Aplicación de imprimante epóxico Ref. 137008 / 138001 de Sika o similar, con un espesor de 3 Mils.
- Aplicación de pintura epóxica de barrera Ref.233710 / 238001 de Sika o similar, con un espesor de 3 Mils.
- Aplicación de pintura de acabado esmalte uretano blanco Ref. 363050 / 368001 de Sika o similar, con un espesor de 2 Mils.

El espesor total del sistema de película seca será de 8 Mils.

3.8.3 EQUIPO

El CONTRATISTA deberá poner a disposición de los trabajos todos los equipos y herramientas necesarios para la correcta y oportuna fabricación de las piezas de acero estructural, de acuerdo con los planos del proyecto. Además, deberá proporcionar los vehículos para su transporte a la obra, así como todas las armazones provisionales y todas las herramientas, maquinaria, artefactos y pernos ajustadores necesarios para la marcha efectiva del trabajo.

El montaje en el campo de las partes componentes de una estructura, implica el uso de métodos y artefactos que no produzcan daños por torcedura, dobladura u otra deformación del metal.

3.8.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

3.8.4.1 Diseño, Planos e Identificación del Acero durante la Etapa de Fabricación

3.8.4.1.1 Diseño y Planos

Los trabajos de construcción del viaducto se efectuarán con base en los planos de diseño detallado, que serán suministrados por la INTERVENTORÍA al CONTRATISTA, antes de iniciar los trabajos. Cualquier modificación al diseño que el CONTRATISTA pretenda realizar, debe contar con el visto bueno de la INTERVENTORÍA.

3.8.4.1.2 Identificación de Aceros durante la Fabricación

a. Identificación por el CONTRATISTA

El CONTRATISTA deberá suministrar a la INTERVENTORÍA copias certificadas de todos los informes de análisis químicos y pruebas físicas para cada colada de acero, para todos los elementos, siempre que éste los requiera. Cada pieza de acero que se ha de fabricar, se deberá identificar convenientemente para la INTERVENTORÍA.

Los planos del taller deberán identificar específicamente cada pieza fabricada de acero de calidad diferente al acero AASHTO M270, grado 36. Las piezas hechas de acero de grados diferentes no tendrán la misma marca de ensamble o montaje, aunque sean de dimensiones y detalles idénticos.

El sistema de marcas guías utilizado por el CONTRATISTA para piezas individuales hechas de acero de calidad diferente al acero AASHTO M270 grado 36 y las instrucciones de corte dadas al taller (generalmente referenciando las marcas guías en los planos de taller con el ítem correspondiente a la orden de compra) deberán ser tales, que permitan identificar el número del informe de las pruebas de fábrica.

El CONTRATISTA podrá suministrar material en existencia, siempre que pueda ser identificado por el número de colada y el informe de pruebas de fábrica.

Cualquier material almacenado para uso posterior deberá ser marcado con el número del informe de pruebas de fábrica y con el código de identificación por colores (véase Tabla No.14.3) de la norma AASHTO M160.

b. Identificación de aceros durante la fabricación

Durante la etapa de fabricación, cada pieza de acero de calidad diferente al acero AASHTO M270 grado 36, deberá llevar en forma clara y legible su código de identificación por colores mostrado en la Tabla No. 3.

Las piezas de acero marcadas individualmente que se utilizan en el tamaño suministrado, o que tienen un tamaño reducido por el desbastado de un borde o extremo que no altera el número de colado o código de color pueden ser utilizadas sin codificación adicional, siempre y cuando permanezca legible el número de colado o código de color.

Tabla No. 3. Código de Identificación por Colores

AASHTO M270	Grado 100 rojo
AASHTO M270	Grado 100W rojo y naranja
AASHTO M270	Grado 50 verde y amarillo
AASHTO M270	Grado 50W azul y amarillo

Las piezas de acero de calidad diferente al acero AASHTO M270 grado 36, que han de cortarse en piezas de menor tamaño, antes de ser cortadas, deberán ser marcadas en forma legible con el código de identificación por colores de la norma AASHTO M160.

Las piezas individuales de acero de calidad diferente al acero AASHTO M270 grado 36, que han de suministrarse en paquetes rotulados deberán ser marcadas con el código de identificación por color de la norma AASHTO M160, a su retiro del paquete.

Las piezas de acero de calidad diferente al acero AASHTO M270 grado 36, que previamente al ensamble, están sujetas a operaciones de fabricación tales como limpieza con aire, galvanizado, tratamiento térmico o pintura que borre la marca del código de color, deberán ser marcadas con troqueles de acero o mediante un rótulo resistente bien pegado.

Se deberá utilizar el código de la Tabla No. 3 para identificar los aceros, en concordancia con esta especificación, durante toda la operación de fabricación.

Otros aceros con excepción del acero AASHTO M270 grado 36, excluido de la especificación AASHTO M160, deberán tener un código de color individual que deberá ser establecido y registrado para la INTERVENTORÍA.

3.8.4.2 Fabricación

3.8.4.2.1 Almacenamiento de Materiales

El material estructural, corriente o prefabricado, deberá ser almacenado en los talleres sobre plataformas elevadas, rodillos o cualquier otro tipo de soporte. Deberá mantenerse libre de tierra, grasa o cualquier materia extraña, y protegerse siempre contra la corrosión.

3.8.4.2.2 Montaje en el Taller

El montaje total de una estructura completa, incluyendo el sistema de piso o el montaje de componentes individuales de la misma como armaduras, nervaduras de arcos, vigas continuas o vigas maestras, castilletes, caballetes y marcos rígidos, deberá ser realizado en el taller en la forma que sea requerida en los planos. En caso contrario, el CONTRATISTA podrá optar por el montaje parcial en taller, que será el mínimo trabajo de taller requerido antes de iniciar las operaciones de escariado, o las de taladrado en metal sólido, a tamaño normal, que deban ser efectuadas en el campo.

3.8.4.2.3 Perforación de Agujeros para Pernos

a. Perforación de los agujeros

Todos los agujeros para los pernos de alta resistencia deberán ser punzonados, escariados o taladrados. Los agujeros terminados al tamaño normal deberán ser de 1/16 de pulgada (1.6 mm), mayores que el diámetro nominal del perno.

El material que forme parte de una pieza compuesta de no más de cinco espesores de metal puede ser punzonado a 1/16 de pulgada (1.6 mm) más grande que el diámetro nominal del perno, siempre que el grueso del metal no sea mayor de ¾ de pulgada (1.91 cm) para acero al carbono, de 5/8 de pulgada (1.59 cm) para acero de aleación y de ½ pulgada (1.27 cm) para acero templado y revenido.

Cuando el material que forme parte de una pieza compuesta, sea de más de cinco espesores de metal, o alguno de los principales materiales sea más grueso que ¾ de pulgada (1.91 cm) para el acero al carbono; de 5/8 de pulgada (1.59 cm) para acero de aleación y de ½ pulgada (1.27 cm) para acero templado y revenido, todos los agujeros deberán ser punzonados o taladrados a un diámetro menor de 3/16 de pulgada (0.476 cm), más pequeño que el diámetro nominal del perno y luego, durante el montaje fresados o escariados 1/16 pulgada (1.6 mm) mayores que el diámetro nominal del perno. También pueden ser taladrados en el metal sólido, 1/16 de pulgada (1.6 mm) mayores que el diámetro nominal del perno.

b. Perforaciones para pernos nervados, pernos torneados u otros pernos aprobados tipo aplastamiento.

Todas las perforaciones para pernos nervados, pernos torneados u otros pernos tipo aplastamiento se deben sub-punzonar o taladrar 3/16 de pulgada (0.476 cm) más pequeños que el diámetro nominal del perno y ensancharse, montarse, o taladrarse con la ayuda de una plantilla metálica o después de montaje, a opción del fabricante. En ningún caso, las perforaciones terminadas necesitarán un ajuste a martillo.

c. Agujeros a punzón

El diámetro del troquel o matriz no deberá exceder de 1/16 de pulgada (1.6 mm) del diámetro nominal del perno. Si algunos de los agujeros se deben ampliar para admitir los pernos, se deben escariar.

Los agujeros punzonados deberán estar bien definidos sin bordes rasgados, rotos o disparejos. La deficiente coincidencia de agujeros será causa suficiente para su rechazo.

d. Agujeros taladrados o escariados

Los agujeros taladrados o fresados deberán ser cilíndricos, perpendiculares a la pieza y no mayores de 1/16 de pulgada (1.6 mm) que el diámetro nominal del perno. Cuando sea factible, los escariadores deben dirigirse por medios mecánicos. Las rebabas en la superficie exterior, deben ser eliminadas y será motivo de rechazo la deficiente coincidencia de los agujeros. El taladro y el escariado se deben hacer con brocas helicoidales. Las piezas armadas se deben desarmar para quitarles las rebabas ocasionadas por el taladrado.

e. Agujeros para conexiones en obra, de miembros principales

A menos que se especifique en otra forma en las especificaciones particulares, los agujeros para pernos de todas las conexiones y empalmes en obra, de piezas principales de armaduras, vigas y demás miembros principales, deberán ser punzonados o taladrados a un diámetro menor y posteriormente escariados al tamaño normal con una plantilla de acero, mientras se efectúa su montaje.

f. Agujeros para conexiones en obra, de otros miembros que no sean principales

Con excepción de los miembros principales mencionados anteriormente y donde no se requiera en los planos, perforación a un diámetro menor y posterior escariado, los agujeros en el material de ¾ de pulgada (1.91 cm) o menos de espesor, deberán ser perforados al diámetro total. Los agujeros de material de más de ¾ de pulgada (1.91 cm) de espesor, deberán ser perforados a un diámetro menor y luego escariados o bien taladrados en sólido, al tamaño normal.

g. Precisión de los agujeros punzonados y de los taladrados a diámetro menor

Todos los agujeros punzonados al tamaño normal, punzonados a un diámetro menor, o taladrados a un diámetro menor, se deben hacer con una precisión tal, que después de ensambladas las piezas (y antes de realizar el escariado) pueda pasarse perpendicularmente a las piezas y sin desalineado, una varilla cilíndrica de 1/8 de pulgada (0.32 cm) menor que el diámetro nominal del agujero en, por lo menos, un setenta y cinco por ciento (75%) de cualquier grupo contiguo de agujeros en el mismo plano. Si este requisito no se cumple, deben ser rechazadas las piezas incorrectamente perforadas. Si hay algún agujero que no permita el paso de una varilla de 3/16 de pulgada (0.476 cm) menor que el diámetro nominal de agujero perforado, ésto será causa suficiente para rechazarlo.

h. Precisión de los agujeros escariados y de los taladrados a tamaño normal

En el caso de los agujeros escariados y los taladrados a tamaño normal, el ochenta y cinco por ciento (85%) de ellos en cualquier grupo contiguo, después del escariado o taladrado, no deberá mostrar una desviación mayor de 1/32 de pulgada (0.8 mm) entre espesores adyacentes de metal.

3.8.4.2.4 Enderezamiento del material

Todo el material estructural deformado deberá ser enderezado por métodos adecuados, antes de ser armado, abrirle agujeros o trabajado de otra manera en el taller.

Las torceduras y dobleces ásperos o filosos serán causa de rechazo del material. El enderezado de extremos doblados de láminas, angulares y otros perfiles, se deberá hacer por métodos que no causen fractura u otros daños al material. Ningún metal deberá ser calentado, a menos que esto sea estrictamente necesario, en cuyo caso el calentamiento se deberá hacer a una temperatura no mayor que la que produce un color rojo cereza. Después del calentamiento, el metal se deberá enfriar lentamente. A continuación del enderezado de una dobladura, la superficie del metal se debe inspeccionar cuidadosamente, buscando señales de posibles fracturas.

Excepto cuando se requiera una contraflecha, el material deberá llenar los siguientes requisitos de rectitud, cuando haya sido colocado en su lugar en el campo. La desviación permisible para una línea recta no debe exceder de un milímetro por metro (1 mm/m).

No se deberá usar ningún arriostramiento transversal u otros medios para forzar a un miembro a mantener la rectitud necesaria durante su armado.

3.8.4.2.5 Curvatura de Vigas Laminadas y Ensambladas

La operación de curvado se debe realizar al calor antes de pintar el elemento; sin embargo, se puede efectuar antes o después de completar la soldadura que se requiera para los atiesadores transversales intermedios. El calentamiento se deberá conducir de tal manera, que la temperatura del acero no exceda de seiscientos veinte grados Celsius (620ºC). La viga no se podrá enfriar artificialmente hasta tanto la temperatura haya descendido a trescientos quince grados Celsius (315ºC).

Los aceros fabricados a un punto mínimo de fluencia en exceso de cincuenta mil libras por pulgada cuadrada (50.000 lb/pg^2), no pueden ser curvados al calor.

3.8.4.2.6 Corte a la llama

El acero estructural, puede ser cortado a la llama, siempre que se obtenga una superficie lisa, libre de muescas y grietas y se obtenga un perfil exacto mediante el empleo de una perfiladora mecánica. El corte de llama manual (a pulso) se debe hacer únicamente cuando sea autorizado en las especificaciones particulares. La llama cortante deberá ser ajustada y manipulada de modo que se evite cortar más allá (hacia adentro) de las líneas prescritas.

Las muescas, grietas y asperezas superficiales que no excedan de cinco milímetros (5 mm) de profundidad, pueden ser eliminadas por cepillado o esmerilado. Los defectos en bordes cortados con llama, no deberán ser reparados mediante soldadura, excepto cuando así se indique en las especificaciones particulares. Se pueden reparar con este método muescas o ranuras ocasionales con una profundidad menor de diez milímetros (10mm), en aquellos tipos de acero estructural considerados como soldables de acuerdo a las normas AASHTO, para el acero de que se trate. La soldadura terminada se debe esmerilar para dejarla lisa y pareja con la superficie contigua.

3.8.4.2.7 Ajuste para el empernado

Las superficies de metal que entren en contacto, se deberán limpiar antes del montaje. Las partes de un miembro, se deberán montar bien aseguradas y firmemente unidas con pernos antes de empezar el escariado. Las piezas montadas se deben separar, si es necesario, para la remoción de rebabas y virutas producidas por el escariado. Todos los miembros deberán estar libres de torceduras, dobladuras y otras deformaciones.

3.8.4.2.8 Diagrama de Contraflechas

El CONTRATISTA deberá proporcionar a la INTERVENTORÍA un diagrama de contraflechas mostrando la contraflecha en todos los nudos de cada tramo o panel para cada armadura, tomado de las verdaderas medidas obtenidas durante el montaje en el taller, cuando se trate de montaje completo. Cuando se use un montaje parcial, el diagrama de contraflechas se deberá basar en los valores calculados en cada nudo de la armadura.

Las armaduras deberán ser combadas de tal forma que todos los miembros queden rectos y alineados normalmente bajo la carga muerta completa. La fabricación y montaje de las armaduras se deberá ejecutar de tal manera que se reduzcan los esfuerzos secundarios hasta donde sea factible. Los empalmes en los cordones rectos y en las columnas, deberán ser escariados después de armar los miembros en sus posiciones geométricas apropiadas. Se deberá ejercer atención especial para la eliminación del efecto que producen las barras de amarre y los miembros secundarios. Así mismo, se deberán tomar las medidas adecuadas para compensar la pérdida de contraflecha, resultante de la soldadura de conectores de corte a los miembros estructurales.

3.8.4.2.9 Marcas de Coincidencia

Las partes componentes armadas en el taller, con el propósito de abrir agujeros para las conexiones de campo, se deberán marcar para el montaje y se deberá proporcionar al CONTRATISTA en el campo y a la INTERVENTORÍA, un diagrama que muestre tales marcas.

3.8.4.2.10 Terminado de Bordes y Superficies de Apoyo

No se requiere pulir o dar terminado a los bordes de las piezas cizalladas o cortadas térmicamente, a no ser que específicamente se establezca en los planos, o que aparezca incluido en una especificación de preparado de borde para soldadura.

El terminado de las superficies de apoyo, placas base y otras superficies de apoyo que han de quedar en contacto con concreto o entre sí, deberá cumplir con los requisitos de aspereza superficial ANSI definidos en la norma ANSI B46.1 - Aspereza Superficial, Ondulado y Trenzado, Parte I, así:

Placas de acero	ANSI 2.000
Placas pesadas en contacto en zapatas que han de soldarse	ANSI 1.000
Extremos cepillados de miembros a compresión o extremos pulidos de atiesadores o rellenos	ANSI 500
Rodillos y balancines de puentes	ANSI 250
Pasadores y huecos de pasadores	ANSI 125
Asientos de deslizamiento	ANSI 125

3.8.4.2.11 Juntas Colindantes

Las juntas a tope de los miembros en compresión, deberán tener sus caras acabadas adecuadamente y ajustarse exactamente para asegurar un apoyo uniforme. Los extremos de los miembros en tensión en los empalmes, deberán tener un acabado áspero, pero los extremos de los miembros no deberán estar en contacto. La abertura no deberá exceder de seis milímetros (6 mm).

3.8.4.2.12 Fabricación de Elementos

A menos que se indique en los planos, las placas de acero para elementos principales y placas de empalme para aletas y los elementos principales sometidos a tensión deberán cortarse y fabricarse de tal forma, que la dirección primaria del laminado quede paralela a la dirección de los esfuerzos principales de tensión y/o compresión. Los elementos fabricados deberán quedar bien aplomados y estar libres de torceduras, dobleces y juntas abiertas.

3.8.4.2.13 Platinas Curvas

Las platinas de acero laminado, no soldadas, curvadas en frío, que soportan carga, deberán cumplir con lo siguiente: Deberán tomarse de platinas en existencia cuya línea de doblez esté en ángulos rectos con la dirección del laminado, excepto que las nervaduras dobladas en frío para puentes de tablero ortotrópico puedan doblarse en la dirección del laminado, siempre y cuando la INTERVENTORÍA así lo permita. El doblado se deberá hacer de tal manera, que no ocurra ninguna rotura en la platina. Los radios mínimos, medidos en la cara cóncava del metal, están dados en la Tabla No. 4, donde “t” es el espesor de la platina.

Tabla No. 4. Radios de Doblado

	Espesor en pulgadas				
	Hasta ½	De ½ a 1	De 1 a 1 ½	de 1 ½ a 2 ½	De 2 ½ a 4
	Radios de Doblado				
Acero estructural, todos los grados	2t	2 ½ t	3t	3 ½ t	4t

La tolerancia para la recuperación del acero AASHTO M270 grados 70W y 100/100W deberá ser del orden de tres (3) veces la del acero estructural al carbono. Para el formato en prensa, la luz inferior del troquel deberá ser por lo menos dieciséis (16) veces el espesor de la platina. Se recomiendan golpes múltiples.

Si se requiere un radio más corto, las platinas deberán ser dobladas al calor a una temperatura que no sobrepase de seiscientos cincuenta grados Celsius (14ºC), excepto para aceros AASHTO M270 grados 70W y 100/100W. Si las platinas de estos aceros tienen que ser dobladas en caliente a temperaturas superiores a quinientos ochenta grados Celsius (580ºC) o seiscientos

diez grados Celsius (610ºC), respectivamente, dichos aceros se deberán templar y revenir de nuevo de acuerdo con la práctica de las acerías.

Previo al doblado, las esquinas de las platinas se deberán redondear a un radio de un milímetro y seis décimas (1,6 mm) en todas las partes de la platina que deben ser dobladas.

3.8.4.2.14 Ajuste de los Angulares de Refuerzo

Los angulares de refuerzo para extremos de vigas o de soporte en puntos de cargas concentradas, deberán ser fresados, esmerilados o rectificados adecuadamente, para asegurar un asiento parejo contra los angulares que forman el ala o contra el ala de las vigas. Se podrá permitir el uso de soldadura en vez de fresado o esmerilado, cuando así se especifique en los planos o en las especificaciones particulares. Los angulares intermedios (que no soporten carga concentrada), deberán ser suficientemente ajustados para impedir el paso del agua después de ser pintados.

3.8.4.2.15 Barras de Ojo

Los agujeros para pasadores pueden ser cortados con llama, a un diámetro por lo menos de cinco centímetros (5 cm) menor que el diámetro acabado del pasador. Las barras de ojo que vayan a ser colocadas lado a lado en la estructura, se deberán afianzar fuertemente unas con otras en el orden en que serán colocadas en el pasador y taladradas en ambos extremos mientras están sujetadas. Las barras de ojo deberán ser estampadas con letras de acero en las cabezas de cada pieza al terminar su fabricación, de modo que queden visibles cuando las barras sean colocadas en su lugar en la estructura. Las barras de ojo deberán ser rectas y estar libres de torceduras, y los agujeros para los pasadores deberán quedar situados con exactitud en la línea central de la barra. La inclinación de las barras con respecto al plano de la armadura no deberá exceder de cinco milímetros por metro (0,50 cm/m).

Los bordes de las barras de ojo que queden entre la línea media transversal de sus agujeros para pasadores, deberán ser cortados simultáneamente con dos (2) sopletes que trabajen mecánicamente uno frente al otro, guiados por una plantilla maciza para evitar la distorsión de las planchas.

3.8.4.2.16 Revenido y Alivio de Esfuerzos

Los elementos estructurales que deban revenirse o normalizarse, deberán maquinarse, taladrarse y enderezarse después del tratamiento al calor. El normalizado y revenido (temple total) se harán de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM E44. La temperatura dentro del horno se deberá mantener uniforme durante el calentamiento y enfriamiento, de modo que no se presente una diferencia de temperatura mayor de treinta y ocho grados Celsius (38ºC) en dos puntos del elemento.

Los elementos de acero de calidad AASHTO M270, grados 70W y 100/100W, no se deben revenir, normalizar o aliviar de esfuerzos, sin la aprobación previa del Interventor.

Un registro de cada cargada de horno debe identificar las piezas e indicar las temperaturas y el programa realmente utilizados. Se deben proporcionar instrumentos apropiados, incluyendo pirómetros de registro, para determinar en cualquier momento la temperatura de los elementos dentro del horno. Los registros de la operación deben estar disponibles al Interventor y tener su aprobación. Las temperaturas de retención para el alivio de esfuerzos de aceros de calidad AASHTO M270, grados 70W y 100/100W no deberán exceder de quinientos ochenta grados Celsius (580ºC) o seiscientos diez grados Celsius (610ºC), respectivamente.

Los elementos, tales como zapatas de puentes, pedestales y otras partes construidas mediante secciones de platina soldadas juntas, deberán aliviarse de esfuerzos de acuerdo con el parágrafo 4.4 de la norma AWS D1.1 cuando lo requieran los planos, las especificaciones, o las disposiciones especiales de la INTERVENTORÍA.

3.8.4.2.17 Pasadores y Rodillos

a. Características generales

Los pasadores y rodillos se deberán tornear exactamente a las dimensiones indicadas en los planos y estar rectos, lisos y libres de imperfecciones. Los pasadores y rodillos de más de veintidós centímetros y nueve décimas (22.9 cm) de diámetro deberán ser de acero forjado y revenido. Los pasadores y rodillos de veintidós centímetros y nueve décimas (22.9 cm) o menos de diámetro, pueden ser ya sea forjados y revenidos o torneados de acero al carbono acabado en frío.

En los pasadores de más de veintidós centímetros y nueve décimas (22.9 cm) de diámetro, se deberá perforar un agujero de cinco centímetros (5 cm) de diámetro mínimo a todo lo largo del eje después que se ha enfriado la forja a una temperatura por debajo del rango crítico, bajo condiciones adecuadas, para evitar daño por enfriamiento demasiado rápido, y con anterioridad al temple.

b. Perforación de los agujeros para pasadores

Estos agujeros deberán ser taladrados lisos y rectos, de acuerdo con las medidas de los planos, en ángulo recto con los ejes del miembro y paralelos entre sí, a menos que se requieran en otra forma. La superficie final del agujero, deberá ser acabada con un taladro más fino.

c. Espacio libre para pasadores

El diámetro del agujero para pasador no deberá exceder el diámetro de éste en más de medio milímetro (0.5 mm) para pasadores de doce centímetros y siete décimas (12.7 cm) o menos en diámetro, ni de ocho décimas de milímetro (0.8 mm) para pasadores más grandes.

d. Roscas para pasadores

Las roscas para pasadores deberán ajustar con precisión en las tuercas y deberán cumplir con la Unified Standard UNC-ANSI B1.1 del American National Standards Institute, para clase 2 A en pasadores y pernos, y clase 2 B para tuercas; excepto para pasadores con diámetro de tres y medio centímetros (3.5 cm) o mayor, las roscas deben ser de seis (6) vueltas por pulgada.

e. Tuercas guías y de montaje

Dos (2) tuercas guías y dos (2) tuercas de montaje deberán ser proporcionadas para cada tamaño de pasador, a menos que los planos lo indiquen de otra forma.

3.8.4.2.18 Conexiones con pernos normales

a. Generalidades

Los pernos pueden ser no torneados, torneados, o pernos nervados que cumplan con los requisitos de los pernos grado A de la norma ASTM A3307 para sujetadores de acero de bajo contenido de carbón roscados exterior e interiormente. Las conexiones pernadas se utilizan solamente como se indica en los planos o en disposiciones especiales. Los pernos deberán tener doble tuerca o tuercas sencillas de cierre automático a menos que se indique diferente en los planos o en las disposiciones especiales. Cuando las caras de apoyo tienen una pendiente de más de 1:20 con respecto a un plano normal al eje del perno, se deberán utilizar arandelas biseladas.

b. Pernos sin tornear

A menos que se especifiquen otros tipos, se deberán suministrar pernos sin tornear.

c. Pernos torneados

La superficie del cuerpo de los pernos torneados deberá tener un grado de aspereza de 125 según la norma ANSI. Las cabezas y tuercas deberán ser hexagonales con las dimensiones estándar para pernos del tamaño nominal especificado o el tamaño nominal siguiente. El diámetro de las roscas deberá ser igual al cuerpo del perno o al diámetro nominal del perno especificado. Los huecos para pernos torneados deberán ser ensanchados cuidadosamente con los pernos suministrados para proveer un ligero ajuste de martillo. Las roscas deberán quedar totalmente fuera de los huecos y una arandela se proveerá bajo la tuerca.

d. Pernos nervados

El cuerpo de los pernos nervados deberá ser de una forma aprobada con nervaduras continuas longitudinales. El diámetro del cuerpo medido sobre un círculo a través de los puntos de las nervaduras deberá ser dos milímetros (2.0 mm) mayor que el diámetro nominal especificado en los pernos.

A menos que se especifique diferente, los pernos nervados se deberán suministrar con cabezas redondas de acuerdo a la norma ANSI B18.5. Las tuercas deberán ser hexagonales, bien sea ahuecadas o con una arandela de espesor adecuado. Los pernos nervados harán con los huecos un ajuste estrecho. La dureza de las nervaduras deberá ser de tal manera, que éstas no se aplasten demasiado para permitir el giro de los pernos dentro de los huecos durante el apretado. Si el perno se tuerce por cualquier razón antes de ser apretado, el hueco se deberá ensanchar con cuidado y el perno deberá ser reemplazado por uno de mayor tamaño.

3.8.4.2.19 Conexiones con Pernos de Alta Resistencia

a. Generalidades

Los pernos de alta resistencia, las tuercas y roldanas de los mismos, deberán estar de acuerdo al aparte 12.2.1.8. Las cabezas y las tuercas deberán ser hexagonales. Las roldanas circulares deberán ser planas y lisas y las roldanas biseladas, cuadradas o rectangulares. Las medidas de los pernos y tuercas deberán satisfacer los requisitos de ANSI B18.2 para pernos pesados hexagonales y tuercas pesadas semi-acabadas, hexagonales.

b. Piezas unidas con pernos y montaje

Las superficies de las piezas en contacto con la cabeza del perno y la tuerca, deberán tener una inclinación no mayor de 1 a 20, con respecto al plano perpendicular al eje del perno. Las partes deberán ajustarse sólidamente entre sí al ser montadas, y no se deberán separar con empaques u otro material compresible.

Las superficies de contacto de las juntas deberán estar libres de suciedad, aceite, pintura, laca, galvanizado, escamas de óxido sueltas, rebabas, picaduras y otros defectos que eviten el contacto íntimo de las partes.

Los pernos deberán ser instalados con una roldana endurecida debajo del elemento (tuerca o cabeza de perno) que dé vuelta al ser apretado. La roldana deberá ser lisa cuando la superficie de contacto de la pieza a unir con el perno o tuerca, tenga una inclinación no mayor de 1 a 20, en relación con el plano normal al eje del perno.

Cuando la cara exterior de la pieza en contacto tenga una inclinación mayor, se deberán usar roldanas biseladas para compensar la falta de paralelismo.

Los pernos pueden ser apretados con llaves de fuerza calibradas, llaves de impacto, llaves de torsión manuales u otro método aprobado, hasta alcanzar la tensión requerida en los planos o disposiciones especiales. La tensión mínima no debe ser menor que la tensión de prueba señalada en AASHTO M164 y AASHTO M253, según lo muestra la Tabla No. 5.

Tabla No. 5. Tensión Mínima en Pernos (toneladas)

Dimensión Normal del Perno		Tipo de Perno	
Pg	mm	AASHTO M-164 (ASTM A-325)	AASHTO M-253 (ASTM A-490)
1/2	12.7	5.4	6.8
5/8	15.9	8.6	10.9
3/4	19.1	12.7	15.9
7/8	22.2	17.7	22.2
1	25.4	23.1	29.0
1 1/8	28.6	25.4	36.2
1 1/4	31.8	32.2	46.2
1 3/8	34.9	38.5	54.8
1 1/2	38.1	46.7	67.0

La tensión deberá ser comprobada por la INTERVENTORÍA, mediante llaves de torsión manuales calibradas. Las tuercas deberán ser colocadas del lado no visible de los miembros y los agujeros de los pernos deberán estar de acuerdo a lo especificado en el aparte 14.4.2.3.

Los pernos AASHTO M253 y los pernos galvanizados AASHTO M164 no se deben reutilizar. Sólamente se pueden reutilizar los pernos AASHTO M164 con expresa aprobación de la INTERVENTORÍA. La corrección o reajuste de pernos previamente apretados que se pueden haber aflojado por el ajuste de los pernos contiguos no debe ser considerado como reutilización, siempre y cuando el ajuste continúe desde la posición inicial y no requiera una rotación mayor que la de la Tabla No. 6, incluyendo la tolerancia.

Tabla No. 6. Rotación de Tuercas completamente apretadas (a) (b)

Longitud del Perno (lado inferior)	Disposición de Caras Externas de las Partes Pernadas		
La Cabeza al extremo del perno	Ambas caras normales al eje del perno	Una cara normal al eje del perno, la otra inclinada 1:20 máximo (sin arandelas biseladas)	Ambas caras inclinadas 1:20 máximo de la normal al eje del perno (sin arandelas biseladas)
Hasta 4 días inclusive	1/3 de vuelta	1/2 de vuelta	2/3 de vuelta
De 4 a 8 días inclusive	1/2 de vuelta	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta
De 8 a 12 días inclusive (c)	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta	1 vuelta

Notas:

(a) Rotación de la tuerca relativa al perno, sin tener en cuenta el elemento (tuerca o perno) que gira. Tolerancia de rotación: hasta 1/2 pulgada o menos, más o menos 30 grados; 2/3 de vuelta o más, más o menos 45 grados.

(b) Aplicable sólo a conexiones en que todo el material del agarre es acero.

(c) No se ha establecido un procedimiento de vuelta de tuerca para los pernos con longitudes mayores de 12 diámetros. Por consiguiente la rotación se determinará por pruebas reales en dispositivos adecuados para medir la tensión.

3.8.4.2.20 Soldadura

La soldadura se deberá hacer de acuerdo con las prácticas más modernas y cumpliendo los requisitos aplicables de AWS, D1.1, excepto cuando se disponga en otra forma en los planos o disposiciones especiales. Los planos deberán indicar claramente el sitio, tipo, tamaño y amplitud de todas las soldaduras distinguiéndose, además, claramente entre las de taller y las que se

deben hacer en obra. El CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de la INTERVENTORÍA, con anterioridad al inicio del trabajo, los procedimientos propuestos para soldadura, que llevará a cabo tanto en el taller como en la obra.

Todos los equipos de soldadura así como los operadores de los mismos deben ser precalificados previamente por una organización aprobada por el Instituto Nacional de Vías o el SENA y de acuerdo con los procedimientos de AWS D1.1. Sin embargo, cuando una empresa fabricante de reconocida capacidad y experiencia, precalifica sus equipos de soldar y a los operarios de los mismos, de acuerdo con las normas AWS D1.1 citadas y presente la certificación correspondiente donde conste que el equipo de soldar y los operarios han sido calificados dentro de los doce (12) meses anteriores a la iniciación del trabajo en la estructura de que se trate, y que ha estado llevando a cabo soldaduras satisfactorias del tipo exigido, en el período de tres (3) meses anteriores al trabajo requerido, la INTERVENTORÍA podrá considerar idóneos tales equipos y operarios.

Cuando la empresa fabricante o el Contratista no han tenido las facilidades para precalificar sus equipos y operarios, éstos podrán ser precalificados de acuerdo a AWS D1.1, citadas, por una organización aprobada. No obstante lo anterior, la INTERVENTORÍA podrá ordenar el examen de los equipos que, a su juicio, no sean satisfactorios o de los operarios cuya habilidad o experiencia sea dudosa.

Las soldaduras no se deberán hacer cuando las superficies estén mojadas o expuestas a la lluvia, viento fuerte o cuando los soldadores estén expuestos a condiciones inclementes del tiempo. Las soldaduras no se deben exceder de las especificadas en los planos, ni deben ser cambiadas sus localizaciones sin la aprobación expresa de la INTERVENTORÍA.

3.8.4.3 Embarque y Almacenamiento de los Elementos

3.8.4.3.1 Embarque

El CONTRATISTA deberá marcar cada elemento apropiadamente para facilitar el montaje y deberá suministrar a la INTERVENTORÍA un diagrama de montaje, así como todas las copias que éste demande de órdenes de materiales, diagramas de montaje y relaciones de despachos que indiquen los pesos de los elementos individuales. Los elementos que pesen más de tres toneladas (3 t) deberán llevar los pesos marcados sobre ellos.

Los elementos estructurales se deberán cargar en camiones, de tal forma que puedan ser transportados y descargados en el sitio de destino, sin sufrir esfuerzos excesivos, deformarse o dañarse de otra manera.

Los pernos de la misma longitud y diámetro, lo mismo que las tuercas o arandelas sueltas de cada tamaño se deben empacar por separado. Los pasadores, partes pequeñas y paquetes de pernos, arandelas y tuercas se deben despachar en cajas, guacales o barriles, pero el peso bruto de cada paquete no debe exceder de ciento cincuenta kilogramos (150 kg). Una lista y descripción del material contenido se debe marcar claramente en el lado exterior de cada paquete de embarque.

3.8.4.3.2 Almacenamiento

El acero se debe almacenar sobre plataformas o sobre largueros por encima del suelo y se debe proteger, tanto como sea posible, de la exposición a condiciones que produzcan oxidación u otro deterioro superficial. Las vigas de alma llena y las vigas armadas, se deberán colocar con el alma vertical y deberán ser apuntaladas. Los miembros largos, tales como columnas y cordones, se deberán apoyar sobre largueros colocados lo suficientemente cerca para evitar daños por deflexión.

3.8.4.4 Montaje

3.8.4.4.1 Generalidades

Antes de iniciar el montaje, el CONTRATISTA deberá tener listas y aprobadas por la INTERVENTORÍA todas las obras de infraestructura civil requeridas para el montaje, con las elevaciones y alineamientos correctos y se deben establecer las elevaciones y alineamientos para la colocación del acero.

El CONTRATISTA deberá instalar la estructura metálica, retirar la construcción provisional y ejecutar todos los trabajos necesarios para la terminación de la obra, todo en concordancia con los planos y estas especificaciones.

3.8.4.4.2 Diagrama de Montaje

Si la fabricación y el montaje de la superestructura se realizan bajo contratos diferentes, la INTERVENTORÍA deberá suministrar los planos de detalle de la estructura que ha de montarse, incluyendo detalles de taller, diagramas de arqueo, diagramas de montaje, lista de los pernos de campo, y copia de la relación de despachos que muestre la lista de las partes, con sus pesos respectivos. Si las dos actividades se ejecutan en el mismo contrato, el CONTRATISTA deberá proporcionales diagramas de montaje preparados por el fabricante, en los cuales se deberá indicar el método y procedimiento de montaje por emplear, los cuales deberán ser compatibles con los detalles de fabricación.

3.8.4.4.3 Obra Falsa

La obra falsa o construcción provisional necesaria para el montaje de la estructura de metal, deberá ser diseñada, sólidamente construida y mantenida en forma adecuada para que resista las cargas a que será sometida.

El CONTRATISTA deberá proponer y someter para la aprobación de la INTERVENTORÍA, planos de la obra falsa y de los cambios necesarios para mantener el tránsito en estructuras existentes, si así fuera requerido. La aprobación de los planos del CONTRATISTA no lo exonera de cualquier responsabilidad.

3.8.4.4.4 Métodos de Trabajo

Con anterioridad al inicio de los trabajos de montaje, el CONTRATISTA deberá informar a la INTERVENTORÍA sobre el método de montaje que se propone seguir, como también la cantidad y características del equipo que se propone utilizar, el cual está sujeto a la aprobación de éste. La aprobación de la INTERVENTORÍA no exonera al CONTRATISTA de la responsabilidad por la seguridad de su método o equipo y de la ejecución de los trabajos en total concordancia con los planos y las especificaciones. No se deberá ejecutar ningún trabajo sin antes haber obtenido la aprobación de la INTERVENTORÍA.

3.8.4.4.5 Apoyos y anclajes

a. Preparación de las áreas de soporte

El CONTRATISTA deberá terminar las áreas de apoyo para las zapatas de la armadura de acero, de acuerdo con los planos y niveles requeridos. Las zapatas y láminas de soporte no deben ser colocadas sobre superficies indebidamente acabadas, deformadas o irregulares. El CONTRATISTA deberá verificar la localización, elevaciones y acabado de las áreas de soporte y notificar a lA INTERVENTORÍA sobre cualquier variación de los requisitos de los planos. Los apoyos para puentes no se deberán colocar sobre superficies que presenten irregularidades o estén terminadas incorrectamente.

b. Métodos de colocación de las zapatas y láminas de soporte

El CONTRATISTA deberá colocar las zapatas niveladas en su posición exacta sobre las áreas de apoyo. Las zapatas y láminas de soporte, pueden ser colocadas sobre capas de lona de algodón y minio rojo; láminas de plomo; almohadillas preformadas de caucho y fibra de algodón; o almohadillas elastoméricas de soporte de las calidades indicadas en el aparte 14.2.8, o bien sobre una capa de mortero de cemento Portland, según los detalles de los planos o las disposiciones especiales. En caso de usar mortero de cemento, se debe cuidar de no colocar ninguna carga sobre las zapatas hasta que el mortero haya endurecido por lo menos durante noventa y seis (96) horas, debiendo conservarse humedecido el mismo durante ese período.

c. Pernos de anclaje

La ubicación de los pernos de anclaje en relación con los agujeros de las zapatas o láminas de soporte deberá ser la que corresponda a la temperatura al efectuarse el montaje. Las tuercas en los pernos de anclaje de los apoyos móviles de puentes se deberán ajustar para permitir el libre movimiento de la estructura.

d. Balancines y soportes colgantes

A menos que se indique en otra forma en los planos o disposiciones especiales, los soportes especiales, como los balancines y los soportes colgantes para tramos suspendidos, deberán ser colocados a plomo y los dispositivos de expansión ajustados a la temperatura durante el montaje, y tomando en cuenta el cambio de longitud de la estructura debido a la deflexión por carga muerta.

3.8.4.4.6 Enderezamiento de Material Doblado y Contraflecha

a. Enderezamiento de material doblado

El enderezamiento de platinas, ángulos, otros perfiles y elementos armados, cuando lo autorice el Interventor, se deberá llevar a cabo por métodos que no produzcan roturas u otros tipos de averías. Los elementos torcidos se deben enderezar por medios mecánicos, con la aprobación del Interventor, por procedimientos planeados cuidadosamente y aplicación supervisada de una cantidad limitada de calor.

Los elementos de acero de calidad AASHTO M270 grados 100/100W, solamente se pueden enderezar al calor, mediante procedimientos rígidamente controlados y cada aplicación de calor está sujeta a la aprobación del Interventor. En ningún caso, la temperatura máxima del acero AASHTO M270 grados 70W y 100/100W deberá exceder de quinientos ochenta o seiscientos diez grados Celsius (580ºC ó 610ºC) respectivamente, ni exceder de cuatrocientos ochenta o quinientos diez grados Celsius (480ºC ó 510ºC), respectivamente, en el metal de aporte o dentro de quince centímetros (15 cm) de éste. El calor no se puede aplicar directamente sobre el metal de aporte. En todos los demás aceros, la temperatura del área calentada no deberá exceder de seiscientos cincuenta grados Celsius (14ºC) (un rojo apagado) según puede controlarse con tizas indicadoras de temperatura, líquidos o termómetros bimetales.

Las partes que se han de enderezar al calor, deberán estar sustancialmente libres de esfuerzos y de fuerzas externas, salvo los esfuerzos resultantes de los medios mecánicos utilizados conjuntamente con la aplicación de calor. Luego de enderezado de una curva o bomba, se deberá inspeccionar cuidadosamente la superficie del metal, para detectar cualquier tipo de rotura.

b. Contraflecha

La corrección de errores en el bombeo en vigas y viguetas de material AASHTO M270 grados 70W y 100/100W se deberá hacer solamente bajo procedimientos rígidamente controlados.

3.8.4.4.7 Ensamblaje

Las partes se deberán ensamblar con exactitud, siguiendo las indicaciones de los planos y las contramarcas de montaje. El material se debe manejar con cuidado con el fin de evitar que alguna de las partes sufra dobleces, rupturas y averías. Se debe evitar el martilleo que cause daños o torceduras a los elementos. Antes del ensamble de los elementos se deberán limpiar las superficies de apoyo y aquellas que estén en contacto permanente.

3.8.4.4.8 Conexiones con Pasadores

El clavado de pasadores se deberá llevar a cabo con la utilización de tuercas guías y tuercas de golpeo suministradas por el CONTRATISTA. Los pasadores se deberán clavar en forma tal, que los elementos tengan contacto completo sobre ellos. Las tuercas de los pasadores se deberán atornillar con fuerza y las roscas escariarse con una herramienta en el lado de la tuerca.

3.8.4.4.9 Pintura de Campo

Cuando el trabajo de montaje en el campo haya terminado, incluyendo todo el empernado, soldado y el enderezado del metal doblado, se deberá eliminar todo el óxido, escamas, suciedad, grasa y otro material extraño adherido, según se especifica en el aparte 14.4.2.21.a, antes de la aplicación de cualquier pintura.

Se deberá aplicar una (1) mano de retoque a todos los pernos y soldaduras de campo, inspeccionados y aprobados y a cualesquiera superficies cuya pintura de taller se haya gastado o deteriorado. Cuando la mano de retoque de campo haya secado completamente y la limpieza de campo se haya terminado satisfactoriamente, se deberán aplicar las manos de campo que sean requeridas en los planos o las disposiciones especiales, pero no menos de dos (2).

En ningún caso, se deberá aplicar una (1) mano de pintura hasta que la mano anterior haya secado completamente en todo el espesor de la película de pintura. Todos los intersticios y cavidades pequeñas que no fueron selladas a prueba de agua al aplicar la primera mano de campo, se deberán llenar con una mezcla pastosa de albayalde rojo y aceite de linaza, antes de aplicar la segunda mano.
Aquellas superficies que sean inaccesibles después del montaje, se deberán pintar previamente con dos (2) manos de pintura de campo.

La aplicación de la segunda mano de campo se debe posponer hasta que se haya colocado y acabado el trabajo del concreto adyacente. Si las operaciones del concreto han dañado la pintura, la superficie afectada se deberá limpiar y pintar de nuevo. Si el tránsito produce una cantidad dañina de polvo, el CONTRATISTA deberá, antes de aplicar la pintura y por su propia cuenta, reprimir el polvo a una distancia prudencial y tomar precauciones necesarias para evitar que éste y la suciedad entren en contacto con las superficies pintadas. Las limitaciones climatológicas indicadas para la pintura en taller, rigen igualmente para la pintura de campo.

3.8.4.4.10 Ajustes de Defectos

La corrección de defectos menores que comprenden pequeñas cantidades de rectificado, cortado y virutas, se considera como parte normal del montaje. Sin embargo, cualquier error en la fabricación de taller o deformación resultante del manejo y transporte, que impida el ensamble correcto y el encaje de las partes por el uso moderado de pasadores de montaje o por una cantidad apreciable de rectificado y cortado o cincelado, se debe reportar inmediatamente a la INTERVENTORÍA y obtener la aprobación del método de corrección, la cual se debe realizar en presencia de éste. Si se trata de un contrato de montaje únicamente, la INTERVENTORÍA, con la cooperación del CONTRATISTA, deberá mantener un registro completo de los materiales y la mano de obra utilizados.

3.8.4.5 Remoción de la Obra Falsa y Limpieza

Al terminar el montaje y antes de su aceptación final, el CONTRATISTA deberá retirar toda obra falsa, materiales excavados y no utilizados, desechos, basura y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable toda la propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber

sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejará el lugar de la estructura y el área adyacente, limpios y presentables.

3.8.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

3.8.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, la INTERVENTORÍA adelantará, entre otros, los siguientes controles:

- Verificar que los materiales empleados cumplan los requisitos de calidad especificados.
- Revisar y aprobar cuando corresponda, los diseños, planos y diagramas necesarios para la ejecución de los trabajos.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el CONTRATISTA.
- Evaluar los métodos de trabajo propuestos por el CONTRATISTA y aprobarlos cuando los considere adecuados.
- Vigilar que los trabajos se realicen de acuerdo con los planos del proyecto, las disposiciones especiales y esta especificación.
- Verificar que las conexiones con pernos tengan la tensión apropiada.
- Exigir las certificaciones requeridas para el equipo de soldadura y sus operarios.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente.

3.8.5.2 Condiciones Específicas para el Recibo y Tolerancias

3.8.5.2.1 Recibo de Materiales

Siempre que lo considere conveniente, la INTERVENTORÍA exigirá al CONTRATISTA los informes de análisis químicos y pruebas físicas efectuadas por el fabricante, que determinen la calidad del acero empleado. Si no los suministra, la INTERVENTORÍA ordenará la ejecución de las pruebas pertinentes, a expensas del CONTRATISTA. Todo material que no cumpla las exigencias de la respectiva especificación, será rechazado.

3.8.5.2.2 Identificación

La INTERVENTORÍA se abstendrá de autorizar la fabricación de la estructura, si las piezas no están debidamente identificadas como se mencionó anteriormente.

3.8.5.2.3 Perforaciones

Sólo se aceptará acero en el cual las perforaciones efectuadas a las piezas, se encuentren dentro de las tolerancias mencionadas anteriormente.

3.8.5.2.4 Fabricación y montaje

La INTERVENTORÍA sólo aceptará la obra ejecutada de acuerdo con los diseños y diagramas de montaje, empleando los materiales adecuados y cumpliendo los requisitos y tolerancias establecidos en los diferentes apartes del numeral 8.4. Todo material u obra ejecutada, cuya calidad y características no se ajusten a los planos, las disposiciones especiales, esta especificación y las instrucciones de la INTERVENTORÍA, deberán ser corregidos por el CONTRATISTA, sin costo alguno para EMPOPASTO, empleando procedimientos aprobados por la INTERVENTORÍA, de manera que el trabajo corregido sea de su entera satisfacción.

3.8.5.3 Medida y Pago

La unidad de medida para cada elemento será la establecida en el formulario de cantidades de obra. Cada elemento se pagará al precio unitario pactado contractualmente con el CONTRATISTA, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con los planos y esta especificación y aceptado a satisfacción por la INTERVENTORÍA.

El precio unitario para la fabricación de la estructura metálica deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro de materia prima, cargues, transportes, descargues, almacenamiento, corte, ensayos, patentes, desperdicios, fabricación y montaje en el taller, montaje en el sitio de obra, equipo y mano de obra necesarios para ejecutar correctamente el trabajo especificado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones de la INTERVENTORÍA.

La unidad de medida para la protección y pintura de la estructura metálica será el metro cuadrado. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de materiales, equipos, mano de obra, descargue en el taller, cargue y transporte hasta el sitio de la obra.

Perfiles

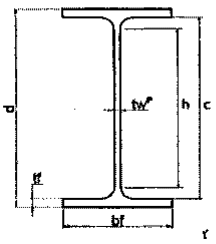


Tabla 6. Vigas I Livianas de Alas Paralelas - IPE

PERFILES IPE - Dimensiones y propiedades para el diseño

Designación	DIMENSIONES							Area	Peso	PROPIEDADES ELASTICAS						MODULO PLASTICO		Cons-tors
	ALTURA		ALA		DISTANCIAS					EJE X-X			EJE Y-Y					
	d	t_w	b_f	t_f	r	c	h			Ix	Sx	rx	Iy	Sy	ry	Zx	Zy	Jt
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm²	kg/mt	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm3	cm3	cm4
IPE 80	80,00	3,80	46,00	5,20	5,00	69,60	59,60	7,64	6,00	80,10	20,00	3,24	8,50	3,70	1,05	23,20	5,80	0,70
IPE 100	100,00	4,10	55,00	5,70	7,00	88,60	74,60	10,30	8,10	171,00	34,20	4,07	15,90	5,80	1,24	39,40	9,10	1,20
IPE 120	120,00	4,40	64,00	6,30	7,00	107,40	93,40	13,20	10,40	318,00	53,00	4,90	27,70	8,60	1,45	60,70	13,60	1,74
IPE 140	140,00	4,70	73,00	6,90	7,00	126,20	112,20	16,40	12,90	541,00	77,30	5,74	44,90	12,30	1,65	88,30	19,20	2,45
IPE 160	160,00	5,00	82,00	7,40	9,00	145,20	127,20	20,10	15,80	869,00	109,00	6,58	68,30	16,70	1,84	124,00	26,10	3,60
IPE 180	180,00	5,30	91,00	8,00	9,00	164,00	146,00	23,90	18,80	1317,00	146,00	7,42	101,00	22,20	2,05	166,00	34,60	4,79
IPE 200	200,00	5,60	100,00	8,50	12,00	183,00	159,00	28,50	22,40	1943,00	194,00	8,26	142,00	28,50	2,24	221,00	44,60	6,98
IPE 220	220,00	5,90	110,00	9,20	12,00	201,60	177,60	33,40	26,20	2772,00	252,00	9,11	205,00	37,30	2,48	285,00	58,10	9,07
IPE 240	240,00	6,20	120,00	9,80	15,00	220,40	190,40	39,10	30,70	3892,00	324,00	9,97	284,00	47,30	2,69	367,00	73,90	12,90
IPE 270	270,00	6,60	135,00	10,20	15,00	249,60	219,60	45,90	36,10	5790,00	429,00	11,20	420,00	62,20	3,02	484,00	97,00	15,90
IPE 300	300,00	7,10	150,00	10,70	15,00	278,60	248,60	53,80	42,20	8356,00	557,00	12,50	604,00	80,50	3,35	628,00	125,00	20,10
IPE 330	330,00	7,50	160,00	11,50	18,00	307,00	271,00	62,60	49,10	11770,00	713,00	13,70	788,00	98,50	3,55	804,00	154,00	28,10
IPE 360	360,00	8,00	170,00	12,70	18,00	334,60	298,60	72,70	57,10	16270,00	904,00	15,00	1043,00	123,00	3,79	1019,00	191,00	37,30
IPE 400	400,00	8,60	180,00	13,50	21,00	373,00	331,00	84,50	66,30	23130,00	1156,00	16,50	1318,00	146,00	3,95	1307,00	229,00	51,10
IPE 450	450,00	9,40	190,00	14,60	21,00	420,80	378,80	98,80	77,60	33740,00	1500,00	18,50	1676,00	176,00	4,12	1702,00	276,00	66,90
IPE 500	500,00	10,20	200,00	16,00	21,00	468,00	426,00	116,00	90,70	48200,00	1928,00	20,40	2142,00	214,00	4,31	2194,00	336,00	89,30
IPE 550	550,00	11,10	210,00	17,20	24,00	515,60	467,60	134,00	106,00	67120,00	2441,00	22,30	2668,00	254,00	4,45	2787,00	401,00	123,00
IPE 600	600,00	12,00	220,00	19,00	24,00	562,00	514,00	156,00	122,00	92080,00	3069,00	24,30	3387,00	308,00	4,66	3512,00	486,00	165,00

Perfiles

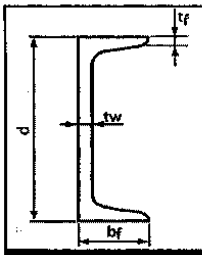


Tabla 2. Canal en U o C

Design.	Peso	Area	Dimensiones				Propiedades						Constantes	
Cd x Peso	P	A	Altura	Alas		Alma	Eje X-X			Eje Y-Y			Flexión	
			d	b_f	t_f	t_w	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	r_t	d/A_f
plgxlb/pie	kgf/m	cm²	mm				cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	cm^{-1}
C12x20.7	30,6	39,0	305	75	12,70	7,2	5,320	349,0	11,70	156,0	27	2,00	1,72	3,21
C10x15.3	22,6	28,8	254	66	11,10	6,10	2,780	219,0	9,82	91,7	18	1,78	1,56	3,47
C 8x11.5	17,1	21,8	203	57	9,91	5,6	1,350	133,0	7,88	53,1	12	1,56	1,41	3,57
C 6x8.2	12,2	15,5	152	49	8,71	5,1	544	71,4	5,92	27,9	7,7	1,34	1,26	3,59
C 4x5.4	8,00	10,2	102	40	7,52	4,7	159	31,3	3,95	12,8	4,4	1,12	1,13	3,36
C 3X4.1	6,20	7,9	76	36	6,93	4,3	69	18,2	2,96	7,96	3,2	1,00	1,07	3,07

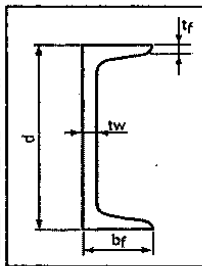


Tabla 3. Perfiles UPN

Dimensiones y propiedades para el diseño

Design.	Peso	Area	Dimensiones				Propiedades						Constantes	
UPNd	P	A.	Altura	Alas		Alma	Eje X-X			Eje Y-Y			Flexión	
			d	b_f	t_f	t_w	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	r_t	d/A_f
mm x mm	kgf/m	cm²	mm				cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm	cm^{-1}
UPN 100	10,6	13,5	100	50	8,5	6,0	205	41,1	3,91	29,1	8,45	1,47	1,55	2,35
UPN 160	18,9	24,0	160	65	10,5	7,5	925	116,0	6,21	85,0	18,20	1,88	1,84	2,34
UPN 200	25,3	32,2	200	75	11,5	8,5	1,910	191,0	7,71	148,0	26,90	2,14	2,01	2,32
UPN 260	37,9	48,3	260	90	14,0	10,0	4,820	371,0	10,00	317,0	47,80	2,56	2,37	2,06
UPN 300	46,1	58,8	300	100	16,0	10,0	8,030	535,0	11,70	493,0	67,60	2,90	2,70	1,88

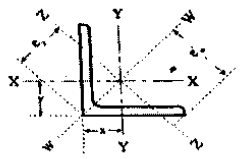


Tabla 16. Propiedades Geométricas de los Ángulos

Dimensiones		Espesor "t"		Peso		Area		Ejes XX-YY				Eje ZZ
pulg	mm	pulg	mm	lb/ft	kg/ml	pul²	cm²	I cm⁴	S cm³	r cm	$x^1 - y^1$ cm	r cm
4x4	101.6 x 101.6	1/4	6,35	6,60	9,82	1,94	12,50	124,86	18,03	3,17	2,77	2,03
4x4	101.6 x 101.6	5/16	7,94	8,20	12,20	2,40	15,50	153,99	21,30	3,15	2,84	2,00
4x4	101.6 x 101.6	3/8	9,53	9,80	14,58	2,86	18,50	184,79	24,58	3,12	2,89	2,00
4x4	101.6 x 101.6	1/2	12,7	12,80	19,50	3,75	24,40	233,07	32,78	3,10	3,00	1,98
3x3	76.2 x 76.2	1/4	6,35	4,90	7,29	1,44	9,30	49,94	9,51	2,36	2,13	1,49
3x3	76.2 x 76.2	5/16	7,94	6,10	9,08	1,78	11,50	62,43	11,61	2,34	2,20	1,49
3x3	76.2 x 76.2	3/8	9,53	7,20	10,71	2,11	13,60	74,92	13,60	2,31	2,26	1,47
3x3	76.2 x 76.2	1/2	12,7	9,40	13,99	2,75	17,70	91,56	18,03	2,29	2,36	1,47
2 1/2x2 1/2	63.5 x 63.5	1/8	3,18	2,08	3,10	0,61	3,93	15,81	3,45	2,00	1,70	1,24
2 1/2x2 1/2	63.5 x 63.5	3/16	4,76	3,07	4,57	0,90	5,80	22,89	4,92	1,98	1,75	1,24
2 1/2x2 1/2	63.5 x 63.5	1/4	6,35	4,10	6,10	1,19	7,66	29,13	6,39	1,95	1,82	1,24
2x2	50.8 x 50.8	1/8	3,18	1,65	2,46	0,48	3,09	7,91	2,13	1,60	1,39	1,01
2x2	50.8 x 50.8	3/16	4,76	2,44	3,63	0,71	4,57	11,24	3,14	1,57	1,44	0,99
2x2	50.8 x 50.8	1/4	6,35	3,19	4,75	0,94	6,07	14,57	4,10	1,55	1,49	0,99
1 3/4x1 3/4	44.45 x 44.45	1/8	3,18	1,44	2,14	0,42	2,72	5,24	1,62	1,39	1,23	0,88
1 3/4x1 3/4	44.45 x 44.45	3/16	4,76	2,12	3,15	0,62	4,01	7,45	2,36	1,36	1,29	0,87
1 3/4x1 3/4	44.45 x 44.45	1/4	6,35	2,77	4,12	0,81	5,25	9,45	3,05	1,34	1,34	0,87
1 1/2x1 1/2	38.1 x 38.1	1/8	3,18	1,23	1,83	0,36	2,32	3,33	1,15	1,19	1,06	0,76
1 1/2x1 1/2	38.1 x 38.1	3/16	4,76	1,80	2,68	0,53	3,42	4,58	1,64	1,17	1,11	0,74
1 1/2x1 1/2	38.1 x 38.1	1/4	6,35	2,34	3,48	0,69	4,45	5,83	2,13	1,14	1,19	0,74
1x1	25.4 x 25.4	1/8	3,18	0,80	1,19	0,23	1,48	0,83	0,49	0,76	0,76	0,50
1x1	25.4 x 25.4	3/16	4,76	1,16	1,73	0,34	2,18	1,25	0,66	0,76	0,81	0,48
1x1	25.4 x 25.4	1/4	6,35	1,49	2,22	0,44	2,84	1,78	0,98	0,74	0,86	0,50