



**FCAS** Fondo de Cooperación  
para Agua y Saneamiento



FONDO DE COOPERACIÓN PARA AGUA Y  
SANEAMIENTO (FCAS) DE LA AGENCIA  
ESPAÑOLA DE COOPERACIÓN  
INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

# “Construcción de Presa La Hondura en Santa Rosa de Copán”

Fuentes de Financiamiento: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

Contratante: Municipalidad de Santa Rosa de Copán  
Fecha: Diciembre de 2021

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**SECCIÓN 1 – REQUISITOS  
GENERALES**

**PROGRAMA “MEJORA AL ACCESO DEL AGUA POTABLE  
Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CIUDAD DE  
SANTA ROSA DE COPÁN”**

**No. HND-017-B**

**“CONSTRUCCIÓN DE PRESA LA HONDURA”**

CONTRATANTE:

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTA ROSA  
COPÁN, HONDURAS

DICIEMBRE DE 2021

## Contenido

Contenido .....	i
Tabla de ilustraciones .....	iii
Índice de tablas .....	iii
01.01 Introducción.....	1
01.02 Descripción del proyecto .....	2
01.02.01 General.....	2
01.02.02 Obras de Desviación de la Quebrada.....	5
01.02.03 Presa de Almacenamiento .....	6
01.02.04 Aliviadero .....	8
01.02.05 Desagüe de Fondo .....	8
01.02.06 Planta de impulsión .....	8
01.02.07 Línea de Impulsión .....	9
01.03 Consideraciones constructivas.....	9
01.03.01 Camino de acceso .....	9
01.03.02 Excavaciones para la presa y aliviadero .....	11
01.03.03 Manejo del agua.....	12
01.03.04 Pantalla de impermeabilización.....	12
01.03.05 Construcción del enrocamiento .....	13
01.04 Condiciones hidrológicas .....	14
01.04.01 Crecidas de diseño .....	15
01.05 Alcance del contrato .....	15
01.06 Modalidad del contrato.....	16
01.07 Actividades pagaderas a suma global.....	16
01.08 Planos del contrato .....	17
01.09 Planos que proveerá el contratista .....	17
01.09.01 Planos generales .....	17
01.09.02 Planos de construcción .....	18
01.09.03 Planos de taller .....	19
01.09.04 Planos para obras temporales .....	19

01.09.05	Planos como construido o "as built" .....	20
01.09.06	Otros planos .....	20
01.09.07	Costos relacionados .....	21
01.10	Manuales de instrucción para instalación, operación y mantenimiento .....	21
01.11	Trabajos por otros contratistas.....	22
01.12	Acceso a los sitios .....	22
01.13	Límites de carga en los caminos.....	23
01.14	Canteras y áreas de préstamo para materiales pétreos.....	24
01.15	Áreas de préstamo para los materiales de relleno.....	24
01.16	Derecho de cambiar el diseño y los planos.....	25
01.17	Operaciones con explosivos .....	25
01.18	Trabajos que deberán mantenerse alejados del agua .....	25
01.19	Obras temporales .....	26
01.19.01	General.....	26
01.19.02	Oficinas, edificios, planteles y talleres .....	26
01.19.03	Cercos temporales.....	26
01.19.04	Plantas de construcción .....	26
01.19.05	Alojamiento para el personal del contratista y campos de trabajo .....	27
01.19.06	Sistema de suministro de agua .....	28
01.19.07	Energía eléctrica para la construcción .....	28
01.19.08	Sistema de telecomunicaciones .....	28
01.19.09	Laboratorio de campo.....	29
01.19.10	Oficina de campo para uso del Supervisor .....	29
01.19.11	Caminos de acceso temporal .....	30
01.20	Apoyo al personal de la Supervisión .....	30
01.21	Materiales y equipamiento que proveerá el contratista .....	30
01.21.01	General.....	30
01.21.02	Equipamiento.....	31
01.21.03	Sustitución de materiales .....	31
01.21.04	Inspección del equipamiento y los materiales .....	31
01.21.05	Programa y notificaciones de transporte .....	32

01.21.06	Especificaciones, panfletos e información que serán suministradas por el contratista.	32
01.21.07	Normas y especificaciones .....	32
01.21.08	Embalaje .....	33
01.22	Facilidades médicas .....	33
01.23	Programa de actividades .....	34
01.24	Información para el emplazamiento de la obra .....	35
01.25	Trazado y marcado topográfico .....	35
01.26	Informes .....	35
01.26.01	Informe mensual de proceso .....	35
01.26.02	Informe semanal .....	36
01.26.03	Registros en fotografía y archivo digital .....	36
01.26.04	Auditorias por el contratante .....	37
01.27	Seguridad y protección contra el fuego .....	37
01.27.01	Seguridad .....	37
01.27.02	Protección contra el fuego .....	38
01.28	Limpieza final del sitio de la obra .....	38

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1	Planta general de las obras .....	4
Ilustración 2	Vista de la presa 3d desde aguas abajo .....	7
Ilustración 3	Vista de la presa 3d desde aguas arriba .....	7
Ilustración 4	Vistas de las condiciones de los taludes en la ruta del acceso .....	10
Ilustración 5	Vista aérea del camino de acceso existente .....	23

## Índice de tablas

Tabla 1	Hoja de datos del proyecto .....	2
---------	----------------------------------	---

TABLA 2 Datos generales del embalse .....	6
TABLA 3 Parámetros de explotación del embalse .....	6
TABLA 4 Datos de lluvia mensual .....	14
Tabla 5 Crecidas de diseño y verificación para la Presa La Hondura en m <sup>3</sup> /s .....	15

## **01.01      Introducción**

El presente documento describe los requisitos generales para la Construcción de Presa de Almacenamiento La Hondura correspondiente a la Fase II del programa “MEJORA AL ACCESO DEL AGUA POTABLE Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CIUDAD DE SANTA ROSA DE COPÁN” y cuyo financiamiento proviene de una subvención de la Agencia Española de Cooperación para el desarrollo (AECID) a través del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS).

El concepto finalmente adoptado para el diseño de la presa La Hondura corresponde a una Presa de Enrocamiento revestida con una pantalla de concreto aguas arriba, cuyas dimensiones y parámetros estructurales presentan una mejor compatibilidad con las características geomecánicas del macizo rocoso de fundación y optimizan el aprovechamiento del recurso hídrico estimado de la cuenca tributaria.

El proyecto pretende aprovechar el caudal de la Quebrada La Hondura por medio de la construcción de una obra de contención que generará un embalse de almacenamiento regulador para la explotación sostenida de hasta 30 l/s que será entregada en la Estación de Bombeo La Hondura desde donde será impulsada hasta la planta potabilizadora para luego ser incorporada a la red de suministro municipal en el acueducto de Santa Rosa.

El proyecto estará compuesto por los siguientes elementos:

1. Obras de desvío de la Quebrada La Hondura
2. Camino de acceso
3. Estructura de la presa y aliviadero
4. Perforaciones e inyecciones
5. Equipamiento hidromecánico
6. Obras civiles de la planta de impulsión y tubería de conducción
7. Red y sistema eléctrico de la presa
8. Obras de mitigación

## 01.02 Descripción del proyecto

### 01.02.01 General

El siguiente cuadro enlista las principales características de las obras del proyecto:

*Tabla 1 Hoja de datos del proyecto*

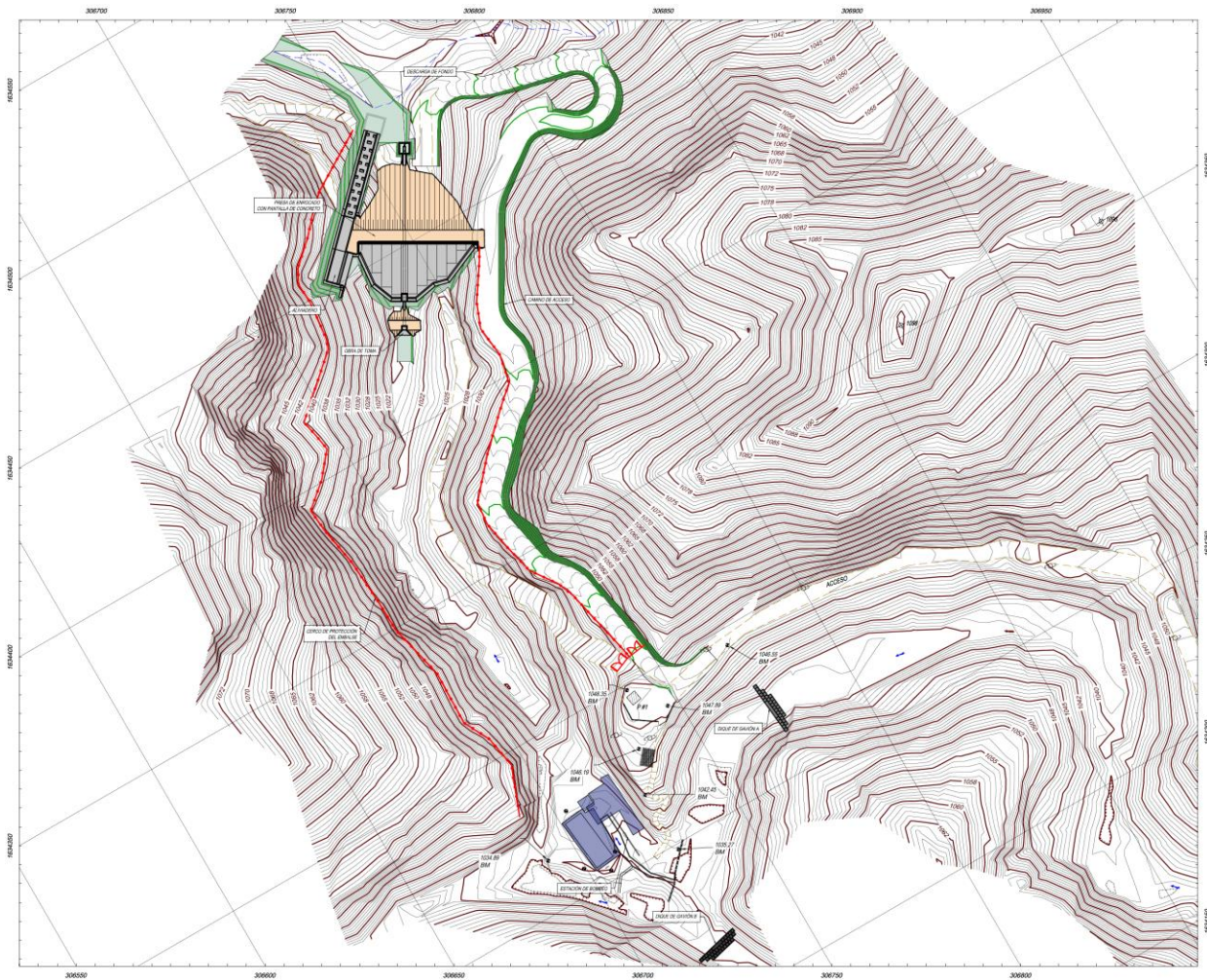
Parámetro	Unidad	Valor
<b>Niveles de la Presa y el Embalse</b>		
Coronamiento	msnm	1033.5
Cota máxima de inundación	msnm	1032.5
Cota del cimacio vertedor	msnm	1031.0
Cota mínima de cimentación	msnm	1017.5
Cota máxima de explotación	msnm	1031.0
Cota mínima de explotación	msnm	1023.0
<b>Cuerpo de la Presa</b>		
Tipo	Presa enrocamiento con pantalla de concreto	
Altura Máxima	m	14.0
Longitud de coronamiento	m	40
Ancho Máximo de la Base	m	44.0
Ancho de la corona	m	4.00
Volumen total de enrocado	m <sup>3</sup>	5,073
<b>Sección Vertedora</b>		
Tipo	Pared delgada	
Perfil	Ogee	
Carga de diseño	m	1.3
Ancho total	m	10
Descarga de diseño	m <sup>3</sup> /s	17.6
Descarga de verificación	m <sup>3</sup> /s	23.0
<b>Canal de Descarga</b>		
Tipo	Rápida de bloques deflectores	
Pendiente	m/m	2:1
<b>Materiales</b>		
Cuerpo de la Presa	Enrocamiento	
Sección Vertedora	CVC	
Canal de Descarga	CVC	
<b>Obra de Toma</b>		



Parámetro	Unidad	Valor
Tipo		Integrada al conducto de desviación
Nivel mínimo de toma	msnm	1022.7
<b>Desagüe de fondo</b>		
Tipo		Conducto circular derivado de conducto de desviación
Conductos		1
Diámetro	mm	75
Material		Acero
Longitud	m	2.0
Descarga máxima	l/s	5
Disipación de energía		Descarga atmosférica
<b>Obras de Desviación</b>		
Tipo		Conducto a través de la presa
Sección		Circular
Longitud total	m	58.0
Diámetro	mm	600
Material		Acero ASTM A36
Espesor	Plg	1/4"
Cantidad de Conductos		1
Descarga de diseño	m <sup>3</sup> /s	2.0
Período de retorno	años	1
Período de servicio de las obras de desviación sin tolerancia de desbordamiento	años	0.5
Probabilidad de excedencia	%	11%
<b>Planta de Impulsión</b>		
Capacidad Nominal	l/s	27
Capacidad a sobretasa	l/s	60
Grupos	Unidad	2
Modo de operación		Alterno + Simultaneo a sobretasa
Capacidad por grupo	l/s	27
Tipo		Bomba impulsora en línea
Carga dinámica total (máxima)	m	18.0
Carga dinámica total (mínima)	m	3.0
Diámetro de entrada	plg	4"
Diámetro de salida	plg	4"

Parámetro	Unidad	Valor
Voltaje nominal	V	230
Potencia nominal	HP	4.0
Conductos		Tubos de acero negro con costura Ø4"
Accesorios por grupo		Válvula de compuerta Ø4" Manómetro Válvula de retención de Ø4"
<b>Línea de Impulsión</b>		
Longitud	m	237
Material		PVC RDE 41
Diámetro nominal	plg	6"

La ilustración siguiente muestra el arreglo general del proyecto



*Ilustración 1 Planta general de las obras*

## **01.02.02 Obras de Desviación de la Quebrada**

Para realizar las labores de excavación y construcción de la presa se determinó implementar un conducto de desviación del tipo alcantarilla consistente en un tubo de acero de Ø24” y ¼” de espesor. El conducto será posteriormente utilizado como obra de toma y desagüe de fondo.

La alcantarilla contará con un cabezal de concreto reforzado que será modificado posteriormente para la configuración de la estructura de toma. El tubo deberá ser recubierto por un blindaje de concreto reforzado para su protección durante las actividades de construcción del enrocado.

La salida del conducto contará con una válvula de cierre del tipo guillotina. Deberá instalarse también las derivaciones de los conductos de toma de la línea de impulsión y la derivación del conducto de desagüe de fondo junto con sus válvulas respectivas. De esta manera será posible el cierre temporal del conducto para instalar la brida de cierre en el extremo del tubo de 24” luego de haber completado el cuerpo de la presa y el aliviadero. Esto dará inicio al período de llenado del embalse. Este cierre permitirá también instalar el resto del equipamiento de la estación impulsora.

Las operaciones de construcción y cierre del conducto de desviación para la construcción de las obras se realizarán en la siguiente secuencia:

1. Excavación y canalización del cauce de la quebrada
2. Excavación del zanjo para el conducto de acero y para los cabezales de entrada y salida
3. Instalación del tubo de acero de Ø24” y las derivaciones para la toma y desagüe de fondo junto con sus válvulas
4. Construcción de los cabezales y blindaje de concreto reforzado
5. Construcción de ataguía (terraplén) de aguas arriba
6. Excavaciones generales de la presa y aliviadero
7. Construcción de la presa y aliviadero
8. Cierre del cabezal de entrada con paneles de concreto prefabricado
9. Instalación de la brida de cierre de Ø24”
10. Apertura de la válvula conducto de desagüe de fondo de Ø3” para control de llenado
11. Construcción de obras de la estación impulsora.

### 01.02.03 Presa de Almacenamiento

La obra de retención del embalse se ha diseñado como una presa de enrocamiento con pantalla de concreto (CFRD por sus siglas en inglés) la cual puede ser descrita como una estructura estable constituida por un dique relleno de rocas en tamaños y métodos de compactación determinados y que posee una pantalla impermeable de concreto en el talud de aguas arriba. El perímetro de la pantalla es sostenido por un plinto de concreto anclado a la roca y debidamente impermeabilizado con inyecciones de lechada de cemento, conformando así una estructura muy estanca, estructuralmente muy resistente y con ventajas económicas muy apreciables respecto a otras alternativas tales como presas de relleno con núcleo de arcilla o presas de concreto en arco o de gravedad.

La presa conformará un embalse con las siguientes características:

*TABLA 2 Datos generales del embalse*

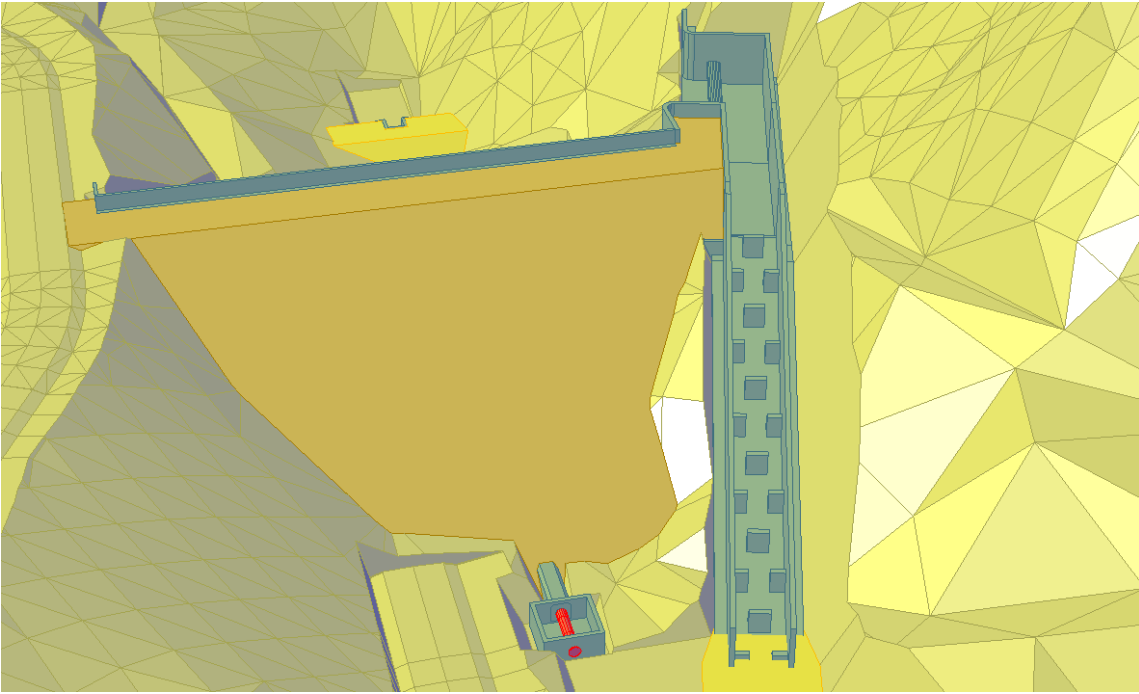
<b>Franja</b>	<b>Nivel Superior (msnm)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen Acumulado (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Volumen muerto</b>	1023.32	<b>1,800</b>	1,800
<b>Volumen inactivo</b>	1024.00	<b>381</b>	2,181
<b>Volumen activo</b>	1031.00	<b>22,002</b>	24,183
<b>Volumen de control inundación</b>	1032.50	<b>5,150</b>	29,333

El esquema de operación se puede resumir en el siguiente cuadro:

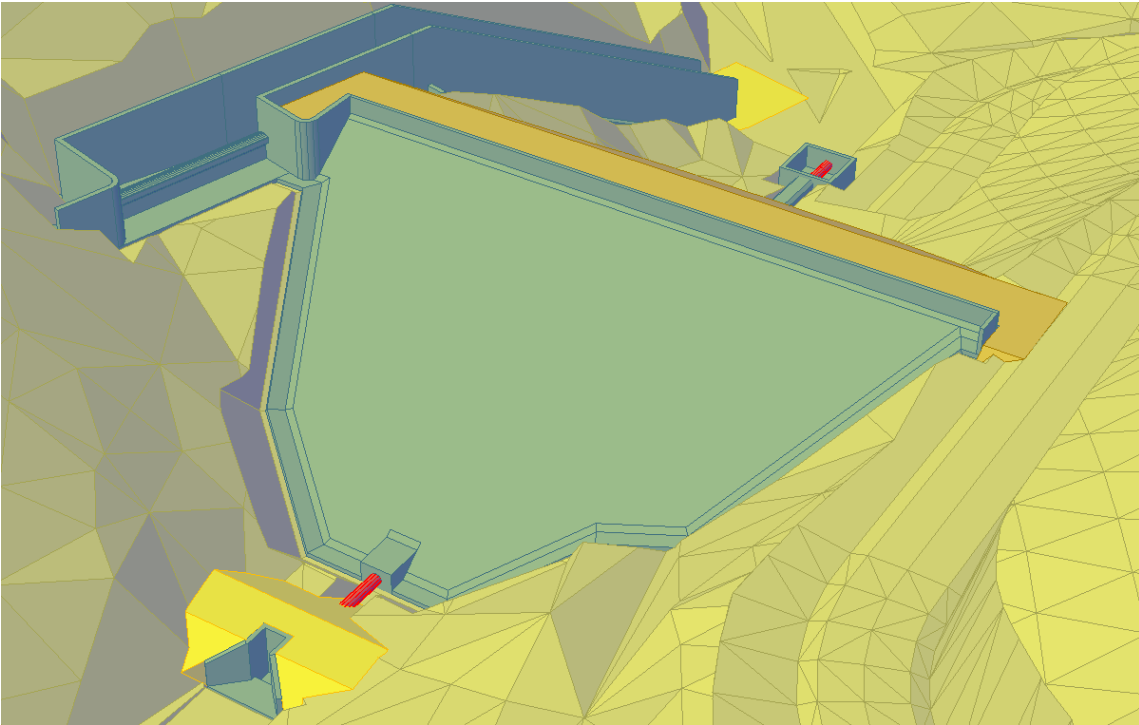
*TABLA 3 Parámetros de explotación del embalse*

<b>Parámetros del modelo de Balance Hídrico</b>		
Caudal de Operación	25	l/s
Nivel mínimo de operación	1,024	msnm
Nivel de vertido	1,031	msnm
Volumen inicial	22,000	m <sup>3</sup>
Períodos sin producción	38	Meses
Períodos totales de la serie	792	Meses
Períodos de vertido	29	Meses
Tiempo garantizado	95.2%	
Probabilidad de vertido	3.66%	

La ilustración siguiente muestra un modelo de las obras propuestas.



*Ilustración 2 Vista de la presa 3d desde aguas abajo*



*Ilustración 3 Vista de la presa 3d desde aguas arriba*

La presa tendrá una longitud de coronamiento de 40 m con un ancho de corona de 4 m, la altura máxima de la presa es de 14 m, el ancho de la base es de 44 m en la sección más alta. La corona de la presa se encuentra en la cota 1032.0 msnm y contará con un muro pretil que proveerá una protección adicional hasta la cota 1033.50msnm.

#### **01.02.04 Aliviadero**

El aliviadero propuesto se diseñó como un vertedor de pared delgada, pero con perfil hidrodinámico tipo Ogee para proveer mejor eficiencia. Los rebalses serán colectados en un canal lateral y descargados hasta aguas abajo a través de una rápida disipadora de bloques deflectores USBR Tipo IX. La sección vertedora tendrá una longitud de 10 metros. La pendiente de la rápida será de 2:1 (H:V).

El nivel de vertido está localizado en la cota 1,031.0 msnm y el nivel máximo de inundación para la avenida de diseño (establecida con un período de retorno de 100 años) se localiza en la cota 1,032.00 msnm.

La descarga de verificación correspondiente a un período de retorno de 500 años con una magnitud pico de 23.0 m<sup>3</sup>/s y alcanza la cota 1032.50msnm, es decir, justo en el nivel de coronamiento. Es importante resaltar que la estabilidad de la presa ha sido diseñada considerando estos escenarios.

#### **01.02.05 Desagüe de Fondo**

El conducto de desagüe de fondo se provee para permitir el vaciamiento controlado del embalse para labores de mantenimiento o emergencia. La tasa de vaciado debe ser rigurosamente controlada para evitar un súbito descenso en la presión de poros de las laderas que pudiesen desestabilizar las mismas.

El sistema de desagüe consiste en un conducto de acero de Ø3” derivado desde el extremo final del conducto de desviación de la quebrada. Su descarga será libre hacia aguas abajo.

#### **01.02.06 Planta de impulsión**

La planta de impulsión de la Presa La Hondura, denominada en lo sucesivo Planta de Impulsión No. 2, será implantada sobre la estructura de salida del conducto de desviación de la quebrada y consistirá básicamente en dos grupos de bombas impulsoras en línea con capacidad para

impulsar un promedio de 27 l/s desde el pie de la presa hasta el cárcamo de la Bomba de 150HP de la Estación de Bombeo La Hondura, denominada para este efecto Planta de Impulsión No. 1. Los equipos provistos deberán tener la capacidad de elevar el caudal de operación en todo el rango de carga, desde 3.5m hasta 18 metros de carga dinámica total, con una capacidad promedio de 27 l/s.

### **01.02.07 Línea de Impulsión**

La línea de impulsión consistirá en un conducto presurizado de PVC de Ø6” por medio del cual será transportada el agua desde el embalse hasta la estación La Hondura No. 1. El trazo de la tubería se ha definido siguiendo la ruta de la calle de acceso hasta donde el nivel topográfico lo permite y luego por la ladera sobre el nivel del embalse hasta su punto de destino, procurando que no se formen ángulos verticales en convexos donde se formen bolsas de aire, evitando de esta manera la necesidad de instalar válvulas de aire.

Toda la tubería deberá instalarse enterrada y recubierta con relleno apropiado. Dadas las cargas dinámicas reducidas, no se requiere la provisión de bloques de anclaje más allá de una apropiada compactación de la cama y relleno de soporte.

## **01.03 Consideraciones constructivas**

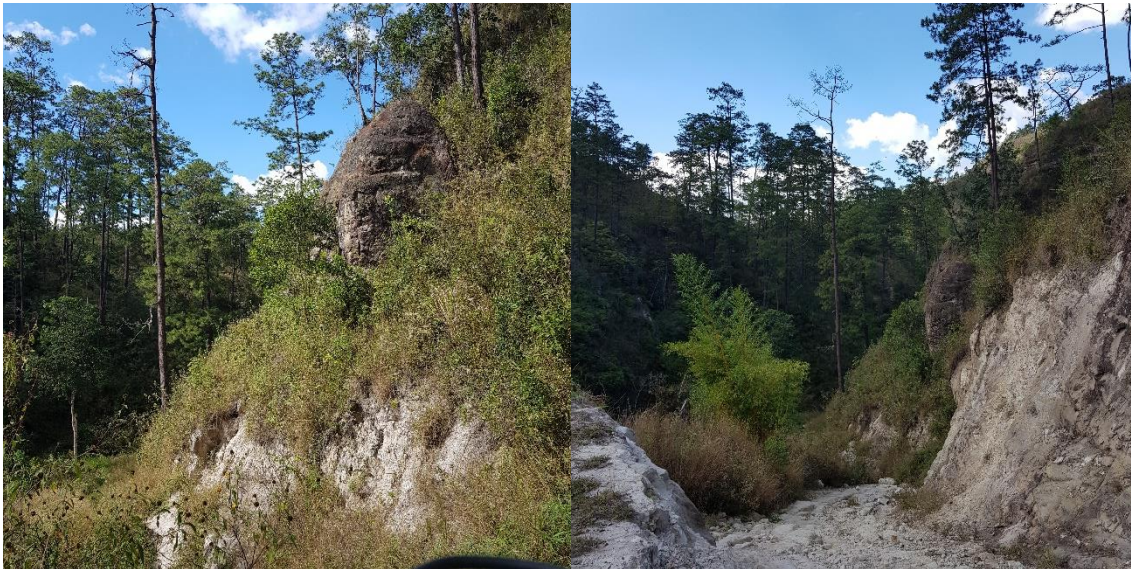
### **01.03.01 Camino de acceso**

El camino de acceso tanto para el proceso constructivo como para la operación del embalse es uno de los principales retos para este proyecto y constituye en sí mismo una de las actividades críticas y más costosas. Sobre todo, debido a la necesidad de contar con un acceso suficientemente calificado para el tránsito de la maquinaria de construcción en condiciones topográficas adversas.

No obstante, la geología local juega un importante papel a favor de una solución práctica, pudiendo contar con laderas estables y firmes con el basamento rocoso muy somero y una capa de suelo extremadamente delgada. Esto permite una considerable libertad para la selección de las pendientes de los taludes de corte, pudiendo elegir taludes completamente verticales.

Las tobas presentes en el trayecto se presentan como tobas suaves de fácil excavación con medios mecánicos e inherentemente estables, a excepción de aquellas porciones que se presenten alteradas o con mayor densidad de fracturación. Es posible encontrar algunos tramos donde la orientación de estas fracturas sea desfavorable y provoque el desprendimiento de algunos bloques, sin embargo, esta condición solamente podrá ser confirmada durante el proceso constructivo. En cualquier caso, no se anticipa mayor dificultad constructiva dadas las condiciones observadas.

En las ilustraciones siguientes se puede apreciar las condiciones geológicas de los taludes expuestos durante la excavación del acceso construido desde la entrada de la estación La Hondura No. 1 hasta el eje de presa para las investigaciones geotécnicas.



*Ilustración 4 Vistas de las condiciones de los taludes en la ruta del acceso*

Claramente se observa la ausencia de un conjunto de fracturas identificable que pudiese propiciar fallas y desprendimientos de bloques. Se puede apreciar también en la ruta de acceso existente las diversas intervenciones en los taludes con pendientes perfectamente verticales y estables.

En síntesis, se propone un acceso con una sección de dimensiones mínimas con un ancho de calzada de 3.50m más los espacios provistos para las cunetas y una distancia variable de seguridad hacia el borde de la excavación. Toda la excavación será realizada en roca en todo el trayecto desde la Estación La Hondura No. 1 hasta la cresta de la presa y desde ahí hasta el pie de la misma.



Las operaciones de excavación para este acceso plantean un importante reto en la conceptualización global de la obra, dado que es prácticamente imprescindible su construcción completa antes de cualquier otra obra. La limitación en el espacio disponible obligará a depositar el producto de toda la excavación en el cauce de la quebrada. Por esta razón, es necesario realizar un descapote general de toda la zona del embalse y la limpieza del cauce de la quebrada en un proceso preliminar.

Todo este material de excavación derramado por la ladera deberá ser prontamente acopiado en un punto cercano al eje de presa, preferiblemente en el extremo final del acceso proyectado hasta acumular la totalidad del material para su carga y acarreo (de la mayor parte) hacia el sitio de su disposición final. Esta actividad constituye un elemento relevante ya que producirá una importante cantidad de sedimento que será acumulado en el embalse, reduciendo su vida útil y dificultando su explotación. Desafortunadamente, no se concibe otro procedimiento constructivo dentro de los parámetros establecidos para el desarrollo del proyecto y, por lo tanto, su correcta implementación deberá ser estrictamente controlada durante el proceso constructivo, incluyendo las consideraciones sobre el impacto ambiental que esto implica.

Las estructuras de drenaje transversal poseen dimensiones estandarizadas y con dimensiones adecuadas para evacuar las escorrentías provenientes de las laderas superiores y las cunetas longitudinales.

El tramo final del acceso, que conduce desde la cresta de la presa hasta el sitio de la planta de impulsión No. 2 constituye la porción más crítica del esquema propuesto con radios mínimos de 11m y una pendiente de hasta 20%. Se propone en este tramo la construcción de cunetas enchapadas para prevenir la erosión de la calzada.

### **01.03.02 Excavaciones para la presa y aliviadero**

Otra importante actividad que condiciona el proceso constructivo la constituye las excavaciones para el plinto y el aliviadero. Típicamente, la excavación para una presa de enrocamiento no requiere alcanzar el nivel de basamento rocoso excepto por la zona del plinto, donde debe hacer contacto en todo su perímetro para permitir el sello del mismo con la pantalla y el cimiento. Esta excavación tendrá una configuración muy particular, de tal manera que la cara de contacto del plinto con la pantalla quede perfectamente alineada con la misma. En consecuencia, la

excavación para el plinto debe realizarse de manera muy precisa y controlada. Dado que la morfología de la zona puede dificultar este proceso, el contratista deberá realizar una cuidadosa planificación para la ejecución de estas excavaciones, utilizando los medios disponibles, tales como la conformación de terrazas provisionales con material proveniente de la excavación de la calle. Debe considerar que la roca de base puede ser excavada muy fácilmente y puede finalizarse por medios manuales o mecánicos portátiles, tales como compresor y muleta o simplemente con herramienta manual.

### **01.03.03 Manejo del agua**

Durante la temporada seca, el 100% de la escorrentía que fluye por la quebrada es interceptado en la estación La Hondura para su aprovechamiento y el afluente remanente es inferior a 4l/s en el sitio de presa. Esta magnitud puede ser manejada sin ninguna dificultad por métodos convencionales de achicado y desviación. Recomendamos fuertemente que las actividades de construcción sean realizadas durante la temporada seca y bajo esta premisa es que se ha dimensionado las obras de desviación de la quebrada.

Se propone la construcción del conducto de desviación con una capacidad de hasta 2000l/s a efectos de proveer capacidad suficiente para algún evento de crecida que pueda presentarse durante la temporada seca. Algunas operaciones de fundición de concreto requerirán constante achicado, tales como la construcción del cabezal de entrada, el blindaje y colocación del tubo de acero, la parte más baja del plinto y la pantalla y las inyecciones respectivas en este punto.

### **01.03.04 Pantalla de impermeabilización**

Se ha diseñado la pantalla de impermeabilización bajo los siguientes criterios:

- Se ha decidido una sola línea de Inyección, considerando la baja permeabilidad y la poca absorción de mezcla que se espera inyectar.
- Se ha definido que solamente se usará la SERIE PRIMARIA de inyecciones para impermeabilizar el estrato superficial de mayor alteración a una profundidad constante igual a 3m realizadas desde el Plinto en todo el perímetro de la pantalla de concreto.
- De acuerdo con la dirección y buzamiento de las pocas diaclasas observadas que en su mayoría son verticales a subverticales, se han diseñado perforaciones con una inclinación perpendicular a la inclinación del plinto para estar seguros de atravesar las

Diaclasas. Todas las perforaciones serán verticales en el plano transversal al eje de la quebrada.

- En base a la calidad de la roca y su caracterización geotécnica, se estimó para efectos de presupuesto las siguientes absorciones de 60kg/m.
- Como norma del control de calidad de este sistema de inyecciones, se tiene también estimado la ejecución de SONDEOS DE CONTROL, que se ejecutan con diámetro NQ con recuperación de núcleos y con pruebas LUGEON aleatorias, interviniendo nuevamente las zonas que alcancen permeabilidades > 3 U.L.

Aplicando estos criterios anteriores se calcularon todas las cantidades de obra las que podrán variar lógicamente en función de la variación de la roca en el sitio.

### **01.03.05 Construcción del enrocamiento**

El proceso de colocación del dique de roca no es particularmente complejo para el cual se requiere disponer de equipo de compactación convencional que deberá permanecer en el frente de colocación durante todo el proceso hasta que la elevación de la presa le permita su salida por la calle de acceso a nivel de la corona.

Las rocas de mayor diámetro deberán ser acomodadas con ayuda de la excavadora en el talud de aguas abajo, las cuales proveerán mayor estabilidad al enrocamiento frente a desprendimientos locales de bloques. El resto de material de la Zona 3A puede ser colocado con volqueta o lanzado desde arriba y colocado con un bulldozer o excavadora en su posición final, adecuadamente nivelado y luego compactado.

Es conveniente realizar un lavado o humedecido previo de las cargas de roca, preferiblemente en la volqueta antes de depositar en su lugar, este grado de humedad inicial permitirá una mejor trabajabilidad y un mejor acomodamiento para compactación, reduciendo de manera importante la trituración de los bloques y mejorando el contacto y trabazón entre ellos.

La zona 2A está constituida de grava triturada ya sea de la cantera de la roca o de planta. Deberá ser colocada en capas de hasta 40cm y puede ser compactada con rodillos lisos menores, pero incrementando el número de pasadas equivalentes a las especificadas para el equipo formal.

Las líneas y niveles de la cara de aguas arriba del enrocado deben respetarse con especial precisión, ya que el adecuado funcionamiento estructural de la pantalla de concreto depende de este sustrato.

El núcleo central o Zona T debe ser construido con roca seleccionada de la excavación de la calle de acceso, que presente mayor dureza y pueda soportar razonablemente el proceso de compactación sin trituración excesiva.

Cabe anotar que todas las zonas deberán construirse simultáneamente en franjas de avance vertical diferenciado únicamente por los diferentes espesores especificados para las capas de cada zona. Si la Supervisión lo indica, la zonificación podrá ser modificada para ajustarse a las condiciones finales del proyecto.

## 01.04 Condiciones hidrológicas

La siguiente información general da algunas indicaciones acerca de las condiciones en el Sitio de la Obra que pueden esperarse durante el año.

El clima en la zona del Proyecto está caracterizado por dos estaciones bien marcadas: la estación húmeda, de mayo a noviembre, y la estación seca, de diciembre a abril. La precipitación anual promedio de lluvia es de 1,607.2 mm, de los cuales aproximadamente el 80% corresponde a la estación lluviosa. Según los registros de las Estaciones Hidro-meteorológicas Principales (HMP) de la Región. Las tablas siguientes, proporcionan los promedios de precipitación.

TABLA 4 Datos de lluvia mensual

Mes	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL
mm	155.8	288.2	201.4	225.2	289.3	186.3	77.2	54.4	40.5	21.1	23.9	43.9	1,607.2

El clima en esta área es como sigue:

- Temperatura máxima promedio: 29 °C
- Temperatura mínima promedio: 11 °C
- Temperatura promedio: 21 °C

### 01.04.01 Crecidas de diseño

La selección de la crecida de diseño basa en la designación de la estructura como de BAJO RIESGO.

Los diferentes componentes de la obra requieren un criterio de diseño adoptado a su importancia en el conjunto de la obra y al riesgo asociado. Las obras de desviación, por ejemplo, deben ser diseñadas para una crecida de 0.5 a 1 años de periodo de recurrencia.

El siguiente cuadro indica el período de retorno seleccionado de acuerdo con estos criterios para la crecida de diseño y la crecida de verificación se definirán como sigue:

*Tabla 5 Crecidas de diseño y verificación para la Presa La Hondura en m<sup>3</sup>/s*

Magnitud [m <sup>3</sup> /s]	Período de Retorno [Años]	Componente	Propósito
17.6	100	Vertedor y disipador	Diseño
23.0	500	Vertedor y disipador	Verificación
2.0	1	Obras de desvío durante la construcción	Diseño

### 01.05 Alcance del contrato

El Contratista adjudicado deberá, a menos que lo contrario sea indicado en el Contrato, suministrar toda la mano de obra, los materiales, el Equipo de construcción, los Trabajos Temporales y otros necesarios para la construcción de las Obras. El Contratista deberá ejecutar, completar y mantener la Obra de acuerdo con las Especificaciones y los Planos.

Los Trabajos que se llevarán a cabo bajo este contrato incluirán los siguientes:

- a) La construcción de la obra para desvío de la quebrada durante la construcción.
- b) La construcción de los accesos operativos para el proyecto.
- c) La construcción de la presa y sus estructuras relacionadas.
- d) La construcción de la planta de impulsión No. 2.
- e) La construcción de la tubería de impulsión
- f) Las operaciones de llenado del embalse y monitoreo de la presa durante el llenado.

g) La construcción, operación y mantenimiento y subsiguiente retiro de las obras temporales, pero no limitadas a:

- Caminos de acceso temporales, incluyendo pasos temporales y permanentes en las varias áreas de trabajo, sea el caso.
- Facilidades temporales para el cuidado del agua, desagües, etc.
- Facilidades de trabajo para el Contratista, tales como una oficina de campo para el Contratista, alojamiento, campos de trabajo, laboratorio, etc.
- Facilidades de almacenaje para el cemento y los agregados y plantel para la preparación de concreto o mezcladoras portátiles.
- Sistema de generación y distribución de electricidad para uso en la construcción.

Las características detalladas de la obra serán descritas en los Planos del Diseño Final. El Contratista presenta un Lista de Cantidades Valoradas de referencia basadas en el diseño aprobado del proyecto, y como tal deberán ser vinculantes sobre la modalidad de pago y definatorias de los alcances del contrato salvo que así lo determine el Contrato o la Supervisión en el sitio. Estas cantidades y conceptos podrán variar luego de realizado durante la etapa de construcción.

## **01.06 Modalidad del contrato**

Contrato de construcción de obra pública por precios unitarios y cantidades de obra realmente ejecutadas.

## **01.07 Actividades pagaderas a suma global**

Aquellas actividades indicadas en la Lista de Cantidades para “Pago por Suma Global” se consideran en el alcance ofertado como una unidad completa y funcional, lista para operar sin réplicas, fallos o deficiencias, o un servicio provisto en su totalidad para el destino previsto y listado dentro de la Lista de Cantidades Valoradas, y serán administradas proporcionalmente dentro de los Certificados de Pago Provisionales para cada período en consideración, excepto cuando se especifique de otra manera, en la medida en que, a juicio del Supervisor, los conceptos de obra de Suma Global hayan sido ejecutados durante el período en consideración.

## **01.08 Planos del contrato**

Los Planos adjuntos a los Documentos acompañan y son parte de los Documentos del Contrato. Durante el progreso del trabajo, planos posteriores serán emitidos por la Supervisión según se presente la necesidad de suplementar, sobreeser, o aclarar detalles mostrados en los Planos adjuntos hasta el momento y dichos Planos adicionales pasarán a ser parte del Contrato.

El Contratista estará gobernado por las dimensiones en cifras tal y como se indiquen en los Planos. En aquellos lugares en los cuales las dimensiones requeridas no se muestren en cifras, el Contratista obtendrá dichas dimensiones de la Supervisión antes de proceder con la construcción de la porción de la obra a la que se refieren. En todos los casos, los Planos de Detalles tendrán precedencia sobre los Planos Generales.

El Contratista escudriñará dichos Planos y los Planos adicionales emitidos de tiempo en tiempo al Contratista. De encontrarse ambigüedad, discrepancia o error en los Planos, este será referido a la Supervisión antes de proceder con el trabajo, y la decisión de la Supervisión acerca de dicha ambigüedad, discrepancia o error será la final.

## **01.09 Planos que proveerá el contratista**

### **01.09.01 Planos generales**

Todos los diversos tipos de planos serán preparados en un formato aprobado por la Supervisión y serán presentados con la suficiente anticipación para que la Supervisión pueda revisar y/o aprobarlos sin causar retraso al trabajo de campo. El Contratista presentará cuatro (4) juegos de copias de los planos a la Supervisión para su revisión y aprobación no menos de veintiocho (28) días calendario antes de la fecha en la que planea empezar la construcción de algún elemento particular de la Obra. Los Planos anteriormente mencionados incluirán todos los planos y especificaciones preparados por su subcontratista u otro fabricante y serán lo suficientemente detallados como para mostrar:

- a) El arreglo general y las dimensiones de todas las partes y el tamaño de cada una y todas las partes de la Obra que será suministrada bajo el Contrato.
- b) La naturaleza de los materiales de los cuales serán fabricados los diferentes elementos.

c) La construcción de todos los detalles.

La fabricación, manufactura o construcción de cualquier parte de la Obra no empezará hasta que los planos no hayan sido aprobados por escrito por la Supervisión, y después de esto, no se harán cambios a ningún plano aprobado sin el permiso de la Supervisión. Los cambios subsiguientes deberán ser reportados mandando otros cuatro (4) juegos de copias de cada plano revisado a la Supervisión para su aprobación. La aprobación de los planos de Contratista por la Supervisión no relevará al Contratista de su responsabilidad bajo el Contrato.

El Contratista hará un estudio topográfico y presentará los mapas topográficos a una escala apropiada para el terreno, donde haga falta terreno adicional con el propósito de completar la Obra. El terreno incluirá aquel necesario para las alcantarillas de drenaje, los caminos de acceso, el plantel del Contratista, canales de drenaje para el área de préstamo y demás.

Después de que la Supervisión haya aprobado los Planos, estos serán integrados al Contrato, y todos los planos originales presentados por el Contratista pasarán a ser propiedad del Contratante.

De los Planos aprobados por la Supervisión, tres (3) juegos de copias serán retenidos por el Supervisor, y un (1) juego será devuelto al Contratista.

Todos los Planos originales preparados por el Contratista, de acuerdo con esta cláusula, serán preparados en digital y tamaño A1, y presentados a la Supervisión dentro de los siguientes 10 días de su aprobación, a menos que lo contrario se especifique. Estos planos originales serán de propiedad del Contratante y se utilizarán para la operación y mantenimiento futuros de las facilidades. Con el propósito de ejecutar estos trabajos oportunamente de acuerdo con esta cláusula, el Contratista, asignará un grupo apropiado para la preparación de los planos, consistiendo en Supervisores de diseño y dibujantes.

### **01.09.02 Planos de construcción**

Tal y como se menciona en las cláusulas anteriores, el Contratista preparará los planos de construcción incluyendo las hojas de cálculo si son necesarias o según lo indique la Supervisión, en base a los Planos del Contrato. Los planos de construcción deberán mostrar todos los elementos de trabajo permanente y, cuando se aplique, el bosquejo del concreto, las varillas de



refuerzo, incluyendo los esquemas de dobles / corte y el despliegue y lista de varillas, los tipos de material que se usarán, los grados, las estaciones, dimensiones exactas, etc. Además de esto, los Planos presentarán los detalles completos de los elementos que se incorporarán al trabajo permanente.

El Contratista preparará y presentará cuatro (4) juegos de copias de todos los Planos de Construcción a la Supervisión para su aprobación antes de comenzar a ejecutar la Obra.

### **01.09.03 Planos de taller**

El Contratista preparará y presentará los planos de taller para mostrar el contorno, dimensiones, tipo de material, etc. en los elementos particulares, de acuerdo con los Planos y las Especificaciones allí detalladas. Los planos de taller, en cuatro (4) juegos de copias deberán ser presentados a la Supervisión para su aprobación, antes de que el Contratista empiece con la ejecución del trabajo.

### **01.09.04 Planos para obras temporales**

Dentro de los siguientes catorce (14) días de haber recibido la Notificación de Proceder con el Trabajo, el Contratista presentará cuatro (4) juegos de copias de los planos que muestran las características de las obras temporales a la Supervisión para su aprobación.

Los planos deberán mostrar las ubicaciones y otros detalles pertinentes de los elementos principales del equipo de construcción, las oficinas, los edificios de almacén, las facilidades de alojamiento, áreas de almacenaje, camino principal de acceso, etc. que el Contratista se propone construir en el lugar u otras áreas autorizadas. Adicionalmente, los Planos deberán mostrar las facilidades de descarga para los materiales y el equipo que el Contratista se propone instalar en el lugar, y la capacidad de cada planta principal.

Si se presentan cambios en los elementos mencionados en el párrafo anterior durante la edificación o después de que estén operativos, el Contratista presentará cuatro (4) juegos de copias de los planos corregidos, mostrando dichos cambios a la Supervisión para su revisión y aprobación.

### **01.09.05 Planos como construido o "as built"**

A través del período de construcción de la Obra, el Contratista deberá mantener un juego de planos de Obra Construida actualizado para los elementos de la Obra que hayan sido completados. Los Planos mostrarán todos los cambios autorizados que puedan haber sido hechos a los planos del contrato, y mostrarán exactamente la verdadera condición de Obra Construida de cada elemento de los trabajos permanentes. El formato de los Planos de Obra Construida será el aprobado por el Supervisor.

Los Planos de Obra Construida estarán sujetos a la revisión mensual por parte de un representante de la Supervisión en el lugar. Si el representante de la Supervisión no los encontrara satisfactorios y actualizados, el Contratista los mejorará urgentemente y solicitará que sean revisados nuevamente dentro de los siete (7) días siguientes. A medida que las partes completas del trabajo permanente delineado en cada plano del contrato se vayan completando, los Planos de Obra Construida pertinentes, después de la aprobación del Supervisor, serán firmados mutuamente por la Supervisión y el Contratista o sus representantes.

El Contratista preparará y presentará a la Supervisión un borrador de (1) juego de los planos de Obra Construida o "As Built", una vez aprobados por la supervisión presentará (1) juego de los planos original firmados, timbrados y sellados y tres (3) juegos de copias de los planos de Obra Construida dentro de los veintiocho (28) días calendario a partir de que el trabajo haya sido completado.

Los planos de Obra Construida o "As Built" originales deberán estar hechos en papel reproducible de alta calidad para que se puedan hacer copias claramente legibles. El formato digital de los planos deberá basarse en el estándar ISO.

### **01.09.06 Otros planos**

Otros planos, que son de naturaleza general, como los métodos de construcción propuestos, los diagramas esquemáticos, los contornos de los varios tipos de trabajo, etc. deberán ser presentados a la Supervisión para su revisión y/o aprobación.

### **01.09.07 Costos relacionados**

Todos los costos en los que incurra el Contratista en el cumplimiento de esta Cláusula deberán ser incluidos en los respectivos elementos de trabajo según la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.10 Manuales de instrucción para instalación, operación y mantenimiento**

El Contratista deberá preparar y presentar tres (3) copias de los manuales de instrucciones que indiquen la manera correcta de instalación del equipo permanente y los instrumentos necesarios tan pronto como sea posible, pero no después de siete (7) días antes que tales equipos sean enviados al sitio. Los manuales de instrucción para la operación y mantenimiento de los instrumentos y equipos instalados deberán ser sometidos a aprobación dentro de los veintiocho (28) días contados a partir de la fecha de embarque.

Los manuales de instrucción deberán describir de forma detallada los procedimientos de montaje e instalación a ser seguidos, el uso de todo el equipo de montaje, dispositivos de medición y/o cualquier otro detalle. Los procedimientos de ensamblaje, ajuste, operación y desmontaje de cualquier sistema componente, máquinas o equipos, deberán estar claramente descritos e ilustrados. El mantenimiento a ser realizado a los equipos deberá estar descrito en detalle. Además, deberá incluir la frecuencia recomendada de inspección y lubricación.

Los manuales de instrucción deberán incluir una lista completa de todos los planos aplicables, listas de partes de repuestos y una lista de partes de cada componente del equipo. Las listas de partes deberán incluir el código del fabricante, número de serie y las instrucciones para ordenar tales partes. Los listados deberán ser tan detallados como sea posible para todo el equipo suministrado.

## **01.11 Trabajos por otros contratistas**

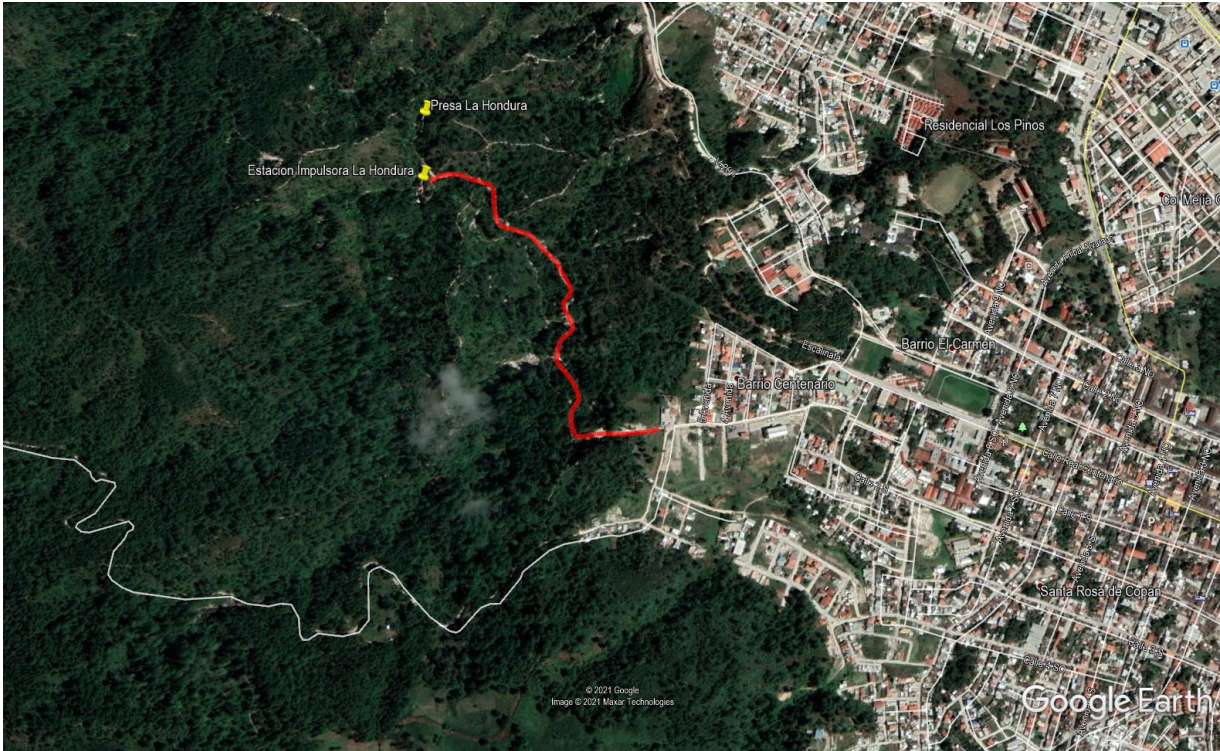
El Contratante hará los arreglos necesarios para la terminación de los trabajos y que no estén cubiertos por este Contrato, sean ejecutados por otros Contratistas. El Contratista deberá cooperar con los otros contratistas para asegurar la culminación del proyecto como una unidad.

## **01.12 Acceso a los sitios**

El sitio de la obra se accede a través de un camino de penetración que conduce hasta la actual Estación de Bombeo La Hondura que inicia en la zona cercana a las instalaciones del Centro Regional del Servicio 911 en la Col. Centenario en Santa Rosa de Copán.

El camino tiene una longitud aproximada de 1.1Km desde su inicio hasta la Estación La Hondura y cuenta con una limitada sección transversal, en algunos puntos de 4.0m de ancho, con pendientes variables de moderadas a planas, sin pavimento y con infraestructura mínima de drenaje. Al momento de la redacción de este documento, el camino se encuentra en perfectas condiciones para el tránsito de vehículos y maquinaria.

La ilustración siguiente muestra la ruta de acceso al sitio de la Estación La Hondura. Desde ese punto se construyó un acceso provisional para el ingreso de equipo de perforaciones durante la Fase I para las investigaciones geotécnicas, dicho acceso no está en condiciones transitables, con presencia de algunos derrumbes menores al inicio.



*Ilustración 5 Vista aérea del camino de acceso existente*

### **01.13 Límites de carga en los caminos**

El Contratista usará todo medio razonable para asegurar que todos los límites de carga y otras limitaciones en los caminos sean respetados, y si fuera necesario mover una carga extraordinaria de equipo o elemento de pre-construcción o parte de la Obra del Contratista deberá, antes de mover dicha carga extraordinaria, obtener todos los permisos y aprobaciones necesarios de las autoridades y cumplirá con todos los otros requisitos legales.

El Contratista se sujetará a todas las limitaciones, leyes y reglamentos relacionados con el uso de rutas públicas de transporte. Deberá hacer cualquier reparación o reemplazo necesarios, según se dé el caso, a cualquier estructura en la ruta que el Contratista pueda dañar como resultado de su negligencia. Dicha reparación deberá ser hecha a satisfacción de la Supervisión o de las autoridades gubernamentales indicadas.

Las limitaciones en los embarques en carreteras nacionales varían de acuerdo con las condiciones de los puentes en las carreteras. Será responsabilidad del Contratista mantenerse informado acerca de las limitaciones en los embarques por carretera.

#### **01.14 Canteras y áreas de préstamo para materiales pétreos**

El Contratista será responsable por el suministro de agregados de concreto y materiales de roca de la suficiente calidad y cantidad. El Contratista deberá hacer sus propios arreglos, obtener los permisos necesarios de las autoridades competentes, y pagar todos los estipendios y regalías que puedan ser requeridos de acuerdo con las Condiciones Generales del Contrato.

#### **01.15 Áreas de préstamo para los materiales de relleno**

El Contratista será responsable por el suministro de materiales de suelo o roca para los rellenos en suficiente calidad y cantidad. Cuando el Contratista desee obtener los materiales de suelo o roca de las áreas de préstamo, el Contratista deberá hacer sus propios arreglos para obtener los materiales, siempre y cuando dichos materiales pasen las pruebas especificadas en las Especificaciones Técnicas. El Contratista deberá obtener todos los permisos necesarios de las autoridades competentes y pagar todos los estipendios y regalías que sean requeridos, según las Condiciones Generales del Contrato.

El Contratista será responsable por las medidas de seguridad de la vida humana en el terreno del cual el Contratista ha obtenido materiales de tierra. El Contratista ejecutará el aplanamiento de la tierra y proveerá los canales de drenaje requeridos para evitar que el agua se acumule en las áreas de préstamo después de que el Contratista haya obtenido los materiales de relleno. Todos los costos incurridos por el Contratista en el cumplimiento de los requisitos de esta sección deberán ser incluidos en el precio unitario para las actividades correspondientes de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## **01.16 Derecho de cambiar el diseño y los planos**

Cuando haya información adicional disponible acerca de los cimientos u otras condiciones como resultado de los trabajos de excavación, pruebas posteriores o de otra manera, puede encontrarse recomendable hacer cambios menores en el alineamiento, dimensiones de las secciones o el diseño de las obras o estructuras relacionadas para adaptarse a dichas condiciones. El Contratante se reserva el derecho de hacer dichos cambios que, en opinión del Supervisor, sean necesarios o recomendables.

## **01.17 Operaciones con explosivos**

El Contratista no hará uso de explosivos sin la autorización expresa, por escrito, de la autoridad competente. El uso y almacenaje de todos los explosivos en cámara estarán sujetos a la aprobación y deberán ser aprobados por la Supervisión.

El Contratista arreglará, por su propia cuenta, la provisión de un encargado de seguridad para la protección del público y otros durante las operaciones con explosivos. Donde el uso de explosivos sea permitido, deberá ser llevado a cabo estrictamente de acuerdo con los arreglos previamente acordados por escrito con el Supervisor.

## **01.18 Trabajos que deberán mantenerse alejados del agua**

A menos que aquí se especifique lo contrario o la Supervisión lo ordenara, el Contratista mantendrá las Obras bien drenadas hasta que el Certificado de Aceptación haya sido emitido, y se asegurará que hasta donde sea razonable en opinión de la Supervisión, los trabajos se lleven a cabo en seco.

Las áreas excavadas deberán ser adecuadamente drenadas y mantenidas libres de agua estancada.

El Contratista deberá construir y mantener todos los diques, fuentes de agua y otros trabajos temporales, y llevará a cabo todo el bombeo que pueda ser necesario para sacar el agua de los trabajos cuando la construcción esté en progreso. Todos estos trabajos temporales deberán ser

retirados en el momento que la Supervisión lo apruebe cuando los trabajos hayan sido terminados.

Todos los gastos en los que incurra el Contratista en el cumplimiento de los requisitos de esta cláusula deberán ser incluidos en los precios unitarios para la excavación y el concreto.

## **01.19 Obras temporales**

### **01.19.01 General**

El Contratista presentará para la aprobación del Supervisor, dentro de catorce (14) días de la firma del Contrato un plan detallado para dichas facilidades temporales. Sus propuestas pueden ser enmendadas si así lo requieren y no se empezará la construcción de las obras temporales hasta que sus propuestas hayan sido aprobadas por el Supervisor.

### **01.19.02 Oficinas, edificios, planteles y talleres**

El Contratista proveerá, dará mantenimiento y seguidamente retirará los edificios, oficinas, talleres o complejos de tiendas adecuadamente cercados que sean necesarios para la ejecución del proyecto. Todos los costos en los que incurra el Contratista en el cumplimiento de esta Cláusula deberán ser incluidos en el precio unitario para todas las actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.19.03 Cercos temporales**

El Contratista edificará y mantendrá durante el período de construcción de los trabajos un cerco apropiado y aprobado para encerrar las áreas de la obra que requieran sus obligaciones bajo la cláusula a satisfacción del Supervisor. En aquellos lugares en los que haya que levantar un cerco temporal a lo largo de un camino público este deberá ser del tipo requerido y a satisfacción de la autoridad competente. Todos los costos en los que incurra el Contratista en el cumplimiento de esta cláusula deberán ser incluidos en el precio unitario para todas las actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.19.04 Plantas de construcción**

El Contratista deberá suministrar, instalar, operar, mantener y posteriormente remover, cuando así se lo ordene el Supervisor, todas las Plantas y Equipos de Construcción requeridas para la



ejecución de las Obras. El Contratista deberá suministrar todos aquellos conceptos que aparecen en el Listado de Equipo del Contratista en el Contrato en los tiempos que sean requeridos de acuerdo con el Cronograma de las Obras. El Contratista podrá proveer una planta trituradora para la producción de roca y/o grava en los diferentes tamaños en la cual se procesará el material en la cantera.

La Supervisión podrá, si así lo considera necesario para la ejecución de las Obras y de acuerdo con las Condiciones del Contrato, ordenar al Contratista el suministro de detalles adicionales de la Planta de Construcción o extender el período de permanencia de la misma. El Contratista deberá suministrar y almacenar todos los repuestos de la Planta de Construcción para asegurar una ejecución eficiente de las Obras.

Si fuera requerido, el Contratista deberá poner a la disposición de otros contratistas a ser empleados por el Contratante para la ejecución de las Obras, cualquier Planta de Construcción incluyendo la planta de concreto en una tarifa diaria, siempre y cuando la Supervisión defina la prioridad del uso de la Planta de Construcción. La decisión de la Supervisión será la final.

No se hará pago adicional por las Plantas de Construcción. El costo de movilización, desmovilización estará incluido en el precio de la actividad correspondiente y el costo de la operación, mantenimiento, reparación, depreciación y todos los costos en los que incurra el Contratista para las Plantas de Construcción deberán considerarse incluidos en los precios unitarios o precios de suma global de los conceptos correspondientes de la Lista de Cantidades de Obra para los que se requiera el uso de las Plantas de Construcción.

#### **01.19.05 Alojamiento para el personal del contratista y campos de trabajo**

Si así es determinado, El Contratista proveerá, dará mantenimiento y retirará al finalizar la Obra, alojamiento temporal y facilidades de vivienda incluyendo todos los servicios necesarios para la provisión de agua, drenaje, iluminación, caminos, senderos, estacionamientos y desecho de desperdicios en el lugar de la Obra.

El Contratista presentará a la Supervisión para su aprobación un plan y los detalles de las edificaciones y servicios que propone. Todos los costos en los que incurra el Contratista en el cumplimiento de esta Cláusula deberán ser incluidos en el precio unitario para todas las actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.19.06 Sistema de suministro de agua**

El Contratista deberá proveer un sistema de suministro de agua para el alojamiento del personal del Contratista, los campos de trabajo, las oficinas, el laboratorio, los talleres y otros lugares de trabajo en el lugar de la Obra. El sistema de suministro de agua del Contratista será sujeto a la aprobación del Supervisor. Todos los costos en los que incurra el Contratista en el cumplimiento de esta Cláusula deberán ser incluidos en el precio unitario para todas las actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.19.07 Energía eléctrica para la construcción**

El Contratista deberá hacer sus propios arreglos para suministrar electricidad a y en todo el lugar de la Obra para la construcción, al alojamiento de su personal, a los campos de trabajo, al laboratorio, a los talleres, tiendas y oficinas. El Contratista deberá instalar, operar y dar mantenimiento hasta que termine el último período de mantenimiento o por un período más corto si la Supervisión así lo determina, y entonces retirar dichos trabajos, la planta generadora, el equipo, el cableado y los accesorios que sean necesarios para asegurar un suministro adecuado de electricidad. Todos los costos en los que incurra el Contratista en el cumplimiento de esta cláusula deberán ser incluidos en el precio unitario de todas las actividades de trabajo según la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.19.08 Sistema de telecomunicaciones**

Para propósitos de la comunicación dentro del área del Proyecto, el Contratista deberá suministrar, instalar, dar mantenimiento y subsiguientemente retirar, un sistema de telecomunicaciones apropiado para su propio uso y para el uso de la Supervisión y su representante. El sistema deberá consistir en por lo menos seis (6) juegos de aparatos de radio comunicación de dos vías para uso del Supervisor. El sistema de telecomunicaciones estará sujeto a la aprobación del Supervisor.

El costo del sistema de telecomunicaciones, incluyendo la depreciación, operación y mantenimiento deberá ser incluido en el precio unitario para todas las actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.19.09 Laboratorio de campo**

El Contratista deberá suministrar en el sitio de la Obra, mantener y posteriormente remover un laboratorio de campo con el equipo y los aparatos de prueba que son necesarios para llevar a cabo las pruebas indicadas en las Especificaciones Técnicas.

El Contratista deberá, dentro de los catorce (14) días de haber recibido la Notificación de Proceder con el Trabajo, presentar un cronograma de pruebas para aprobación del Supervisor. Dichos cronogramas de prueba deberán cubrir todas las pruebas para los materiales y agregados del concreto, mecánica de suelos y rocas, determinación de pesos unitarios, resistencia compresiva y todas las otras pruebas requeridas. Deberá indicar el equipo de prueba y los insumos necesarios para los mismos.

El suministro de energía eléctrica y agua para el laboratorio serán provistos por el Contratista. El Contratista deberá proveer el equipo y los aparatos para las pruebas y suministrará el personal, el trabajo y los insumos necesarios para llevar a cabo las pruebas. Los costos incurridos en la operación de dichas pruebas, así como la electricidad y el suministro de agua serán asumidos por el Contratista. El Contratista también nombrará a un superintendente a cargo de las pruebas para que trabaje en el laboratorio.

El Contratista deberá, cuando se lo solicite la Supervisión o su representante, llevar a cabo cualquier prueba en presencia de la Supervisión o su representante o proveerá todos los Ingenieros de pruebas, la asistencia de laboratorio y el trabajo necesarios a la Supervisión libres de costo. Todos los gastos incurridos en el cumplimiento de esta Cláusula serán incluidos en el precio unitario para las respectivas actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.19.10 Oficina de campo para uso del Supervisor**

El Contratista proveerá y dará mantenimiento a una oficina razonablemente implementada que tendrá un área de aproximadamente 20 m<sup>2</sup> para el uso del Supervisor, ubicada en el lugar que la Supervisión indique. El Contratista deberá proveer, además, la electricidad, con una capacidad no menor de 10 kVA y el suministro de agua, la disposición de desechos sólidos y de aguas servidas mientras dure la construcción y el período de mantenimiento posterior.

### **01.19.11 Caminos de acceso temporal**

El Contratista deberá construir y mantener los caminos de acceso necesarios para los diferentes frentes de trabajo, las plantas, bancos de desperdicio y otras instalaciones temporales, incluyendo el drenaje asociado y las facilidades para cruzar las quebradas y el río en el sitio de la obra y sus alrededores. Tales caminos temporales deberán ser planificados, diseñados y construidos por el Contratista como él lo considere necesario para la ejecución eficiente de las Obras.

### **01.20 Apoyo al personal de la Supervisión**

El Contratista prestará a la Supervisión todo el apoyo necesario y suministrará, según le sea requerido y para uso exclusivo de la Supervisión, suficiente cantidad de, varas, reglas, andamios, moldes, modelos, perfiles, y cualquier otro requisito para corroborar el marcado por parte del Contratista y las medidas de la Obra.

### **01.21 Materiales y equipamiento que proveerá el contratista**

#### **01.21.01 General**

El Contratista proveerá todos los materiales y equipamiento requeridos para llevar a cabo los trabajos excepto cuando el Contrato estipule lo contrario. A menos que lo contrario sea estipulado, todo el equipamiento y los materiales que forman parte de la Obra deberán ser nuevos y conformes a las normas provistas en las especificaciones o a los estándares referidos en las cláusulas subsiguientes. El Contratista informará la Supervisión cuando tenga intenciones de suministrar equipamiento y materiales no conformes a los estándares mencionados en el párrafo anterior y obtendrá la aprobación por escrito la Supervisión para estos nuevos estándares. Todos los gastos en los que incurra el Contratista en el cumplimiento de esta Cláusula deberán ser incluidos en las respectivas actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.21.02 Equipamiento**

El Contratista deberá proveer todo equipamiento requerido para la ejecución y terminación de la Obra. La Supervisión puede, si lo considera necesario para ejecución de la Obra de acuerdo con el Contrato, instruir al Contratista a que provea equipamiento y materiales adicionales. El Contratista deberá proveer todo el equipamiento y el material completos con las partes de repuesto y deberá mantener suficiente provisión de dichas partes como para asegurar la ejecución de la Obra. El Contratista deberá informar a la Supervisión, para su aprobación, acerca del cronograma de movilización del equipamiento.

Todos los costos de la movilización del equipamiento en los que incurra el Contratista deberán ser incluidos en las respectivas actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **01.21.03 Sustitución de materiales**

El Contratista hará esfuerzos diligentes para obtener los materiales especificados, pero cuando los materiales especificados no estén disponibles por razones fuera del control del Contratista, se podrá utilizar materiales sustitutos. No se podrá usar materiales sustitutos sin la aprobación previa por escrito de la Supervisión.

El precio unitario en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas no se ajustará para cubrir un aumento del costo entre los materiales presupuestados y los que en realidad se provean. Los costos por las pruebas de los materiales, de considerarse necesarios, serán asumidos por el Contratista.

### **01.21.04 Inspección del equipamiento y los materiales**

El equipamiento y los materiales provistos por el Contratista estarán sujetos a inspección de acuerdo con el Contrato en una o más de las siguientes localidades según lo determine el Contratante.

- a) El lugar de producción o manufactura,
- b) El punto de embarque, y
- c) El sitio de la Obra.

El Contratista presentará al Propietario cualquier información que cubra el equipamiento y los materiales requeridos por el Contratante para propósito de la inspección. La Inspección del

equipamiento y de los materiales, o la renuncia a la inspección no relevarán al Contratista de su responsabilidad de proveer el equipamiento y los materiales que cumplan con las Especificaciones.

#### **01.21.05 Programa y notificaciones de transporte**

Concurrentemente con la presentación de un cronograma de construcción, el Contratista deberá suministrar a la Supervisión, un programa completo de transportación para el equipamiento, los materiales y el equipo de construcción, mostrando en detalle la secuencia de transportación y entrega en el lugar de la Obra para cumplir con su cronograma de construcción propuesto. El Contratista deberá mantener a la Supervisión informada de la llegada del equipamiento, los materiales y del equipo de construcción al sitio de la Obra.

#### **01.21.06 Especificaciones, panfletos e información que serán suministradas por el contratista.**

El Contratista deberá presentar a la Supervisión, para su aprobación, tres (3) juegos de especificaciones completas, panfletos e información del material y el equipamiento que suministrará bajo el Contrato dentro los veintiocho (28) días después de haber recibido la Notificación de Proceder con el Trabajo. La aprobación de dichas especificaciones, panfletos e información, sin embargo, no relevará al Contratista de su responsabilidad en conexión con el Contrato.

#### **01.21.07 Normas y especificaciones**

Todos los materiales y el equipamiento que será suministrado bajo el Contrato o para la fabricación en la Obra deberán ser conforme a las especificaciones respectivas de las normas a las que se hace referencia en las Especificaciones. En los casos en los cuales las normas para cualquier material y equipamiento no sean estipuladas en las Especificaciones, estos deberán ser conformes a los más recientes y apropiados estándares de la ASTM, Sociedad Americana para las Pruebas y los Materiales, (que de aquí en adelante será llamada ASTM), u otros estándares aprobados por la Supervisión. Los estándares antes mencionados han de ser los estándares autorizados bajo el Contrato, los que al Contratista se le permitirá usar sin el permiso previo de la Supervisión.

Si el Contratista propone Estándares y Especificaciones equivalentes o materiales y plantel equivalentes, el Contratista deberá declarar la naturaleza exacta el cambio y deberá presentar estándares, especificaciones e información completos acerca de los materiales y el plantel en idioma español para aprobación por la Supervisión. Dicha presentación deberá ser oportuna y de no serlo, o si se comprara cualquier material o equipo equivalente propuesto antes de obtener la aprobación de la Supervisión, será por cuenta y riesgo del Contratista.

#### **01.21.08 Embalaje**

Todos los materiales y el equipamiento deberán ser empacados para el transporte al lugar de la Obra de manera que los materiales estén protegidos contra las condiciones climáticas a las cuales puedan estar sujetos en tránsito y durante el almacenaje en el sitio.

Cualquier material o equipamiento que sufra daño o se deteriore durante el transporte o el almacenaje será rechazado por el Supervisor, y el Contratista deberá retirar los materiales o el equipamiento que haya sido rechazado por la Supervisión del sitio en cuanto sea razonablemente posible.

#### **01.22 Facilidades médicas**

El Contratista deberá hacer sus propios arreglos en el sitio para el tratamiento de los accidentados en las unidades de primeros auxilios que considere necesarias o según se estipula en los reglamentos relevantes de las autoridades competentes. El servicio de primeros auxilios deberá cubrir a todo el personal de los subcontratistas tanto como al propio personal del Contratista. El Contratista deberá establecer, por lo menos, una unidad de primeros auxilios de aproximadamente diez (10) metros cuadrados con una cama y las medicinas necesarias.

Todos los gastos en los que incurra en Contratista en el cumplimiento de esta cláusula deberán ser incluidos en el precio unitario para las actividades respectivas según la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## 01.23 Programa de actividades

Cinco (5) días después de haber recibido la Orden de Inicio, el Contratista deberá presentar a la Supervisión un Programa de Actividades<sup>1</sup> para el total de los trabajos y de los trabajos temporales que se llevarán a cabo bajo el Contrato, por medio del método PERT/CPM, preferiblemente en MS Project. Este Programa estará relacionado a la fecha calendario, y estará acompañado por información como la descripción de cada actividad, el tiempo requerido para realizarla, y la fecha más temprana para su iniciación, la fecha más temprana y la más tardía para su finalización, tiempo de tolerancia, etc.

El programa mencionado en el párrafo anterior estará sujeto a las modificaciones y cambios que sean necesarios, será aprobado por la Supervisión dentro de un tiempo razonable. El programa revisado, acordado y aprobado por el Contratista y la Supervisión pasará a ser un Calendario de obra autorizado y a ser parte de los Documentos del Contrato.

El programa de construcción autorizado será actualizado por el Contratista a intervalos de catorce (14) días o cuando la Supervisión lo solicite. Este programa acordado y aprobado por el Contratista y la Supervisión será incluido en los Documentos del Contrato.

Si, durante el curso de la construcción de la Obra, la tasa de progreso de la Obra se retrasa de lo acordado, o, en la opinión de la Supervisión, el Contratista no logrará terminar alguna sección de la Obra en el tiempo acordado, entonces la Supervisión ordenará al Contratista que aumente su fuerza de trabajo o suplemente el equipo de construcción en el lugar de la Obra para acelerar la tasa de progreso en esa sección.

---

<sup>1</sup>*Programa de Actividades:* (o Cronograma de Construcción) significa él (los) documentos(s) llamados cronogramas, completados por el Contratista y presentados con su Carta de Oferta, según se incluyen en el Contrato. Dicho documento puede incluir las Cantidades de Obra, información, recursos, listas y cronogramas de tasas o precios.



## **01.24 Información para el emplazamiento de la obra**

Los bancos de nivel habrán sido establecidos por el Contratante y mostrados en los Planos. La información de referencia acerca de dichos bancos de nivel será entregada al Contratista en el momento que se le entregue la Notificación de Proceder con el Trabajo. El Contratista podrá establecer bancos de nivel adicionales temporales para su propia conveniencia, pero cada banco de nivel temporal establecido será del diseño y en la ubicación que apruebe el Supervisor.

## **01.25 Trazado y marcado topográfico**

El Contratista será responsable por la colocación de los ejes y las secciones de la estructura y alinear las estructuras de acuerdo con los Planos. La demarcación del Derecho de Paso y toda la preparación necesaria relacionada con éste será llevada a cabo por el Contratista bajo la supervisión del Supervisor.

Se deberá marcar los ejes con puntos a intervalos de 10m con estacas de madera empotradas en el terreno.

## **01.26 Informes**

### **01.26.01 Informe mensual de proceso**

El Contratista preparará y presentará a la Supervisión cuatro (4) copias del informe mensual sin costo alguno para el Contratante a intervalos mensuales regulares y en un formulario que determinará el Supervisor, indicando lo siguiente:

- a. El progreso físico de la Obra hasta el mes anterior, y el progreso estimado para los meses en curso.
- b. La tasa de progreso basada en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas de Construcción según se especifica en el presente documento.
- c. Las estimaciones de pago del Contratante al Contratista para los meses en curso.

- d. Un cuadro del Equipo de construcción, listando los elementos principales que componen el Equipo de construcción y que fueron utilizados para la ejecución del trabajo durante el mes anterior.
- e. Un cuadro de empleados que muestre el personal de supervisión y las cantidades de las diversas clases de mano de obra utilizada por el Contratista en el mes anterior.
- f. Las cantidades de los artículos principales y del equipamiento suministrado y utilizado durante el mes anterior con el inventario de dichos materiales.
- g. Cualquier otro dato requerido bajo el Contrato o específicamente por el Supervisor.

### **01.26.02 Informe semanal**

El Contratista preparará y presentará a la Supervisión cuatro (4) copias del informe semanal para cada sección de trabajo en un formulario aprobado por la Supervisión sin costo para él. El informe contendrá, pero no se limitará a la siguiente información: las condiciones climáticas, el personal y fuerza de trabajo empleados en la Obra, los materiales a la orden, el trabajo en progreso, el trabajo en preparación, informe de las pruebas de laboratorio, accidentes y toda la otra información relevante al progreso de la Obra.

### **01.26.03 Registros en fotografía y archivo digital**

El Contratista hará todos los arreglos para registrar el progreso del trabajo por medio de fotografías digitales y prontamente suministrará semanalmente cuatro (4) juegos de reportes fotográficos, cada uno consistente de quince (15) fotografías, correctamente rotuladas, de un tamaño mayor de 8 x 12cms, de las porciones de trabajo que estén en progreso y completas, según lo indique la Supervisión. Cada fotografía contendrá al pie la fecha y el título de la vista tomada. Los archivos digitales de las fotografías serán de propiedad exclusiva del Contratante y no se podrá proveer copias de estos archivos a ninguna persona sin la aprobación de la Supervisión.

Todos los costos por este registro en el cumplimiento de esta cláusula serán incluidos en el precio de suma global de la oferta fijado para ello según la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **01.26.04 Auditorias por el contratante**

Adicionalmente a lo que se detalla en el párrafo anterior, el Contratante tendrá derecho, a su discreción, a llevar a cabo auditorias según le parezca necesario para su propia investigación en conexión con:

- a. Los costos incurridos en caso de la terminación del Contrato.
- b. Cualquier otro costo que el Contratista pueda reclamar al Propietario que no esté específicamente cubierto por los términos del Contrato.

El Contratista está obligado a mantener una contabilidad exacta y actualizada con los registros concernientes a los artículos mencionados en el párrafo anterior.

### **01.27 Seguridad y protección contra el fuego**

#### **01.27.01 Seguridad**

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias contra el riesgo de pérdidas humanas o de lesiones a cualquier persona que sea empleada en el trabajo o a cualquier persona que tengan razones buenas y suficientes como para estar en el área de los trabajos, y protegerá el trabajo a satisfacción del Supervisor.

El Contratista deberá, además, tomar todas las precauciones necesarias contra el daño a la propiedad del Contratante, o de cualquier otro ubicada en o adyacente al Sitio. El Contratista deberá en todo momento cumplir con cualquier reglamento de prevención de accidentes o de seguridad.

El Contratista reportará prontamente a la Supervisión todos los accidentes que involucren la muerte o lesión severa de cualquier persona, en el Sitio, o como resultado de las operaciones del Contratista.

Todos los costos en los que se incurra en el cumplimiento de esta cláusula deberán ser incluidos en el precio unitario de la oferta para todas actividades aplicables según la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## **01.27.02 Protección contra el fuego**

El Contratista tomará todas las precauciones para evitar que se produzcan incendios en o cerca del Sitio. El Contratista cumplirá con las leyes y reglamentos relacionados con incendios y con las instrucciones de la Supervisión respecto a la prevención de los incendios.

El Contratista luchará diligentemente cualquier incendio que ocurra en el Sitio, donde sea que se origine el fuego. El Contratista empleará todo el equipo y la mano de obra requeridos para detener el fuego hasta el límite de su equipo y mano de obra empleados en el sitio, incluyendo el equipo y la mano de obra de sus subcontratados.

Todos los gastos en los que se incurra en el cumplimiento de esta cláusula deberán ser incluidos en el precio unitario de la oferta para todas actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## **01.28 Limpieza final del sitio de la obra**

Esta cláusula describe las instrucciones indicativas generales con las que el Contratista deberá cumplir al culminar el trabajo. El trabajo de limpieza final se llevará a cabo en cumplimiento con las instrucciones y sugerencias dadas por el Supervisor.

A la culminación del trabajo que se le ha confiado, el contratista deberá retirar todas las instalaciones provisionales que hayan sido montadas con el fin de llevar a cabo el trabajo y desocupará las áreas previamente ocupadas, después de haberlas devuelto a una condición aprobada por el Supervisor.

Aquellos materiales tales como la arena, la grava, el acero, la piedra, la madera, etc. Que no hayan sido utilizados en la construcción del proyecto serán retirados por el Contratista. Y dichos materiales serán descargados en una de las áreas de desecho aprobadas por el Supervisor.

El reacondicionamiento de las áreas involucradas deberá incluir la reparación del cerco que marca los límites de las propiedades de la tierra, y la restauración de los canales, si los hubiera, que puedan haber sido desviados para la ejecución de las obras.

Finalmente, todas las propiedades, campamentos, terrenos, etc. que puedan haber sido alquiladas o tomadas en préstamo de los habitantes locales deberán ser devueltas a estos en las mismas condiciones en las que estuvieron anteriormente, después de haber eliminado cualquier modificación que se pueda haber llevado a cabo para la ejecución de las obras, a menos que lo contrario sea acordado por ambas partes.

El Contratista deberá, además, arreglar y asegurar la estabilidad de los declives de los diques formados por los materiales de excavación que no han sido utilizados para la implementación del Proyecto. El Contratista se asegurará que dichos materiales no pongan en peligro las propiedades adyacentes o interrumpen el curso normal de las quebradas existentes. Todos los trabajos de la limpieza final que deba llevar a cabo el contratista serán incluidos en el precio de suma global de la oferta fijado para ello según la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**SECCIÓN 2 – ESPECIFICACIONES  
TÉCNICAS PARA LAS OBRAS  
CIVILES**

**PROGRAMA “MEJORA AL ACCESO DEL AGUA POTABLE  
Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CIUDAD DE  
SANTA ROSA DE COPÁN”**

**No. HND-017-B**

**“CONSTRUCCIÓN DE PRESA LA HONDURA”**

CONTRATANTE:

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTA ROSA DE COPÁN

COPÁN, HONDURAS

DICIEMBRE DE 2021

## Contenido

Contenido .....	i
Índice de Tablas.....	xviii
02.01 Preliminares .....	1
02.01.01 Movilización.....	1
02.01.01.01 Alcance .....	1
02.01.01.02 Medida y pago .....	1
02.01.02 Desmovilización .....	1
02.01.02.01 Alcance .....	1
02.01.02.02 Medida y pago .....	1
02.01.03 Limpieza final del sitio después de la terminación.....	2
02.01.03.01 Alcance .....	2
02.01.03.02 Medida y pago .....	2
02.02 Generales .....	3
02.02.01 Rótulos del proyecto.....	3
02.02.01.01 Alcance .....	3
02.02.01.02 Medida y pago .....	4
02.02.02 Medidas de seguridad en el proyecto .....	4
02.02.02.01 General.....	4
02.02.02.02 Iluminación.....	5
02.02.02.03 Señales .....	6
02.02.02.04 Manejo de explosivos .....	7
02.02.02.05 Medida y pago .....	8
02.02.03 Medidas de aseguramiento de la calidad .....	8
02.02.03.01 Alcance .....	8
02.02.03.02 Medida y pago .....	10
02.02.04 Medidas de protección en el sitio de las obras .....	11
02.02.04.01 Alcance .....	11
02.02.04.02 Medida y pago .....	11
02.03 Levantamiento, trazado y marcado topográfico .....	12

02.03.01	General.....	12
02.03.02	Equipo e instrumentos .....	13
02.03.03	Aprobaciones .....	13
02.03.04	Perfiles de la superficie final .....	14
02.03.05	Replanteo de las obras .....	14
02.03.06	Verificaciones al replanteo .....	15
02.03.07	Registros y documentación topográfica .....	16
02.03.08	Medida y pago .....	16
02.04	Protección contra el agua y achicado .....	16
02.04.01	General.....	16
02.04.02	Medida y pago .....	17
02.05	Obras de desviación del río .....	18
02.05.01	General.....	18
02.05.02	Ataguías .....	19
02.05.02.01	General.....	19
02.05.02.02	Medida y pago .....	20
02.05.03	Canalizaciones .....	20
02.05.03.01	General.....	20
02.05.03.02	Medida y pago .....	21
02.05.04	Remoción de las ataguías y canalizaciones .....	22
02.05.04.01	General.....	22
02.05.04.02	Medida y pago .....	22
02.06	Terracería y enrocado .....	23
02.06.01	Desmante y desbroce.....	23
02.06.01.01	General.....	23
02.06.01.02	Medida y pago .....	24
02.06.02	Descapote.....	24
02.06.02.01	General.....	24
02.06.02.02	Medida y pago .....	25
02.06.03	Excavación.....	25
02.06.03.01	General.....	25



02.06.03.02	Excavación a cielo abierto.....	26
02.06.03.03	Excavación para estructuras .....	27
02.06.03.04	Excavación de zanjas para tuberías .....	28
02.06.03.05	Excavación de zanjas para ductos .....	29
02.06.03.06	Apilamiento y desecho de material excavado .....	30
02.06.03.07	Medida y pago de la excavación.....	30
02.06.04	Terraplenes .....	33
02.06.04.01	General.....	33
02.06.04.02	Material para terraplenes .....	33
02.06.04.03	Colocación y compactación.....	34
02.06.04.04	Medida y pago .....	35
02.06.05	Rellenos para estructuras .....	36
02.06.05.01	General.....	36
02.06.05.02	Material selecto.....	37
02.06.05.03	Material selecto granular .....	37
02.06.05.04	Material filtrante .....	38
02.06.05.05	Medida y pago .....	39
02.06.06	Relleno de enrocado .....	39
02.06.06.01	General.....	39
02.06.06.02	Material.....	39
02.06.06.03	Compactación y equipo de compactación .....	40
02.06.06.04	Medida y pago .....	41
02.06.06.05	Zona 1A .....	41
02.06.06.06	Zona 2A .....	43
02.06.06.07	Zona 3A .....	44
02.06.06.08	Zona 3B .....	45
02.06.06.09	Zona T .....	45
02.06.07	Pedraplén .....	46
02.06.07.01	General.....	46
02.06.07.02	Instalación.....	47
02.06.07.03	Medida y pago .....	47

02.06.08	Bancos de material de préstamo .....	47
02.06.08.01	General.....	47
02.06.08.02	Medida y pago .....	48
02.06.09	Terraplén de botadero.....	49
02.06.09.01	General.....	49
02.06.09.02	Drenaje superficial y subsuperficial .....	50
02.06.09.03	Colocación y compactación.....	50
02.06.09.04	Medida y pago .....	51
02.06.10	Rodadura de grava.....	51
02.06.10.01	General.....	51
02.06.10.02	Medida y pago .....	52
02.06.11	Mantenimiento de la subrasante .....	52
02.06.12	Bases para pavimento .....	53
02.06.12.01	Subbase.....	53
02.06.12.02	Base .....	54
02.06.12.03	Ejecución de bases para pavimentos .....	56
02.06.13	Estabilizaciones .....	56
02.06.13.01	General.....	56
02.06.13.02	Materiales .....	57
02.06.13.03	Pruebas de control de calidad .....	58
02.06.13.04	Ejecución .....	58
02.06.13.05	Medida y pago .....	59
02.06.14	Filtro de arena y grava.....	59
02.06.14.01	General.....	59
02.06.14.02	Medida y pago .....	60
02.06.15	Cubierta de grama.....	60
02.06.15.01	General.....	60
02.06.15.02	Medida y pago .....	60
02.06.16	Relleno y cama de arena.....	61
02.06.16.01	Medida y pago .....	61
02.06.17	Control de calidad para terracería.....	61

02.06.17.01	General.....	61
02.06.17.02	Pruebas de laboratorio .....	62
02.06.17.03	Normas de referencia.....	63
02.06.17.04	Programa de pruebas de control de calidad .....	64
02.07	Obras de protección y tratamiento de la cimentación.....	66
02.07.01	Refuerzo de malla electrosoldada.....	66
02.07.01.01	General.....	66
02.07.01.02	Materiales .....	66
02.07.01.03	Instalación.....	66
02.07.01.04	Medida y pago .....	67
02.07.02	Protección de superficie con recubrimiento de concreto lanzado .....	67
02.07.02.01	General.....	67
02.07.02.02	Medida y pago .....	68
02.07.03	Tratamiento de la fundación.....	68
02.07.03.01	General.....	68
02.07.03.02	Medida y pago .....	69
02.08	Concreto vibrado convencional (CVC).....	70
02.08.01	Materiales .....	70
02.08.01.01	Cemento.....	70
02.08.01.02	Agregados pétreos .....	71
02.08.01.03	Agua .....	74
02.08.01.04	Aditivos para el concreto.....	74
02.08.01.05	Proporción de la mezcla .....	77
02.08.02	Mezclado del concreto.....	78
02.08.02.01	Planta de mezclado .....	78
02.08.02.02	Camiones mezcladores y camiones agitadores.....	80
02.08.02.03	Mezclado de concreto a maquina .....	80
02.08.03	Preparación para la colocación.....	81
02.08.03.01	General.....	81
02.08.03.02	Superficie de los cimientos.....	82
02.08.04	Relación del concreto .....	82

02.08.05	Transporte y colocación del concreto.....	82
02.08.05.01	General.....	82
02.08.05.02	Transporte del concreto .....	82
02.08.05.03	Colocación del concreto .....	83
02.08.05.04	Temperatura del concreto .....	85
02.08.06	Compactación y curado .....	86
02.08.06.01	Vibrado del concreto .....	86
02.08.06.02	Curado y protección.....	86
02.08.07	Superficies expuestas.....	90
02.08.08	Desviaciones estructurales y tolerancias .....	90
02.08.08.01	General.....	90
02.08.08.02	Desviaciones estructurales.....	91
02.08.08.03	Irregularidades en las superficies del concreto.....	99
02.08.08.04	Reparación del concreto endurecido fuera de las tolerancias especificadas 100	
02.08.08.05	Prevención de la reincidencia de fallas en alcanzar las tolerancias.....	101
02.08.09	Acabado .....	101
02.08.09.01	General.....	101
02.08.09.02	Superficies moldeadas .....	101
02.08.09.03	Superficies no moldeadas .....	103
02.08.09.04	Acabado con abrasivo antideslizante.....	104
02.08.10	Programa de acabado, tolerancias de superficie y curado .....	105
02.08.11	Encofrados .....	107
02.08.11.01	General.....	107
02.08.11.02	Láminas para encofrados y recubrimientos .....	108
02.08.11.03	Uniformidad de los materiales para encofrados .....	109
02.08.11.04	Amarres y anclajes para los encofrados .....	110
02.08.11.05	Limpieza y lubricación .....	110
02.08.11.06	Retiro de los encofrados .....	110
02.08.11.07	Costo.....	111
02.08.12	Mezclas de prueba y partes de prueba .....	112

02.08.13	Pruebas del concreto.....	112
02.08.14	Elementos empotrados.....	115
02.08.15	Anclajes .....	115
02.08.16	Juntas .....	116
02.08.16.01	General.....	116
02.08.16.02	Juntas de construcción.....	116
02.08.16.03	Juntas de contracción y control .....	116
02.08.16.04	Juntas de dilatación y contracción .....	117
02.08.17	Reparación del concreto .....	117
02.08.17.01	General.....	117
02.08.17.02	Tipo de reparación .....	118
02.08.17.03	Muestras .....	118
02.08.17.04	Costo.....	118
02.08.18	Medida y pago .....	118
02.09	Concreto lanzado .....	119
02.09.01	General.....	119
02.09.02	Materiales .....	120
02.09.02.01	Cemento.....	120
02.09.02.02	Arena y Agregado Grueso .....	120
02.09.02.03	Aditivos .....	120
02.09.02.04	Agua .....	121
02.09.03	Composición.....	121
02.09.04	Criterio de resistencia y ensayos pre-construcción para concreto lanzado .....	122
02.09.05	Equipo.....	123
02.09.06	Preparación de la superficie para recibir el concreto lanzado .....	123
02.09.07	Colocación .....	124
02.09.08	Medida y pago .....	125
02.10	Elementos de concreto prefabricado.....	125
02.10.01	General.....	125
02.10.02	Alternativa de construcción prefabricada.....	126
02.10.03	Prefabricación de elementos de concreto .....	126

02.10.04	Medida y pago .....	127
02.11	Barras de acero de refuerzo .....	127
02.11.01	General.....	127
02.11.02	Colocación de las barras de acero de refuerzo .....	128
02.11.03	Preparación de los planos de los refuerzos .....	128
02.11.04	Empalmes de las barras de acero de refuerzo.....	129
02.11.05	Recubrimiento para las barras de acero de refuerzo.....	129
02.11.06	Medida y pago .....	130
02.12	Refuerzo de malla electrosoldada.....	130
02.12.01	General.....	130
02.12.02	Materiales .....	130
02.12.03	Instalación.....	130
02.12.04	Medida y pago .....	131
02.13	Mampostería .....	131
02.13.01	General.....	131
02.13.02	Mampostería de piedra .....	132
02.13.02.01	Piedra para mampostería .....	132
02.13.02.02	Mortero de cemento para liga.....	132
02.13.02.03	Colocación .....	132
02.13.02.04	Enlucido.....	133
02.13.02.05	Juntas de contracción.....	133
02.13.03	Protección de piedra partida .....	133
02.13.03.01	Medida y pago .....	133
02.13.04	Cimientos de canto rodado .....	134
02.13.04.01	Medida y pago .....	134
02.13.05	Bloques de concreto.....	134
02.13.05.01	General.....	134
02.13.05.02	Manejo y almacenamiento.....	135
02.13.05.03	Materiales .....	136
02.13.05.04	Paredes de bloque .....	137
02.13.05.05	Medida y pago .....	138

02.13.06	Concreto ciclópeo .....	139
02.13.06.01	General.....	139
02.13.06.02	Piedra para ciclópeo.....	139
02.13.06.03	Concreto para ciclópeo .....	139
02.13.06.04	Colocación .....	139
02.13.06.05	Juntas de contracción.....	139
02.14	Perforaciones geotécnicas.....	140
02.14.01	General.....	140
02.14.01.01	Definiciones.....	141
02.14.01.02	Limpieza .....	141
02.14.01.03	Control de desviaciones.....	142
02.14.02	Perforaciones para la pantalla de inyecciones .....	143
02.14.03	Perforaciones para inyecciones de contacto .....	144
02.14.04	Perforaciones para exploración y chequeo .....	145
02.14.05	Recuperación de núcleos .....	146
02.14.06	Re-perforaciones.....	147
02.14.07	Medida y pago .....	147
02.14.07.01	Perforaciones para la pantalla de inyecciones .....	147
02.14.07.02	Re-perforación de agujeros.....	148
02.14.07.03	Perforaciones para consolidación .....	148
02.14.07.04	Perforaciones para exploración .....	148
02.15	Inyecciones de lechada a presión.....	149
02.15.01	General.....	149
02.15.02	Definiciones.....	150
02.15.02.01	Etapas .....	150
02.15.02.02	Lechada.....	150
02.15.02.03	Mortero .....	150
02.15.02.04	Aditivo .....	150
02.15.02.05	Relación agua – cemento .....	150
02.15.02.06	Relación agua – cemento – arena .....	150
02.15.02.07	Presión de inyección.....	150

02.15.02.08	Presión efectiva.....	151
02.15.02.09	Inyección por etapas .....	151
02.15.02.10	Inyección con empaques.....	151
02.15.02.11	Pantalla de inyecciones.....	151
02.15.02.12	Cortina radial de inyecciones .....	151
02.15.02.13	Inyección de juntas .....	151
02.15.02.14	Inyección durante excavación de obras subterráneas .....	151
02.15.02.15	Inyecciones empleando el Principio GIN (Grouting Intensity Number).152	
02.15.02.16	Penetrabilidad (q/p) .....	152
02.15.02.17	Viscosidad .....	153
02.15.02.18	Cohesión .....	153
02.15.02.19	Cohesión relativa .....	153
02.15.02.20	Lechada estable.....	153
02.15.03	Prohibiciones .....	153
02.15.04	Materiales .....	154
02.15.04.01	Cemento.....	154
02.15.04.02	Agua .....	154
02.15.04.03	Agregado fino .....	155
02.15.04.04	Agregado grueso.....	155
02.15.04.05	Bentonita.....	156
02.15.04.06	Aditivos .....	157
02.15.04.07	Tubería y accesorios metálicos.....	158
02.15.05	Personal y equipo .....	158
02.15.05.01	Personal .....	158
02.15.05.02	Equipo de perforación .....	158
02.15.05.03	Equipo de inyección .....	160
02.15.05.04	Equipo de automatización de las inyecciones .....	162
02.15.06	Perforación.....	163
02.15.07	Pruebas con agua a presión.....	164
02.15.08	Tubería de inyección .....	165
02.15.09	Conexiones para inyecciones.....	166



02.15.10	Inyecciones a presión.....	167
02.15.11	Lavado con agua a presión .....	168
02.15.12	Proporción de la mezcla .....	168
02.15.13	Inyección con empaques.....	169
02.15.14	Inyección por etapas .....	170
02.15.15	Aplicación de las mezclas.....	170
02.15.16	Pantalla de inyecciones profundas.....	172
02.15.17	Inyecciones de contacto.....	173
02.15.18	Inyecciones de Consolidación .....	175
02.15.19	Registros .....	175
02.15.20	Reparación y limpieza .....	176
02.15.21	Requisitos para la medida y pago.....	176
02.15.22	Medida y pago .....	176
02.15.22.01	Conexiones para inyecciones.....	176
02.15.22.02	Pruebas con agua a presión.....	177
02.15.22.03	Inyección de lechada a presión.....	177
02.15.22.04	Arena para inyecciones.....	178
02.15.22.05	Aditivo superplastificante.....	178
02.15.22.06	Bentonita.....	178
02.16	Trabajos en acero estructural.....	179
02.16.01	General.....	179
02.16.02	Referencias .....	179
02.16.03	Aseguramiento de la calidad.....	180
02.16.03.01	Calificación de los soldadores y operadores de soldadura .....	180
02.16.03.02	Calificación de los inspectores .....	181
02.16.03.03	Pruebas por el propietario.....	181
02.16.03.04	Planos taller .....	181
02.16.04	Transporte, almacenamiento y manipulación.....	182
02.16.05	Fabricación estructural .....	182
02.16.05.01	Tolerancias dimensionales para el trabajo estructural.....	183
02.16.05.02	Fabricación del acero estructural.....	183

02.16.05.03	Ensamblado .....	184
02.16.05.04	Registro de disposición de materiales .....	184
02.16.05.05	Uniones soldadas .....	184
02.16.05.06	Uniones empernadas.....	187
02.16.06	Instalación.....	189
02.16.06.01	Limpieza .....	189
02.16.06.02	Alineamiento y colocación .....	189
02.16.07	Pintura para acero estructural .....	190
02.16.07.01	General.....	190
02.16.07.02	Referencias .....	190
02.16.07.03	Requisitos de seguridad, salud y ambientales .....	191
02.16.07.04	Calificación del contratista de pintura .....	192
02.16.07.05	Condiciones ambientales .....	192
02.16.07.06	Productos .....	192
02.16.07.07	Limpieza y preparación de las superficies.....	194
02.16.07.08	Aplicación.....	197
02.16.08	Medida y pago .....	200
02.16.08.01	Acero estructural.....	200
02.16.08.02	Pintura para el acero estructural .....	201
02.17	Carpinterías metálicas.....	201
02.17.01	General.....	201
02.17.02	Soldadura .....	202
02.17.03	Galvanizado .....	202
02.17.04	Trabajos de metal incrustado .....	202
02.17.05	Soportes de metal .....	203
02.17.05.01	General.....	203
02.17.05.02	Medida y pago .....	203
02.17.06	Peldaños y escaleras .....	203
02.17.06.01	General.....	203
02.17.06.02	Medida y pago .....	204
02.17.07	Tubos Hierro Galvanizado.....	204

02.17.07.01	General.....	204
02.17.07.02	Medida y pago .....	205
02.18	Misceláneos .....	205
02.18.01	Juntas, sellos y drenajes.....	205
02.18.01.01	Tapajuntas de PVC .....	205
02.18.01.02	Lloraderos de PVC .....	206
02.18.01.03	Sello de juntas.....	207
02.18.02	Geotextil .....	207
02.18.02.01	General.....	207
02.18.02.02	Medida y pago .....	209
02.18.03	Gaviones .....	210
02.18.03.01	General.....	210
02.18.03.02	Materiales .....	210
02.18.03.03	Requisitos para la construcción. ....	210
02.18.03.04	Relleno de roca .....	211
02.18.03.05	Ensamblés e instalación.....	211
02.18.03.06	Medida y pago .....	212
02.18.04	Anclajes de barras de acero de refuerzo .....	212
02.18.04.01	General.....	212
02.18.04.02	Instalación.....	213
02.18.04.03	Medida y pago .....	214
02.18.05	Cerco de malla ciclónica.....	214
02.18.05.01	General.....	214
02.18.05.02	Medida y pago .....	215
02.18.06	Cerramientos de malla ciclónica.....	215
02.18.06.01	General.....	215
02.18.06.02	Medida y pago .....	216
02.18.07	Portones de malla ciclónica .....	216
02.18.07.01	General.....	216
02.18.07.02	Medida y pago .....	217
02.18.08	Escalas de nivel .....	217

02.18.08.01	General.....	217
02.18.08.02	Medida y pago .....	218
02.19	Acabados arquitectónicos .....	218
02.19.01	Superficies de concreto.....	218
02.19.01.01	General.....	218
02.19.01.02	Acabado de vigas y columnas estructurales .....	219
02.19.01.03	Acabado de castillos, soleras, jambas y cargadores .....	219
02.19.01.04	Pisos exteriores (aceras) .....	219
02.19.02	Cerámica de piso .....	220
02.19.03	Revestimiento de cerámica.....	220
02.19.04	Pared de bloque .....	220
02.19.04.01	General.....	220
02.19.04.02	Juntas .....	221
02.19.04.03	Acabado .....	221
02.19.05	Repellos .....	221
02.19.05.01	Repello y pulido .....	221
02.19.05.02	Repellos para elementos de concreto .....	222
02.19.06	Cielos.....	222
02.19.06.01	General.....	222
02.19.06.02	Materiales .....	222
02.19.06.03	Cielo raso fibra mineral .....	223
02.19.07	Puertas y ventanas .....	223
02.19.07.01	Puertas de madera.....	223
02.19.07.02	Puertas termo formadas .....	224
02.19.07.03	Puertas de vidrio y aluminio.....	224
02.19.07.04	Ventanas de vidrio y aluminio.....	224
02.19.07.05	Ventanas de marco de aluminio y celosía .....	225
02.19.07.06	Pintura para las puertas.....	225
02.19.08	Lámina troquelada esmaltada para techos y cerramientos .....	226
02.19.08.01	General.....	226
02.19.08.02	Medida y pago .....	226

02.20	Instalaciones hidráulicas y sanitarias.....	227
02.20.01	Red de suministro de agua para consumo .....	227
02.20.01.01	General.....	227
02.20.01.02	Materiales .....	227
02.20.01.03	Pruebas y control de calidad.....	228
02.20.01.04	Instalación de la tubería.....	228
02.20.01.05	Válvulas .....	229
02.20.01.06	Tanque de almacenamiento .....	230
02.20.01.07	Medida y pago .....	230
02.20.02	Sistema de drenaje de aguas negras.....	230
02.20.02.01	General.....	230
02.20.02.02	Red de tuberías .....	231
02.20.02.03	Instalación.....	232
02.20.02.04	Cajas de registro .....	234
02.20.02.05	Sistema de depuración de las aguas servidas.....	234
02.20.02.06	Medida y pago .....	235
02.21	Especialidades .....	235
02.21.01	Loza sanitaria.....	235
02.21.01.01	Inodoros .....	235
02.21.01.02	Lavatorios .....	236
02.21.01.03	Portarrolos .....	236
02.21.01.04	Espejos.....	236
02.21.01.05	Medida y pago .....	236
02.22	Pavimentos .....	236
02.22.01	Pavimento de concreto.....	236
02.22.01.01	General.....	236
02.22.01.02	Materiales .....	237
02.22.01.03	Equipo.....	237
02.22.01.04	Preparación de la subrasante o base .....	239
02.22.01.05	Colocación de los moldes.....	239
02.22.01.06	Acondicionamiento de la subrasante o capa de base.....	240

02.22.01.07	Colocación del concreto .....	240
02.22.01.08	Especímenes de ensayo .....	242
02.22.01.09	Nivelado del concreto y colocación de refuerzos .....	243
02.22.01.10	Juntas .....	243
02.22.01.11	Enrasado final, compactación y acabado.....	248
02.22.01.12	Tolerancias superficiales .....	252
02.22.01.13	Curado .....	253
02.22.01.14	Retiro de los moldes .....	253
02.22.01.15	Reparación de losas de pavimento defectuosas.....	253
02.22.01.16	Protección del pavimento .....	255
02.22.01.17	Apertura al tráfico.....	255
02.22.01.18	Tolerancia en el espesor del pavimento.....	256
02.22.01.19	Medición.....	257
02.22.01.20	Forma de pago .....	257
02.22.02	Pavimentos Asfálticos .....	258
02.22.02.01	General.....	258
02.22.02.02	Pavimentos asfálticos mezclados en planta.....	258
02.22.02.03	Pavimento asfáltico de mezcla en frío .....	259
02.22.02.04	Pavimento asfáltico mezclado en camino.....	260
02.22.02.05	Capa ligante .....	260
02.22.02.06	Capa de Imprimación.....	261
02.22.02.07	Tratamiento superficial bituminoso.....	261
02.23	Obras de drenaje .....	262
02.23.01	Tuberías .....	262
02.23.01.01	Tubería de concreto no reforzado.....	262
02.23.01.02	Tubería de concreto reforzado.....	262
02.23.01.03	Tubería de concreto perforado.....	262
02.23.01.04	Tubería de cloruro de polivinilo (PVC).....	262
02.23.01.05	Tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) .....	263
02.23.02	Instalación de tubos para alcantarillas .....	263
02.23.02.01	General.....	263

02.23.02.02	Instalación.....	263
02.23.02.03	Medida y pago .....	268
02.23.03	Tragantes y cabezales para alcantarillas.....	269
02.23.03.01	General.....	269
02.23.03.02	Medida y pago .....	270
02.23.04	Desagües enchapados .....	270
02.23.04.01	General.....	270
02.23.04.02	Lecho .....	270
02.23.04.03	Enchape con mampostería.....	270
02.23.04.04	Enchape con concreto y piedra (ciclópeo).....	271
02.23.04.05	Enchape con concreto.....	271
02.23.04.06	Medida y pago .....	271
02.23.05	Subdrenajes y desagües inferiores.....	271
02.23.05.01	General.....	271
02.23.05.02	Instalación de la tubería.....	272
02.23.05.03	Bocas de salida para sub-drenajes .....	273
02.23.05.04	Drenes o sumideros ciegos .....	273
02.23.05.05	Medida y pago .....	273
02.23.06	Sumideros de drenaje en estructuras .....	274
02.23.06.01	General.....	274
02.23.06.02	Medida y pago .....	274
02.24	Tubería de impulsión.....	275
02.24.01	General.....	275
02.24.02	Materiales .....	275
02.24.03	Excavación de las zanjas .....	275
02.24.04	Instalación de las tuberías.....	275
02.24.04.01	General.....	275
02.24.04.02	Cama de asiento.....	276
02.24.04.03	Manipulación y colocación.....	277
02.24.04.04	Ensamble de la tubería.....	278
02.24.04.05	Relleno del zanjo .....	278

02.24.04.06	Limpieza e inspección interna de la tubería .....	279
02.24.05	Ensayos de aceptación .....	280
02.24.05.01	Realización de los ensayos .....	280
02.24.05.02	Ensayos estáticos .....	280
02.24.05.03	Vaciado de la tubería de conducción después del ensayo .....	281
02.24.06	Medida y pago .....	281
02.25	Demoliciones .....	281
02.25.01	General.....	281
02.25.02	Ejecución .....	282
02.25.03	Remoción de especies vegetales.....	283
02.25.04	Remoción de cercos de alambre .....	283
02.25.05	Remoción de obstáculos .....	284
02.25.06	Remoción de ductos de servicios existentes.....	284
02.25.07	Disposición de los materiales .....	284
02.25.08	Manejo ambiental .....	285
02.25.09	Medida y pago .....	285

## Índice de Tablas

Tabla 1.	Tolerancias para los levantamientos, replanteo y marcado topográfico.....	15
Tabla 2	Pendientes y Dimensiones de las Excavaciones para Estructuras.....	27
Tabla 3	Granulometría del material selecto granular .....	37
Tabla 4	Características de los materiales de subbase .....	54
Tabla 5	Requerimientos de granulometría para los materiales de base.....	55
Tabla 6	Requerimientos CBR para los materiales de base.....	55
Tabla 7	Programa de pruebas de control de calidad para terracería.....	65
Tabla 8	Gradación de los Agregados Gruesos para el Concreto .....	72



Tabla 9 Limites de los materiales deletéreos en los agregados gruesos para el concreto .....	72
Tabla 10 Gradación de los Agregados Finos para el Concreto .....	73
Tabla 11 Total de Aire Incluido .....	76
Tabla 12 Especificaciones para los diferentes tipos de mezcla de concreto .....	77
Tabla 13 Propósito de los diferentes tipos de mezcla de concreto .....	77
Tabla 14 Desviaciones de las líneas, pendientes y dimensiones generales .....	91
Tabla 15 Tolerancias para las irregularidades de la superficie del concreto .....	100
Tabla 16 Programa de Acabado, Tolerancias y Curado para las Superficies Moldeadas .....	105
Tabla 17 Programa de Acabado, Tolerancias y Curado para las Superficies No Moldeadas .....	106
Tabla 18 Requisitos para el laminado de encofrados .....	109
Tabla 19 Programa de pruebas del concreto durante la colocación .....	114
Tabla 20 Longitud Mínima de Empalmes Traslapados.....	129
Tabla 21 Recubrimiento mínimo para las barras de refuerzo.....	129
Tabla 22 Tiempos por etapa de la prueba de agua a presión.....	165
Tabla 23 Tensión de ajuste para pernos A325.....	187
Tabla 24 Características del Material de relleno de las Juntas .....	207
Tabla 25 Ensayos para el geotextil.....	209
Tabla 26 Espesores de Laminas de Vidrio .....	224
Tabla 27 Ajuste del precio del concreto para pavimento .....	257
Tabla 28 Profundidad de la cama de asiento para tubos corrugados.....	265

## **02.01 Preliminares**

### **02.01.01 Movilización**

#### **02.01.01.01 Alcance**

La movilización incluye todas las operaciones de traslado e instalación de El Contratista al sitio de la obra, incluyendo su personal, equipo, herramientas y todas las obras temporales descritas en la cláusula 01.19 – Obras Temporales de la Sección 1 – Requisitos Generales de estas especificaciones técnicas, y todo lo necesario para las operaciones de construcción incluidas en el alcance de este contrato, esto incluye la obtención y el pago de permisos y seguros.

El Contratista deberá preparar un detallado desglose de la logística establecida para la movilización en un formulario indicando todos los equipos, obras temporales y el personal que será movilizadado al sitio de la obra.

#### **02.01.01.02 Medida y pago**

No se realizará un pago separado por Movilización del Contratista hacia el sitio de la obra. Todos los costos en los que incurra El Contratista en el cumplimiento de esta especificación deberán ser incluidos en los precios unitarios para todos los componentes de la Lista de Cantidades de Obra Valorada.

### **02.01.02 Desmovilización**

#### **02.01.02.01 Alcance**

La desmovilización incluye todos los elementos prescritos en el concepto de Movilización que sean retirados del sitio de la obra por El Contratista y cuando sea explícitamente aprobado por La Supervisión.

#### **02.01.02.02 Medida y pago**

No se realizará un pago separado por Desmovilización del Contratista desde el sitio de la obra. Todos los costos en los que incurra El Contratista en el cumplimiento de esta especificación deberán ser incluidos en los precios unitarios para todos los componentes de la Lista de Cantidades de Obra Valorada.

## **02.01.03 Limpieza final del sitio después de la terminación**

### **02.01.03.01 Alcance**

Esta cláusula describe las instrucciones indicativas generales con las que El Contratista deberá cumplir al culminar el trabajo. El trabajo de limpieza final se llevará a cabo en cumplimiento con las instrucciones y sugerencias dadas por La Supervisión.

A la culminación de las Obras, El Contratista deberá retirar todas las instalaciones provisionales que hayan sido montadas con el fin de llevar a cabo el trabajo y desocupará las áreas previamente ocupadas después de haberlas devuelto a una condición aprobada por La Supervisión.

Aquellos materiales tales como la arena, la grava, el acero, la piedra, la madera, etc., que no hayan sido utilizados en la construcción del proyecto serán retirados por El Contratista. Y dichos materiales serán descargados en una de las áreas de desecho aprobadas por La Supervisión.

El reacondicionamiento de las áreas involucradas deberá incluir la reparación del cerco que marca los límites de las propiedades de la tierra y la restauración de los canales si los hubiera, que puedan haber sido desviados para la ejecución de las obras.

Finalmente, todas las propiedades, campamentos, terrenos, etc. que puedan haber sido alquiladas o tomadas en préstamo de los habitantes locales deberán ser devueltas a estos en las mismas condiciones en las que estuvieron anteriormente, después de haber eliminado cualquier modificación que se pueda haber llevado a cabo para la ejecución de las obras, a menos que lo contrario sea acordado por ambas partes.

El Contratista deberá, además, arreglar y asegurar la estabilidad de los declives de los diques formados por los materiales de excavación que no han sido utilizados para la implementación del Proyecto. El Contratista se asegurará que dichos materiales no pongan en peligro las propiedades adyacentes o interrumpan el curso normal de las quebradas existentes.

### **02.01.03.02 Medida y pago**

Todos los trabajos de la limpieza final que deba llevar a cabo El Contratista serán incluidos en el precio de suma global de la oferta fijado para ello según la Lista de Cantidades de Obra

Valoradas. El pago por este concepto será realizado una vez emitido el Certificado de Cumplimiento por parte de La Supervisión.

## **02.02      Generales**

### **02.02.01    Rótulos del proyecto**

#### **02.02.01.01 Alcance**

Los rótulos del proyecto consisten en el suministro e instalación de rótulos para identificar el proyecto en los puntos estratégicos que sean aprobados por La Supervisión. Esto incluye la fabricación, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de los rótulos.

Las dimensiones de cada rótulo serán de 3.60 m de ancho por 2.00 m de alto y deberán contener la siguiente información:

- 1) Nombre del Propietario del proyecto (El Contratante)
- 2) Nombre del proyecto y número de contrato
- 3) Fuente de los fondos y código de referencia
- 4) Nombre de El Contratista y registro CICH y CHICO
- 5) Nombre de La Supervisión y registro CICH
- 6) Fecha de inicio de la construcción y fecha estimada de finalización
- 7) Logo del Gobierno de la República de Honduras
- 8) Logo del Propietario del Proyecto (El Contratante)
- 9) Logo del organismo financiero

El logo del Gobierno de la República de Honduras deberá colocarse en la parte superior izquierda del recuadro. El logo de El Contratante deberá colocarse en la parte superior derecha. El logo del organismo financiero deberá colocarse bajo la línea de fuente de los fondos, siguiendo las instrucciones para utilización de logos con marca registrada de la institución. Cada uno de los elementos de texto de la lista deberá colocarse centrado en el rótulo en la secuencia indicada. El nombre del proyecto deberá resaltar sobre el resto del contenido.

El material de la lámina del rótulo deberá ser en hierro galvanizado ASTM-A653 cédula 22, protegida con el programa de pintura correspondiente como se describe en 02.16.07 más adelante. El fondo de la parte visible deberá ser blanco y todo el texto, excepto el nombre del proyecto deberá ser negro. El texto del nombre del proyecto deberá ser color azul. El Contratista deberá someter el diseño de los rótulos del proyecto para aprobación de La Supervisión.

La estructura de soporte del rótulo deberá ser construida en perfiles de hierro galvanizado ASTM -A653, color natural y deberá ser diseñada por El Contratista para soportar una carga de presión de aire de 60 mph, incluyendo las bases de fundación y los arriostres que sean necesarios.

La lámina del rótulo deberá ser soportada por la estructura en paños no mayores a 1.0 m por lado. Todas las uniones de la estructura deberán ser soldadas con electrodos especiales para hierro galvanizado. Todas las soldaduras deberán ser recubiertas con esmalte plateado como sea recomendado por el fabricante.

Las uniones de la lámina a la estructura deberán ser imperceptibles a la vista y pueden ser remachadas, soldadas o atornilladas. Todos los materiales para la unión de las láminas deberán ser galvanizados y posteriormente recubiertos por el programa de pintura correspondiente.

#### **02.02.01.02 Medida y pago**

La medida para el pago de los rótulos del proyecto será por unidad de rótulo instalado y aprobado por La Supervisión de acuerdo con esta especificación. El pago para los rótulos del proyecto será realizado al precio unitario establecido en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.02.02 Medidas de seguridad en el proyecto**

##### **02.02.02.01 General**

El Contratista deberá:

- 1) Cumplir con todas las regulaciones aplicables de seguridad,
- 2) Atender la seguridad de todas las personas autorizadas para estar en el sitio de las obras,
- 3) Hacer esfuerzos razonables para mantener el Sitio y las Obras libres de obstrucciones innecesarias de manera de evitar el peligro a las personas,

- 4) Proveer cercos, iluminación, guardas y vigilancia a las Obras hasta su terminación y recepción final,
- 5) Proveer Obras Temporales (incluyendo caminos, veredas, guardas y cercos) que sean necesarias durante la ejecución de las obras para el uso y protección del público y los residentes y propietarios de los terrenos adyacentes,
- 6) Realizar un seguimiento y control sobre el comportamiento y evolución de la presa durante su construcción en función de los datos suministrados por el sistema de auscultación instalado,
- 7) Preparar mensualmente un Plan de Medidas de Seguridad y remitir a La Supervisión para su aprobación, esto incluye la preparación de Programa de Salud y Seguridad como se define en el Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo.

Todos los equipos y maquinarias deberán llevar las advertencias y los dispositivos de seguridad provistos o recomendados por los fabricantes.

Cuando las condiciones de la obra sean tales que pongan en peligro la seguridad pública, la de los trabajadores, la de la obra y de las estructuras o propiedades adyacentes o que exijan las leyes o reglamentos vigentes, a juicio de La Supervisión, éste ordenará a El Contratista la colocación los dispositivos que juzgue necesarios para corregir estas condiciones.

Las ataguías y sus embalses, así como los posibles embalses parciales originados durante la construcción, en épocas de crecida, estarán sometidos a los mismos requerimientos de seguridad exigidos a la presa principal durante su construcción, aunque considerando las circunstancias específicas de plazo y riesgo.

#### **02.02.02.02 Iluminación**

El Contratista deberá proveer suficiente iluminación nocturna para garantizar condiciones seguras de trabajo, que las obras puedan ser construidas de acuerdo con las condiciones de El Contrato y que las inspecciones de todas las obras en proceso puedan ser realizadas satisfactoriamente por La Supervisión.

El Contratista deberá someter para aprobación, un programa detallado de iluminación para los diferentes frentes de trabajo incluyendo.

Todo el equipo móvil o plantas utilizadas durante las operaciones nocturnas (si hubiera) deberán estar equipados con suficientes fuentes de iluminación o reflectores para garantizar condiciones seguras de trabajo.

El Contratista deberá someter a la aprobación de La Supervisión su propuesta para los sistemas de iluminación en aquellas zonas donde se planifican trabajos nocturnos por lo menos catorce (14) días antes de la fecha de inicio de tales obras, y no podrá iniciar tales operaciones en ningún lugar, a menos que la propuesta para los sistemas de alumbrado haya sido aprobada por La Supervisión.

La aprobación de los programas de iluminación de El Contratista no le eximirá de ninguna de sus responsabilidades y obligaciones bajo El Contrato.

#### **02.02.02.03 Señales**

El Contratista deberá proveer suficientes señales para la identificación de las obras y las zonas de trabajo que incluyen, pero no se limitan a:

- 1) Señalización de carreteras
- 2) Señales de prevención
- 3) Señales de peligro
- 4) Señales de control
- 5) Señales de seguridad
- 6) Señales de dirección

El texto de todas las señales será en español. Las dimensiones, color, tamaño de las letras y localización de todas las señales deberán ser sometidas a aprobación de La Supervisión. El Contratista deberá mantener todas las señales en condiciones óptimas para el cumplimiento de su propósito.

El sistema de señalización deberá ser el adecuado para garantizar la seguridad y, en caso de no ser satisfactorio a juicio de La Supervisión, El Contratista deberá tomar las medidas apropiadas para su corrección a satisfacción de La Supervisión.

#### **02.02.02.04 Manejo de explosivos**

El Contratista deberá tener en cuenta todas las disposiciones legales vigentes para la adquisición, transporte, almacenamiento, manipulación y empleo de los explosivos e implementos relacionados. En ningún caso se permitirá el almacenamiento de explosivos a menos de 300 metros de una vía pública o de cualquier edificio o zona de campamento.

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito de La Supervisión. Antes de realizar cualquier voladura se deberán tomar todas las precauciones necesarias para la protección de las personas, vehículos, las rodaduras de los caminos y cualquier otra estructura adyacente al sitio de las voladuras.

En ningún caso se permitirá que los fulminantes, espoletas y detonadores de cualquier clase se almacenen, transporten o conserven en los mismos sitios que la dinamita u otros explosivos. La localización y el diseño de los polvorines, los métodos para transportar los explosivos y, en general, las precauciones que se tomen para prevenir accidentes estarán sujetos a la aprobación de La Supervisión, pero esta aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad única por tales accidentes. Cualquier daño resultante de las operaciones de voladura deberá ser reparado por El Contratista a su costa y a satisfacción de La Supervisión y demás autoridades competentes.

El personal que intervenga en la manipulación y empleo de explosivos deberá ser de reconocida práctica y pericia en estos menesteres, y reunirá condiciones adecuadas en relación con la responsabilidad que corresponda a estas operaciones.

El Contratista suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su ubicación, tamaño, luminosidad y estado de conservación garantizarán, en todo momento, su perfecta visibilidad.

Durante los períodos en que se usen explosivos, El Contratista deberá ubicar, en lugares apropiados, miembros de su personal que alerten a los transeúntes sobre el trabajo en ejecución y eviten que éstos ingresen a dicha zona de trabajo.

No habrá ningún pago directo por el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, empleo y medidas de señalización y control referentes al uso de explosivos, por cuanto se considera que



los gastos respectivos quedan incluidos en los precios unitarios para todas las actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas en las cuales se van a utilizar los materiales explotados.

En todo caso, El Contratista cuidará especialmente de no poner en peligro vidas o propiedades, y será responsable de todos los daños que se deriven del empleo de los explosivos destinados a la ejecución de las obras objeto de El Contrato.

La Supervisión está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las obras no garantiza la seguridad necesaria para las obras y/o las personas, hasta que se efectúen los trabajos necesarios para corregir esa condición. La suspensión de la obra por esta causa no dará lugar a una extensión en el plazo para la terminación ni a compensaciones adicionales a El Contratista.

#### **02.02.02.05 Medida y pago**

No se realizará un pago separado por la implementación de todas las medidas de seguridad determinadas por El Contratista en el Plan de Medidas de Seguridad aprobado en cumplimiento de esta especificación, incluyendo, pero sin limitarse a: los dispositivos necesarios para la señalización, delimitación, contención y control del acceso a zonas de seguridad, la implementación de sistemas de alerta y monitoreo, las actividades de capacitación del personal, la publicación y socialización de las medidas de seguridad. Todos los costos en los que incurra El Contratista en el cumplimiento de esta especificación deberán ser incluidos en los precios unitarios para todos los componentes de la Lista de Cantidades de Obra Valorada.

### **02.02.03 Medidas de aseguramiento de la calidad**

#### **02.02.03.01 Alcance**

El Contratista deberá establecer un sistema de aseguramiento de la calidad para demostrar el cumplimiento de los requisitos establecidos en las especificaciones y en El Contrato. La Supervisión estará autorizado para auditar o inspeccionar cualquier aspecto del sistema.

El Contratista deberá presentar mensualmente un detallado plan de aseguramiento de la calidad para todos los procesos constructivos previstos por el mismo Contratista y de acuerdo con esta especificación. Cuando algún documento de naturaleza técnica sea remitido a La Supervisión,

deberá incluirse evidencia de la aprobación previa por parte de El Contratista mismo en el documento referido.

El Plan de Aseguramiento de calidad está orientado a la definición de los procesos de gestión de la calidad que deberá ser verificada a través del programa de pruebas de laboratorio y otros controles para demostrar el cumplimiento de los requisitos de El Contrato en general, además de los requisitos establecidos en estas especificaciones.

El plan de aseguramiento de la calidad deberá incluir, pero no limitarse a lo siguiente:

- 1) Organización de la obra. El Contratista deberá definir las responsabilidades y funciones para todo su personal de dirección desde el nivel de capataz, estableciendo un organigrama del personal para cada sección o componente principal de la obra o en las unidades operativas que El Contratista defina. Deberá indicar los datos del personal de la dirección que estén facultados a recibir las instrucciones de campo de La Supervisión. El plan de organización deberá incluir además una descripción o fotografía de la indumentaria distintiva y los identificadores autorizados para cada cuadrilla según su función y el personal de dirección desde el nivel de capataz.
- 2) Procesos de control de proyecto. Se refiere a los aspectos legales, contractuales y organizativos. Se establecerá los procedimientos para:
  - a. La preparación de reclamos,
  - b. Solicitud de permisos, licencias y autorizaciones,
  - c. Controles para subcontratistas,
  - d. Controles para las adquisiciones.
- 3) Procesos de control de la calidad. Los controles deberán incluir el control del personal, los equipos, control de laboratorios, medios de ensayos, control de los materiales, programa de ensayos y las inspecciones de los trabajos. El Contratista deberá incluir la porción correspondiente al período planificado del Cronograma de Ensayos establecido Sub-Cláusula 01.19.09 del Sección 1 – Requisitos Generales. Además, El Contratista deberá establecer formularios para:
  - a. Todos los ensayos que incluyan los rangos especificados para ese ensayo durante el período planificado,

- b. Las inspecciones de cada componente de la obra según el Listado de Cantidades de Obra que incluyan espacios para las anotaciones de las instrucciones de La Supervisión (notas de campo) y espacios para las aprobaciones de los materiales y equipamiento que deban estar sujetos a aprobación previa por parte de La Supervisión. Deberá incluir controles para las mediciones de las tolerancias que incluyan los rangos indicados en estas especificaciones y los equipos y herramientas necesarias para su medición.
- 4) Control de cantidades. El Contratista deberá preparar los controles necesarios para documentar evidencia de las mediciones de las cantidades de obra para cada componente del Listado de Cantidades de Obra. Esto incluye formularios para:
- a. Instrucciones para mediciones,
  - b. Listado del personal, equipo y herramientas necesarias para las mediciones,
  - c. Espacio para la certificación de las mediciones por parte de La Supervisión.
- 5) Registro fotográfico de los componentes de las obras. El registro fotográfico para los componentes principales de las obras deberá obedecer a un método riguroso y consistente, de tal manera que los registros fotográficos reflejen de forma clara y objetiva aquellos aspectos que puedan ser objeto de investigaciones forenses posteriores. Se deberá establecer un sistema de almacenamiento e identificación de los archivos fotográficos digitales de tal manera que sean fácilmente trazables y relacionables con cada componente de la obra en específico, esto puede incluir la definición de un sistema de nomenclatura en forma de línea de tiempo, donde se ilustra el progreso de cada componente de la obra desde un mismo punto de referencia. Se deberá establecer un mapa de las posiciones y orientaciones de las fotografías indicando la identificación definida en el sistema de nomenclatura de los archivos o carpetas digitales.

El cumplimiento con lo indicado en el sistema de aseguramiento de la calidad no relevará a El Contratista de cualquiera de sus obligaciones, deberes o responsabilidades bajo El Contrato.

#### **02.02.03.02 Medida y pago**

No se realizará un pago separado por la implementación de las medidas de aseguramiento de la calidad. Todos los costos en los que incurra El Contratista en el cumplimiento de esta

especificación deberán ser incluidos en los precios unitarios para todos los componentes de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.02.04 Medidas de protección en el sitio de las obras**

##### **02.02.04.01 Alcance**

Las Medidas de protección en el sitio de las obras se refieren a las disposiciones de El Contratista para prevenir el acceso no autorizado de personal ajeno al sitio de la obra, así como la protección de los bienes, instalaciones, materiales, planta, oficinas y las personas de cualquier acción adversa:

- 1) El Contratista será responsable de mantener personal no autorizado fuera del sitio de las obras, y
- 2) El personal autorizado se limitará al personal de El Contratista y el personal de El Contratante, y cualquier otro personal notificado por escrito a El Contratista por El Contratante o La Supervisión como personal autorizado de otros contratistas en el sitio.

El Contratista deberá preparar un Plan de protección en el sitio de las obras el cual deberá:

- 1) Mantener un registro actualizado del personal autorizado presente en el sitio de la obra en cualquier instante, incluyendo su localización prevista,
- 2) Establecer un perímetro de seguridad en el sitio de la obra en conformidad con la extensión de la propiedad autorizada por El Contratante,
- 3) Mantener vigilancia en el perímetro del sitio de las obras para prevenir el ingreso de personas no autorizadas así o cualquier tipo de semovientes.
- 4) Proveer vigilancia permanente en las oficinas de La Supervisión,
- 5) Proveer vigilancia permanente para sus propias plantas e instalaciones temporales,

Este plan deberá ser remitido a La Supervisión para su aprobación.

##### **02.02.04.02 Medida y pago**

No se realizará un pago separado por la implementación de las medidas de protección en el sitio de las obras. Todos los costos en los que incurra El Contratista en el cumplimiento de esta

especificación deberán ser incluidos en los precios unitarios para todos los componentes de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## **02.03 Levantamiento, trazado y marcado topográfico**

### **02.03.01 General**

El Contratista será responsable por la ejecución de todos los trabajos de levantamiento topográfico de la superficie natural, la colocación de los ejes, líneas de referencia y las secciones de las estructuras y alinear las estructuras de acuerdo con los Planos. La demarcación del derecho de paso y toda la preparación necesaria relacionada con éste será llevada a cabo por El Contratista bajo la supervisión de La Supervisión.

Los puntos de control y bancos de nivel mostrados en los planos se proveen para referencia. El Contratista deberá verificar la exactitud y precisión de estos puntos de control a entera satisfacción. El Contratante no tendrá ninguna responsabilidad por la exactitud de ningún punto de control o banco de nivel. Si El Contratista encontrase alguna discrepancia entre las medidas originales y aquellas obtenidas en sus verificaciones, deberá notificarlo por escrito a La Supervisión para su conocimiento y atención en conformidad con las condiciones de El Contrato.

El Contratista podrá establecer puntos de control o bancos de nivel adicionales según su conveniencia, pero el diseño y localización de cada punto de control o banco de nivel adicional deberá ser sometida a aprobación por La Supervisión. Todos los puntos de control o bancos de nivel deberán tener una precisión absoluta de  $\pm 2.0$  mm en la horizontal y en la vertical, con respecto a los puntos de control geodésicos que sean establecidos.

El Contratista deberá proteger y mantener esta red de puntos de referencia y en caso de que estos sufran algún daño, deberán ser reestablecidos por El Contratista con la misma exactitud.

El Contratista deberá colaborar con La Supervisión en la revisión del estacado y realizar todos los trabajos de medición topográfica que sean solicitados por éste para fines de control de calidad y medida para pago. El Contratista deberá proveer cantidades suficientes de estacas,

trompos, jalones, plantillas y cualquier otro material que fuere necesario para revisar el replanteo y las medidas de las Obras.

### **02.03.02    Equipo e instrumentos**

El Contratista deberá proveer, mantener, ajustar y operar todo el equipo de topografía y los accesorios necesarios para la ejecución de las obras, así como todos los materiales para los trabajos de topografía.

El tipo y precisión de los equipos a ser usados por El Contratista deberá corresponder a la naturaleza de las obras en construcción y a las técnicas constructivas.

Todo el equipo, instrumentos, materiales y accesorios deberán estar en perfectas condiciones de operación. Antes del inicio de las actividades, la precisión y exactitud de los equipos deberá ser verificados. Durante el período de construcción, el equipo de topografía deberá ser verificado y si fuese necesario, ajustado a intervalos regulares planificados.

Los instrumentos y equipo que hayan sufrido daños o accidentes durante su uso en un grado tal que hagan que estos no continúen siendo apropiados para su utilización en el sitio, deberán ser retirados de la obra y reemplazados inmediatamente por El Contratista y deberá informar a La Supervisión de tales hechos y demostrar que el nuevo equipo cumple totalmente con las exigencias de La Supervisión. Cualquier retraso en el progreso de las actividades de topografía o la construcción de las obras resultante de la indisponibilidad de instrumentos y equipos apropiados deberá ser por cuenta y costo de El Contratista.

### **02.03.03    Aprobaciones**

El Contratista deberá informar a La Supervisión no menos de siete (7) días antes del inicio de las actividades de topografía para aprobación de La Supervisión. El Contratista deberá indicar el propósito de los trabajos, el área donde tales actividades tendrán lugar, las estructuras o facilidades involucradas, los métodos que utilizaría y los programas de ejecución.

Antes de la terminación de alguna tarea particular de topografía o a la culminación del replanteo, El Contratista deberá informar a La Supervisión para la ejecución de los controles y verificaciones necesarias para su aprobación. Esto será aplicable para las estructuras que deban ser cubiertas y/o aquellas de naturaleza permanente.

La Supervisión tendrá el derecho de verificar el desempeño de los trabajos de topografía, su exactitud, las estaciones, etc., y todos los resultados de los levantamientos o replanteos, así como los cálculos y su conformidad con los planos.

El Contratista deberá, sin retraso alguno, proveer toda la asistencia y servicios auxiliares a La Supervisión para permitir la ejecución de tales verificaciones. El Contratista deberá mantener registros profesionales de todos los levantamientos y mediciones topográficas, los cálculos y procesos relacionados, esquemas, planos, dibujos y mapas y deberá hacerlos disponibles a La Supervisión cuando sean requeridos por éste.

Si en opinión de La Supervisión se encuentran deficiencias o inexactitudes en los trabajos de campo u oficina, tales trabajos deberán ser repetidos y corregidos a satisfacción de La Supervisión.

Todos los controles y verificaciones realizados por La Supervisión sobre las actividades de levantamiento, trazado, control o medida topográfica no relevarán a El Contratista de sus responsabilidades sobre la exactitud de la localización, posición, dimensión o medida de las obras, etc.

#### **02.03.04 Perfiles de la superficie final**

El Contratista deberá realizar un levantamiento topográfico de todas las superficies finales como sea requerido por La Supervisión para propósitos de registro de los detalles de construcción, los rellenos que sean completados, concreto y otras obras. La información deberá ser aprobada y almacenada como se indicó arriba.

#### **02.03.05 Replanteo de las obras**

El Contratista deberá ejecutar todo el trazado, marcado y verificación de las obras en concordancia con los métodos aprobados por La Supervisión antes del inicio de las obras. Estos métodos y programa de verificación deberán ser tales que deban asegurar la construcción de cada parte de las obras a las líneas y niveles correctos. La Supervisión podrá en cualquier momento solicitar a El Contratista la remisión de pruebas de que su trazado y marcado topográfico ha sido verificado satisfactoriamente.

Todas las obras y puntos marcados o levantados deberán conformarse a las siguientes tolerancias:

*Tabla 1. Tolerancias para los levantamientos, replanteo y marcado topográfico*

TIPO DE OBRA	TOLERANCIA	
	HORIZONTAL	VERTICAL
Puntos de control	±2mm	±2mm
Ejes de la presa	±25mm	±25mm
Ejes del aliviadero	±10mm	±10mm
Perfil del cimacio	±5mm	±5mm
Obra de toma	±15mm	±15mm
Instrumentación para medición de niveles	±50mm	±10mm
Limnímetros	±50mm	±10mm

El número de puntos requeridos para el replanteo, así como el espaciamiento entre estos puntos deberá ser determinado por El Contratista en conjunto en La Supervisión, en correspondencia con el tipo de obra. Además de cualquier punto de referencia de coordenadas o niveles establecidos por El Contratista para su propio uso, La Supervisión podrá requerir que ciertos o todos los puntos establecidos sean claramente marcados durante la construcción de tal manera que las marcas puedan permanecer después de la terminación de la construcción. El Contratista deberá informar a La Supervisión por escrito sobre todos los puntos que sean establecidos en cumplimiento de esta especificación y serán confirmados por La Supervisión por escrito.

El Contratista no podrá, en ningún caso, modificar los métodos de levantamiento, replanteo, trazado o marcado topográfico sin la aprobación de La Supervisión.

### **02.03.06 Verificaciones al replanteo**

La Supervisión realizará verificaciones topográficas regulares durante el curso de la construcción y El Contratista deberá cooperar y proveer la asistencia que sea requerida por La Supervisión.



El Contratista deberá acordar con La Supervisión, la programación de las verificaciones topográficas durante períodos de no producción o en simultáneamente de tal manera que los rendimientos en la ejecución de El Contratista no sean afectados.

### **02.03.07 Registros y documentación topográfica**

El Contratista deberá mantener cuidadosamente los registros de todas las actividades de levantamiento y replanteo topográfico tales como esquemas, libretas de campo, archivos digitales de coordenadas o ángulos y distancias, etc., durante toda la duración de la construcción. El Contratista deberá, cuando sea solicitado por La Supervisión, poner a la disposición todos los registros y documentación o proveer copias para su conveniencia.

### **02.03.08 Medida y pago**

Todos los costos en los que incurra El Contratista en el cumplimiento de esta Cláusula deberán ser incluidos en los precios unitarios para todas las actividades de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. No se realizará pago por separado por las actividades de Trazado y Control Topográfico.

## **02.04 Protección contra el agua y achicado**

### **02.04.01 General**

El Contratista construirá y mantendrá todos los diques, encofrados, canales, drenajes, sumideros y/u otras obras de protección necesarias; proveerá todos los materiales necesarios para ello e instalará, dará mantenimiento y operará todas las obras de bombeo para mantener los cimientos, y otras partes de la obra libres de agua proveniente de la infiltración, escurrimientos superficiales y de las quebradas adyacentes al sitio de las obras.

Después de que hayan cumplido con su propósito, todos los diques, encofrados u otras obras de protección en el sitio de la obra y las estructuras serán retirados de forma aprobada por La Supervisión y las áreas en las que hayan estado ubicadas serán niveladas o rellenadas según sea necesario para evitar la obstrucción de cualquier tipo mientras se mantenga la función designada de la estructura.

El Contratista será responsable y reparará por su cuenta, cualquier daño a los cimientos, estructuras o cualquier otra parte de la obra causado por inundación, agua o falla de los trabajos de control y achicado del agua en las condiciones antes descritas.

En aquellos lugares en los cuales la excavación de los cimientos para la presa o las estructuras se extienda bajo el nivel freático, la porción que quede bajo el nivel freático será desaguada en cuanto sea práctico antes de la excavación.

Durante la colocación y fraguado del concreto en la parte excavada de cualquier parte de las estructuras, el nivel freático se deberá mantener debajo de la parte inferior del concreto recién colocado.

El plan de El Contratista para cuidar del agua durante la construcción y su método para desaguar la excavación para los cimientos de la presa y obras de concreto será sujeto a la aprobación de La Supervisión.

No menos de catorce (14) días antes de empezar la construcción de cualquier parte de las obras temporales en cada sitio de la obra, El Contratista presentará a La Supervisión para su aprobación, un programa de construcción detallado tanto para las obras temporales, como para las permanentes, y los detalles siguientes:

- 1) Plan para obras de desvío temporal de corrientes naturales,
- 2) Plan de trabajos para achicado del agua en las excavaciones superficiales,
- 3) Cualquier otro trabajo temporal que El Contratista pueda considerar necesario para la ejecución adecuada de las obras.
- 4) Cualquier otro trabajo temporal que La Supervisión pudiera solicitar.

El Contratista no podrá empezar ningún trabajo hasta no haber obtenido la correspondiente aprobación. Sin embargo, dicha aprobación, no libera a El Contratista de su responsabilidad u obligación bajo el Contrato.

#### **02.04.02 Medida y pago**

El costo de proveer toda la mano de obra, los materiales y el equipamiento para la construcción, el mantenimiento, el retiro y todo trabajo requerido para el desvío, el cuidado y el desague especificado en esta cláusula serán incluidos en el precio unitario para las actividades

correspondientes de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas donde sea requerido el control del agua y achicado.

## **02.05 Obras de desviación del río**

### **02.05.01 General**

Esta especificación cubre las actividades de manejo y control del río durante la construcción de la obra, la construcción de la ataguía y mantenimiento de la misma durante la construcción de las obras de la presa, las obras de restitución del caudal desviado al cauce del río, las canalizaciones necesarias para derivar el caudal del río hacia los conductos de desviación temporal que deban ser incorporados a las estructuras finales, las obras de canalización aguas abajo y todas las obras de manejo y control del agua del río durante la construcción.

A menos que sea indicado de otra manera por La Supervisión, el esquema de la construcción de las obras de desviación es la siguiente:

- 1) Fase 1, excavación general y limpieza del cauce de la quebrada;
- 2) Fase 2, canalización provisional del afluente;
- 3) Fase 3, excavación y construcción de cabezal de entrada y salida;
- 4) Fase 4, excavación de zanjo para la tubería de acero;
- 5) Fase 5, construcción de etapa 1 de obras de blindaje del tubo de acero
- 6) Fase 6, instalación del tubo de acero y construcción de etapa 2 de blindaje de concreto
- 7) Fase 7, construcción de ataguía en cabezal de entrada
- 8) Fase 8, remoción de canalizaciones laterales provisionales

Los canales de desvío temporal y las ataguías en cualquier etapa serán construidos de forma tal que todas las inundaciones menores o iguales a las indicadas en numeral 01.04.01 – Crecidas de diseño, en la Sección 1 – Requisitos Generales, puedan ser descargadas al cauce del río sin rebosar en ningún lugar los trabajos de construcción o dañar las riberas del río en las áreas vecinas al área de la construcción.

El Contratista será responsable de la construcción de las obras de desviación y del manejo del río para la construcción de la obra, para lo cual deberá construir las ataguías, los canales, diques

indicados en los planos, o como lo indique La Supervisión y cualquier otra obra que sea necesaria, para captar y desviar el flujo del río a través de los conductos de descarga de fondo con la finalidad de mantener libre de inundaciones la zonas de excavación, las obras de la presa y todas las estructuras y componentes que deban construirse en el cauce del río.

Cualquier daño que ocurra en la obra causado por las crecidas menores o iguales a las indicadas en numeral 01.04.01 – Crecidas de diseño, en la Sección 1 – Requisitos Generales serán responsabilidad de El Contratista quien deberá llevar a cabo por su cuenta, todos los trabajos de reparación y el reemplazo de equipos y materiales dañados, de acuerdo con las instrucciones y a entera satisfacción de La Supervisión.

El Contratista deberá remitir a La Supervisión, para su aprobación, un Plan de Ejecución de las Obras de Desviación indicando los métodos y secuencia de las diversas obras de desviación, así como un Plan de Contingencia de Inundaciones donde se detalle los procedimientos de evacuación de todo el personal y equipo en aquellas zonas de la obra que sean vulnerables a inundación.

Los diferentes componentes de las obras civiles de desvío, tales como las estructuras de concreto, las excavaciones y otras obras necesarias deberán conformarse a las especificaciones aplicables para cada concepto de la lista de cantidades de obra valorada indicadas en las presentes especificaciones.

## **02.05.02 Ataguías**

### **02.05.02.01 General**

Las ataguías para la desviación del río hacia el conducto de desvío serán construidas a las líneas y niveles mostrados en los planos y como lo apruebe de La Supervisión.

El Contratista será responsable del manejo de las infiltraciones a través de la ataguía y su cimentación, así como la zona de cimentación del cabezal del conducto de desviación para lo cual deberá implementar un sistema de control de aguas como se indica en la especificación 02.04 más atrás.

El Contratista deberá someter a La Supervisión, para su aprobación, un Plan de Manejo de las Aguas para la construcción de las ataguías no menos de catorce (14) días antes de iniciar los trabajos de excavación de la cimentación del cabezal de entrada y de la ataguía y deberá incluir los esquemas de protección propuestos para manejar las crecidas del río, los esquemas de bombeo y los listados de equipos disponibles para el manejo de las aguas infiltradas para la construcción de las ataguías y durante su operación.

Todos los componentes de las ataguías deberán conformarse a las especificaciones correspondientes y serán pagados a los precios unitarios establecidos para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

En cuanto sea concluida la construcción de del cabezal de entrada y cuando se haya desviado el flujo hacia el conducto de desviación, El Contratista deberá proceder con la construcción de la ataguía la cual se iniciará con las excavaciones para su fundación, de acuerdo con lo establecido en la especificación 02.06.03 más adelante y efectuar todos los trabajos necesarios para el drenado y la construcción de los blindajes del conducto de desvío.

Los diferentes componentes de la ataguía deberán conformarse a la especificación correspondiente como sea aprobado por La Supervisión.

#### **02.05.02.02 Medida y pago**

Los componentes de la ataguía deberán ser medidos y pagados por separado en las unidades y precios establecidos en la partida No. 3 de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas – Obras de Desvío del Rio y Control del Agua, y serán medidos conforme se establece en la especificación correspondiente para cada concepto y serán pagados a los precios unitarios establecidos en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **02.05.03 Canalizaciones**

#### **02.05.03.01 General**

La habilitación del conducto de descarga de fondo para el desvío temporal del río para la construcción de las obras requerirá la construcción de las canalizaciones que sean necesarias para el manejo del flujo del río lejos de la entrada y desde la salida del conducto durante su construcción.

El Contratista deberá realizar las canalizaciones en el cauce del río utilizando para ello maquinaria con orugas y otro equipo apropiado, empujando el material aluvial para conformar un canal suficientemente estable como para conducir el flujo de manera controlada, sin la formación de zonas de turbulencia y erosiones excesivas.

El Contratista deberá remover del cauce así formado, todas las rocas mayores a 0.30 m de diámetro equivalente y compactar los bordos y el fondo con las orugas de tal manera de formar una sección generalmente uniforme y suficientemente estable. El trazo y dimensiones de la canalización será la indicada en los planos o la indicada por La Supervisión en el sitio.

Todas las canalizaciones realizadas en el cauce del río serán consideradas como excavación común para efectos de medida y pago y deberá conformarse a la especificación 02.06.03 más adelante.

Será responsabilidad de El Contratista reparar y mantener todas las canalizaciones realizadas para el manejo del río durante la construcción de manera de asegurar su estabilidad y prevenir la formación de brechas y desbordamientos hacia otras zonas que deban permanecer libres del flujo del río. No se realizará ningún pago por separado por las reparaciones y mantenimiento de las canalizaciones.

#### **02.05.03.02 Medida y pago**

La medida para el pago de las canalizaciones será realizada a las líneas y niveles indicados por La Supervisión en el sitio, en metros cúbicos, medidos desde la superficie del terreno en su estado inmediatamente antes de la ejecución de las canalizaciones. El Contratista deberá realizar las medidas topográficas necesarias para la determinación de los niveles del terreno antes de la ejecución de las canalizaciones y las medidas posteriores de las canalizaciones terminadas y aprobadas por La Supervisión. El pago de las canalizaciones será realizado al precio unitario por metro cúbico establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Este pago cubrirá el costo de todos los materiales, la mano de obra y equipos de El Contratista necesarios para la construcción, reparación y mantenimiento de las canalizaciones en el cauce del río.

## **02.05.04 Remoción de las ataguías y canalizaciones**

### **02.05.04.01 General**

Una vez completadas todas las obras necesarias para la canalización del cauce del río a través del conducto de descarga de fondo, El Contratista deberá demoler y retirar todo el concreto lanzado, todo el acero de refuerzo, los gaviones, geo-sintéticos y todo el material de terracería instalado para todas las ataguías instaladas para la desviación del río de tal manera que ningún material, escombros o sedimento proveniente de las mismas pueda ser arrastrado por la corriente hacia el conducto de descarga de fondo o el pie de la presa durante las operaciones del primer llenado del embalse. Todo el material deberá ser cargado y acarreado hacia las zonas de botadero establecidas para este propósito y colocados en el mismo con la conformación y compactación necesaria para asegurar su estabilidad o como sea indicado en los planos o como lo apruebe La Supervisión. Todos los materiales no térreos o pétreos, tales como acero y geo-sintéticos deberán ser dispuestos como sea indicado en los planes de manejo ambiental y como sea aprobado por La Supervisión.

### **02.05.04.02 Medida y pago**

La medida para el pago de la remoción de las ataguías será en metros cúbicos efectivamente removidos del sitio, colocados y conformados en los botaderos, medidos a las líneas y niveles finales en el botadero luego de su conformación y compactación, desde las líneas y niveles en el botadero antes de la colocación del material de las ataguías y aprobado por La Supervisión. El pago por la remoción de las ataguías será al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Este pago cubrirá toda la mano de obra, materiales y equipo El Contratista necesarios para la demolición, carga y acarreo de los materiales de las ataguías y su colocación, conformación adecuada en el sitio del botadero.

## **02.06 Terracería y enrocado**

### **02.06.01 Desmonte y desbroce**

#### **02.06.01.01 General**

El desmonte y desbroce consistirá en la remoción de árboles, arbustos y todo material orgánico como el césped y las raíces de los cimientos de la presa y las estructuras conexas, de las áreas donde el material excavado será usado para la presa, de la base de todas las carreteras, de las áreas de préstamo aprobadas dentro del derecho de vía y en todas las otras áreas mostradas en los planos y donde lo indique La Supervisión.

Salvo que los planos o La Supervisión indiquen algo diferente, las zonas de desmonte y desbroce deberán abarcar los siguientes límites:

- Áreas de fundación de la presa y el aliviadero, hasta 1.0 m por fuera de la línea efectiva de excavación.
- Áreas de fundación de terraplenes, hasta 1.0 m por fuera del pie del terraplén.
- Áreas de derecho de vía para los caminos de acceso, hasta el límite del derecho de vía.
- Áreas de planteles y campamentos, hasta donde sea indicado por La Supervisión.

Por ningún motivo se permitirá el procedimiento de desmonte mediante quema, así sea controlada. Tampoco se permitirá el uso de herbicidas o productos químicos.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de ser derribados caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija La Supervisión.

En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor de sesenta centímetros (60 cm), contados desde la superficie subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces de más de diez centímetros (10 cm) de diámetro y demás materiales



inconvenientes, se deberán eliminar hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie que se deba descubrir de acuerdo con las necesidades del proyecto y a juicio de La Supervisión.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, se podrán cortar a ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se conformará y apisonará hasta obtener un grado de compactación similar al del terreno adyacente y hasta que la superficie se ajuste a la del terreno circundante.

#### **02.06.01.02 Medida y pago**

El cálculo para el pago de la limpieza se hará en metros cuadrados, según la cantidad desmontada o desbrozada a las líneas mostradas en los planos o según lo indique La Supervisión. El pago por el desmonte y desbroce se hará al precio unitario fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho precio incluirá el precio de la mano de obra, los materiales y el equipo de construcción necesario para la limpieza y remoción del material limpiado y los demás costos directos e indirectos en los que se incurra para ejecutar la actividad.

#### **02.06.02 Descapote**

##### **02.06.02.01 General**

El descapote consiste en el retiro de raíces y de suelos que contengan materia orgánica, arcillas expansivas o cualquier otro material inapropiado para la construcción de la obra. El trabajo consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la excavación de la capa vegetal, carga, transporte y botado de estos materiales cuando se encuentren dentro de los límites de construcción, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con los líneas, rasantes y secciones indicadas en los planos u ordenados por La Supervisión. La disposición final de este material se hará en los botaderos determinados por El Contratista y aprobados por la entidad competente, fuera de la zona del proyecto.

### **02.06.02.02 Medida y pago**

La medida para el pago del descapote se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material clasificado como capa vegetal. El volumen se calcula de acuerdo con las secciones del terreno tomadas antes y después de descapotar. Su precio incluye todos los costos por equipo, materiales, herramientas y mano de obra necesarios para las actividades de descapote, lo mismo que la carga, transporte y botado en la zona dispuesta para ello y los demás costos directos e indirectos en los que se incurra para ejecutar la actividad.

Se medirá y pagará este concepto únicamente cuando se desarrolle como actividad independiente autorizada por La Supervisión. No se pagará el descapote que se haga simultáneamente con la excavación utilizando el mismo equipo, ni el ejecutado por fuera de los límites indicados en los planos o no ordenados por La Supervisión.

### **02.06.03 Excavación**

#### **02.06.03.01 General**

Toda la excavación se llevará a cabo hasta las líneas y los niveles indicados en los planos o las líneas y niveles que La Supervisión indique. El Contratista recortará todas las excavaciones hasta las líneas y niveles indicados en los planos.

Cuando una excavación haya sido terminada se notificará a La Supervisión de manera que pueda inspeccionar la excavación completada y ninguna excavación será rellenada o cubierta con concreto hasta que haya sido inspeccionada y El Contratista haya sido autorizado a proseguir con el trabajo. A menos que se especifique lo contrario, toda excavación será clasificada por La Supervisión de la manera siguiente:

*i Excavación común.*

La excavación común incluye la excavación de toda la tierra, arena, grava y roca que pueda ser excavada efectivamente por el personal, tractor u otro equipo aprobado por La Supervisión, y que no sean roca alterada o roca firme según se define aquí.

*ii Excavación de roca alterada.*

La excavación de roca alterada consiste en cualquier capa de roca que pueda ser efectivamente retirada rompiéndola o usando un pico.

*iii Excavación de roca sana.*

La excavación de roca sana incluye toda la roca sólida que no puede ser removida sin explosivos, barrenado, o abrirla con una cuña y todas las rocas sólidas de más de un metro de volumen.

Se aceptará como criterio para determinar el horizonte de roca cuando la dureza y su estado de fracturación no permita efectuar faenas de remoción con equipos mecánicos. Esta dificultad se determinará directamente cuando una máquina del tipo bulldozer con una potencia mínima de 410 HP y peso mínimo de 48.500 kg o una retroexcavadora con una potencia mínima de 217 HP y peso mínimo de 30.200 kg, empleadas a su máxima potencia sean incapaces de remover el material. La utilización de uno u otro equipo dependerá del espacio disponible para operar y de la forma de la superficie de la roca, prefiriéndose siempre el bulldozer. La operación será efectuada por los dientes de la retroexcavadora o el desgarrador del bulldozer en presencia de La Supervisión. Una vez comprobado por las partes lo expuesto, se procederá a dejar constancia de la situación en la bitácora. Ningún material, excepto rocas o pedazos sueltos de roca sólida, será considerado excavación en roca, si no es aflojado por medio de explosivos antes de retirarlo (a menos que el uso de explosivos esté prohibido) y barrenado, abrirla con una cuña o algún método similar sea indicado por medio de una orden escrita de La Supervisión.

Como alternativa de clasificación se podrá recurrir a mediciones de velocidad de propagación del sonido, practicadas sobre el material en las condiciones naturales en que se encuentre, y se considerará material común aquel en que dicha velocidad sea menor a dos mil metros por segundo (2.000 m/s) y roca, cuando sea igual o superior a este valor.

**02.06.03.02 Excavación a cielo abierto**

Toda la excavación a cielo abierto será hecha de acuerdo con esta cláusula en cuanto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos o establecidas por La Supervisión.

Todas las precauciones necesarias se deberán tomar para preservar el material debajo y más allá de las líneas de excavación en la condición más segura posible. Cualquier daño al trabajo debido a las operaciones de El Contratista, incluyendo las rajaduras al material más allá de las líneas de excavación requerida, será reparado por y a cuenta de El Contratista. Cualquier excavación excesiva o Sobre-Excavación que realice El Contratista por cualquier propósito o razón, excepto si ha sido solicitada por escrito por La Supervisión, y ya sea que sean por responsabilidad de El

Contratista o no, correrá por cuenta de El Contratista. Cuando sea necesario para terminar el trabajo, toda excavación excesiva o Sobre-Excavación será rellena con concreto u otros materiales, como lo indique La Supervisión, proporcionados y acarreados por cuenta de El Contratista. Las pendientes maltratadas o aflojadas por las explosiones serán niveladas por cuenta de y por El Contratista.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que El Contratista proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por La Supervisión; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto por fuera de los taludes proyectados. El Contratista garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca, utilizando personal que tenga amplia experiencia en trabajos similares.

### **02.06.03.03 Excavación para estructuras**

La excavación para estructuras incluirá la excavación de toda la tierra, arena, grava y roca para las estructuras diferentes de la presa y el aliviadero. La excavación para estructuras se llevará a cabo de manera segura y hasta las líneas y niveles que sean aprobados por La Supervisión. Excepto cuando sea así definido en los planos o si La Supervisión lo indicara, la excavación para estructuras se hará con las siguientes pendientes y dimensiones:

*Tabla 2 Pendientes y Dimensiones de las Excavaciones para Estructuras*

<b>EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS</b>	
Pendiente de corte	1:0.5
Distancia lateral de la orilla exterior de los cimientos	0.5 m
Ancho de la berma a cada altura de 3 m	0.5 m

Durante el progreso del trabajo, La Supervisión puede encontrar que es necesario o conveniente modificar la pendiente o las dimensiones de la excavación de las especificadas aquí. Cualquier incremento o reducción en las cantidades excavadas se cubrirá en el cálculo del pago.

Las pendientes del fondo y de los lados de la excavación contra la cual el concreto se colocará se acabarán con precisión a las dimensiones mostradas en los planos o indicadas por La Supervisión, y la superficie así preparada será humedecida con agua y apisonada o alisada con

las herramientas o el equipo apropiado con el propósito de asegurar los cimientos firmes. Si en algún momento el material natural de los cimientos es movido durante el proceso de excavación u otro, será compactado en el lugar o será retirado y reemplazado con material de tierra adecuado o concreto por cuenta de El Contratista.

Cualquier excavación excesiva o Sobre-Excavación que realice El Contratista por cualquier propósito o razón, excepto si ha sido solicitada por escrito por La Supervisión, y ya sea que sean por responsabilidad de El Contratista o no, correrá por cuenta de El Contratista. Cuando sea necesario para terminar el trabajo, toda excavación excesiva o Sobre-Excavación será rellenada con tierra compactada, grava, concreto o el material que indique La Supervisión, materiales proporcionados y acarreados por cuenta de El Contratista.

La excavación para las estructuras será calculada para su pago hasta las líneas y niveles que muestran los planos, o, en caso de que no se indique en ellos, hasta las líneas y niveles que estén de acuerdo con las especificaciones que aquí se estipulen. Independientemente de las cantidades ejecutadas, el cálculo para pago se hará hasta las líneas y niveles estipulados, y no se hará pago alguno por excavaciones o retiro de material que esté fuera de las dimensiones estipuladas a menos que dicha excavación o retiro haya sido indicado por La Supervisión.

#### **02.06.03.04 Excavación de zanjas para tuberías**

Incluye la excavación para instalar las tuberías con diámetros mayores o iguales a 600 mm, marcado de niveles y límites indicados en los planos, o como se modifiquen para satisfacer las condiciones que se encuentran durante la construcción, así como el retiro y disposición satisfactorias de todo el material excavado, el ensanche de cortes, rebaje y peinado de taludes, remoción de derrumbes, excavación de terrazas, zanjas de entrada y salida, corte de pavimento y base existente, excavación de cunetas y todo aquello que sea necesario para la construcción y preparación de zanjas para la instalación de tuberías.

Incluirá la provisión, colocación y/o retiro de cualquier entibado y apuntalamientos necesarios para el trabajo como aquí se describe, y el relleno de respaldo, compactación con materiales apropiados, de las áreas excavadas no ocupadas por las tuberías. El material usado en el relleno de respaldo se obtendrá de las áreas excavadas.

Incluirá la remoción, acumulación y manipuleo necesarios de los pavimentos existentes y la colocación del material como capa de superficie en las áreas de espaldones, caminos de acceso, y vías de acceso a garajes.

No se hará la excavación de los cauces hasta que sea aprobado por La Supervisión. Cuando se concluya la excavación de un cauce, de acuerdo con los planos o como se ordene, una vez hecha la solicitud escrita por El Contratista, La Supervisión hará la inspección de la excavación y cuando la encuentre a su satisfacción dispondrá se tomen las secciones transversales y tales medidas se usarán como base para los pagos por la excavación efectuada.

La excavación de zanjas para tuberías podrá ser clasificada en excavación común, excavación en roca alterada o excavación en roca sana en conformidad con lo estipulado en las Sub-Cláusulas respectivas de estas especificaciones.

#### **02.06.03.05 Excavación de zanjas para ductos**

Incluye la excavación para instalar las tuberías y ductos con diámetros no mayores a 600 mm, marcado de niveles y límites indicados en los planos, o como se modifiquen para satisfacer las condiciones que se encuentran durante la construcción, así como el retiro y disposición satisfactorias de todo el material excavado, corte de pavimento y base existente, excavación de cunetas y todo aquello que sea necesario para la construcción y preparación de zanjas para la instalación de ductos.

Los taludes de las zanjas para ductos deberán ser verticales y el fondo deberá ser apropiadamente conformado, nivelado o compactado, como sea necesario para la instalación de los rellenos estructurales y los ductos.

La excavación de zanjas para ductos será calculada para su pago hasta las líneas y niveles que muestran los planos, o, en caso de que no se indique en ellos, hasta las líneas y niveles que estén de acuerdo con las especificaciones que aquí se estipulen. Independientemente de las cantidades ejecutadas, el cálculo para pago se hará hasta las líneas y niveles estipulados, y no se hará pago alguno por excavaciones o retiro de material que esté fuera de las dimensiones estipuladas a menos que dicha excavación o retiro haya sido indicado por La Supervisión.

#### **02.06.03.06 Apilamiento y desecho de material excavado**

Hasta donde sea práctico, según lo determine La Supervisión, todo el material apropiado de la excavación a cielo abierto, de los cimientos para las estructuras, de los accesos y otros elementos se usará en la construcción permanente requerida bajo las especificaciones como terraplenes y rellenos para estructuras y zanjas.

Donde sea práctico, los materiales apropiados para las estructuras se excavarán separadamente de los materiales que se desecharán y los materiales se segregarán por cargas durante las operaciones de excavación y se colocarán en su destino final directamente de la excavación. De otra forma, serán colocados en montones temporales y más tarde colocados en los lugares designados, según lo indique La Supervisión.

Los materiales excavados que sean apropiados que estén demasiado mojados para ser compactados inmediatamente se colocarán temporalmente en un montón aprobado por La Supervisión hasta que su contenido de humedad se haya reducido lo suficiente como para permitir que sean colocados en la obra, o con la autorización específica de La Supervisión, podrán ser colocados en la obra cuando resulte práctico, según lo determine La Supervisión, secar dichos materiales en el sitio de la obra hasta que su contenido de humedad se haya reducido lo suficiente como para permitir la compactación tal y como se especifica en este documento. Los materiales excavados no apropiados para ser usados o la tierra que sobre se desechará por cuenta de El Contratista en las áreas de botadero según lo indique La Supervisión. El Contratista conformará y regulará los botaderos como sea especificado o según lo indique La Supervisión. El Contratista también mantendrá el curso de las aguas afectadas por los botaderos sin interrupción y cumplirá con cualquier arreglo concerniente al sitio que exista entre La Supervisión y las personas o autoridades interesadas. Excepto si lo contrario se especifica, el costo de todos los trabajos y el área de desechos descritos en esta cláusula se incluirán en los precios unitarios para cada excavación en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.06.03.07 Medida y pago de la excavación**

Antes de iniciar e inmediatamente después de completar la excavación de cada tipo de material por la cual se hará el pago de las cantidades a ser determinadas por el método topográfico, El Contratista ejecutará la medición topográfica que sea suficiente para definir las dimensiones y

elevación de las superficies original y final. Esta medición deberá ser comprobada independientemente por La Supervisión. No menos de siete (7) días antes de iniciar tales mediciones topográficas, El Contratista remitirá a La Supervisión para su aprobación, un plano mostrando las líneas de referencia propuestas, secciones transversales y métodos de medición a ser implementados. Las líneas y puntos de referencia serán establecidos sobre el terreno y amarradas a estaciones topográficas permanentes. El Contratista notificará a La Supervisión al menos un (1) día antes sobre la realización de esta actividad de medición topográfica. Las notas de campo originales para el establecimiento de las líneas de referencia deberán ser remitidas a La Supervisión junto con las notas de mediciones de cantidades reales. Cualquier medición que pueda ser base de cantidades para reclamos de pago deberá ser realizada solamente en presencia de La Supervisión. El Contratista notificará a La Supervisión de su intención de realizar dichas medidas topográficas.

*i Excavación común y de piedra alterada*

La medida para el pago de la excavación (común y de piedra alterada) se hará por volumen en metros cúbicos de tierra excavada de la superficie limpia donde se haya retirado la capa vegetal, o de la superficie del terreno hasta los niveles y pendientes indicados en los Planos o según lo indique La Supervisión. El pago por la excavación calculada como se indica arriba se hará al precio unitario estipulado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

El precio unitario incluirá el precio de toda la mano de obra, los materiales, y el equipo de construcción necesario para el conformado de las pendientes laterales de la excavación, la prevención de deslizamientos, esparcido, terraplenes menores en las orillas de la excavación y rellenos menores según sea requerido por La Supervisión; transporte de los materiales excavados al sitio adyacente para ser reutilizados, acumulación temporal, desecho de lo que es no apropiado o en exceso; excepto si se estipula lo contrario en artículos separados en la Lista de Cantidades, desagüe, construcción y mantenimiento de drenajes de agua estancada durante el tiempo que se esté trabajando.

*ii Excavación de roca sana*

La medida para el pago de la excavación en roca sana se hará por volumen en metros cúbicos roca excavada de la superficie limpia donde se haya retirado la capa vegetal, o de la superficie del terreno hasta los niveles y pendientes indicados en los Planos o según lo indique La



Supervisión. El pago por la excavación calculada como se indica arriba se hará al precio unitario estipulado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

El precio unitario incluirá el precio de toda la mano de obra, los materiales, y el equipo de construcción necesario para el conformado de las pendientes laterales de la excavación, incluyendo las voladuras, la prevención de deslizamientos, control de la erosión, transporte de los materiales excavados al sitio adyacente para ser reutilizados, acumulación temporal, desecho de lo que es no apropiado o en exceso; excepto si se estipula lo contrario en artículos separados en la Lista de Cantidades, desagüe, construcción y mantenimiento de drenajes de agua estancada durante el tiempo que se esté trabajando.

*iii Excavación para estructuras*

La medida para el pago de la excavación para estructuras consistirá en la cantidad de metros cúbicos, medidas en su posición original, de material aceptablemente excavado de acuerdo con los planos o como fuese ordenado por La Supervisión, pero en ningún caso será incluido en la medición para pago ninguno de los siguientes volúmenes:

- 1) El volumen exterior a los planos verticales 45 cm fuera de y paralelos a las líneas de la estructura (sin anchura adicional para la excavación) de cimientos.
- 2) El volumen incluido dentro de los límites de la excavación para los caminos, canales contiguos, zanjas, etc., para los que el pago esté previsto de otro modo en la especificación.
- 3) El volumen de agua u otro líquido resultante de las operaciones de la construcción y que pueda ser expulsado por bombeo o desagüe.
- 4) El volumen de alguna excavación efectuada con anterioridad a la toma de cota y mediciones del terreno original.

El pago por la excavación para estructuras calculada como se indica arriba se hará al precio unitario estipulado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

El precio unitario incluirá el precio de toda la mano de obra, los materiales, y el equipo de construcción necesario para el conformado de las pendientes laterales de la excavación, la prevención de deslizamientos, esparcido, terraplenes menores en las orillas de la excavación y rellenos menores según sea requerido por La Supervisión; transporte de los materiales

excavados al sitio adyacente para ser reutilizados, acumulación temporal, desecho de lo que es no apropiado o en exceso; excepto si se estipula lo contrario en artículos separados en la Lista de Cantidades, desagüe, construcción y mantenimiento de drenajes de agua estancada durante el tiempo que se esté trabajando.

*iv Excavación de zanjas para tuberías*

La medida y el pago para la excavación de zanjas para tuberías será se hará por volumen en metros cúbicos de material excavado, según su clasificación, medido desde de la superficie limpia donde se haya retirado la capa vegetal, o de la superficie del terreno, hasta los niveles y pendientes indicados en los Planos o según lo indique La Supervisión. El pago por la excavación calculada como se indica arriba se hará al precio unitario estipulado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

*v Excavación de zanjas para ductos*

La medida y el pago de las zanjas para ductos será como se indica para la excavación para estructuras, más atrás en este documento.

## **02.06.04 Terraplenes**

### **02.06.04.01 General**

El rubro terraplenes incluirá la construcción de todos los terraplenes para accesos, ataguías, canales, terraplenes, planteles y el relleno en otras partes de la obra con materiales apropiados obtenidos de la excavación o extraídos de áreas de préstamo.

Todos los terraplenes deberán ser construidos hasta las líneas y niveles mostrados en los Planos o según indicación de La Supervisión. Los materiales para los terraplenes no contendrán troncos, maleza, raíces, hojarascas y otro material orgánico que se descomponga.

### **02.06.04.02 Material para terraplenes**

Los materiales requeridos para los terraplenes se obtendrán de la excavación de drenajes, canales, carreteras y otras estructuras de acuerdo con estas especificaciones técnicas. Los materiales apropiados y no apropiados excavados a lo largo de las carreteras o estructuras serán clasificados como se muestra en los Planos o según lo indique La Supervisión.

Si los materiales excavados son insuficientes en cantidad para los requisitos y no son apropiados para los terraplenes o donde su uso no sea práctico, según opinión de La Supervisión, El Contratista deberá proveer materiales para los terraplenes de las áreas de préstamo especificadas en este documento o de otras fuentes aprobadas.

#### **02.06.04.03 Colocación y compactación**

##### *i Terraplenes de ensayo*

Antes de empezar la construcción de los terraplenes, El Contratista hará una demostración para La Supervisión del equipo apropiado y su rendimiento en la extensión y compactación de al menos tres (3) capas de tierra, sobre las cuales se harán las pruebas de norma y campo, y se determinarán la cantidad de equipo para la compactación, el tiempo mínimo de los viajes de compactación y los espesores de la capa al momento de extenderla y después de la compactación. Estos resultados no librarán a El Contratista de su obligación de obtener el grado especificado de rendimiento en la compactación que se indica en el Contrato. Cuando se encuentren diferentes tipos de tierra durante el curso del trabajo subsiguiente, se llevarán a cabo más pruebas.

En aquellos lugares en los cuales el terraplén de ensayo se haga en el lugar del terraplén permanente, el terraplén de ensayo se tomará como parte del trabajo completado, si a La Supervisión le satisface dicha obra de ensayo después de las pruebas y exámenes a los que sea sometida. En los lugares en los cuales el terraplén de ensayo no satisfaga a La Supervisión, será retirada de la estructura permanente por cuenta de El Contratista. No se hará pago alguno por el terraplén de ensayo construido en otros lugares.

##### *ii Colocación y compactación*

Antes de que el material para la primera capa del terraplén sea colocado, los cimientos para ésta deberán ser preparados tal y como indica en este documento, y serán humedecidos, secados y compactados de la manera que se especifica más adelante para que el relleno o terraplenes compactados sean colocados sobre ellos.

Los materiales serán depositados en una capa horizontal, y el espesor de cada capa después de su compactación en ningún caso será mayor de treinta (30) centímetros a menos que lo contrario sea indicado por el resultado del terraplén de ensayo mencionado anteriormente o si así lo

indicara La Supervisión. Los terraplenes no serán ensanchados con material suelto arrojado desde su parte superior. Todos los terrones de arcilla pesada serán quebrados completamente utilizando un instrumento puntiagudo. El control de humedad de los materiales se hará cuidadosamente, de manera de asegurar un peso unitario del terraplén lo suficientemente alto.

Cuando los materiales hayan sido satisfactoriamente acondicionados, serán compactados con el equipo mecánico de compactación seleccionado después de realizado el terraplén de ensayo o el indicado por La Supervisión. No se permitirá el uso de equipo o herramientas de compactación manuales a menos que así lo indicare el Supervisor. En aquellos lugares en los cuales la presa deba ser construida con material excavado utilizando equipo de excavación y acarreo, las porciones más finas del material excavado serán colocadas en la parte de la presa que quede más cerca del agua, y los más gruesos en la parte exterior de la presa; el material colocado en capas será compactado.

Cuando la operación de colocar y esparcir sea llevada a cabo por el método manual, es decir, que los materiales serán depositados directamente de la excavación con mano de obra, con la aprobación de La Supervisión, los materiales serán compactados cuidadosamente con pisones mecánicos u otro método aprobado. No se permitirá el apisonado a mano. La distribución de los materiales será tal que los materiales apisonados serán homogéneos y libres de lentes, cavidades, venas, u otras discontinuidades.

La densidad seca del material compactado no será menor a noventa y tres (93) por ciento de la densidad seca máxima según el ASTM D-698 o ASTM D-1557 para los materiales que serán compactados, excepto cuando La Supervisión indique lo contrario.

#### **02.06.04.04 Medida y pago**

La medida para el pago de los trabajos relativos a los terraplenes se hará en base a los materiales usados hasta las líneas, grados y dimensiones prescritas sobre la línea y los niveles excavados mostrados en los Planos o indicados por La Supervisión. El pago por los trabajos respectivos los terraplenes se harán al precio unitario fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

El precio para los trabajos de los terraplenes incluirá todos los costos de proveer los materiales para el terraplén y de controlar la humedad en el depósito temporal de material o áreas de

préstamo, y del transporte de los materiales, incluyendo el movimiento posterior, si fuera requerido, hasta el lugar de uso final, y el costo de colocar el material en capas, proveer el agua, humedecer o secar los materiales y la compactación de material según se especifica en esta cláusula, incluyendo los costos de mano de obra, materiales y equipo.

## **02.06.05 Rellenos para estructuras**

### **02.06.05.01 General**

Los materiales usados para rellenar las estructuras serán los apropiados, a menos que lo contrario sea especificado, obtenido de la excavación para las estructuras o de las áreas de préstamo según sea indicado. El relleno será colocado en capas de 0.2 metros y compactado cuidadosamente. A menos que se especifique lo contrario, la colocación y compactación de todos los materiales de relleno se sujetará a los requisitos aplicables de este documento. La capa vegetal, la vegetación u otro material orgánico serán excluidos del material de relleno.

No se incluye en este concepto los rellenos para estructuras de pavimentos o rodaduras los cuales deberán conformarse a las especificaciones correspondientes más adelante en este documento.

Antes de empezar a colocar los materiales de relleno adyacentes a las estructuras, los lugares serán limpiados de todo resto de encofrados para concreto y otros trabajos temporales y serán sujetos a la aprobación de La Supervisión. Estos materiales serán colocados de tal manera que se asegure que podrán ser satisfactoriamente compactados sin dañar las estructuras. La compactación inmediatamente adyacente a todas las estructuras se hará por medio del equipo de operación manual aprobado.

La superficie de los materiales para relleno será compactada de tal manera que resulte en una superficie ligeramente combada a fin de facilitar el drenaje: en todo momento, el material de relleno será mojado o se le permitirá secarse, según sea necesario para mantener o lograr el contenido de humedad requerido para la compactación según lo determine La Supervisión La Supervisión. El precio de los procesos de mojado o secado será incluido en el precio unitario para el relleno respectivo de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

A menos que La Supervisión especifique lo contrario, los materiales de relleno serán colocados y compactados después de que hayan transcurrido más de catorce (14) días de que el concreto haya sido colocado.

La compactación del material de relleno sobre el concreto colocado no se podrá llevar a cabo con rodillos vibradores a menos de 0.5 metros verticales de la superficie del concreto, excepto con la aprobación previa de La Supervisión.

#### **02.06.05.02 Material selecto**

El material selecto suministrado por El Contratista deberá estar libre de desperdicios orgánicos o material compresible o destructible, el mismo que no debe tener piedras o fragmentos de piedras mayores a 4” en diámetro, debiendo además contar con una humedad óptima y densidad no menor a 1,850 kg/m<sup>3</sup>, con un ángulo de fricción interna no menor a 33 grados y una cohesión nominal entre 0.8 y 1.2 KPa. El material será una combinación de arena, limo y arcilla bien graduada, del cual, no más del 30% será retenida en la malla No. 4 y no menos de 55%, ni más del 85% será arena que pase la malla No. 4 y sea retenida en la malla No. 200.

#### **02.06.05.03 Material selecto granular**

El material utilizado en esta actividad será el producto de la trituración de grava, piedra natural o roca dura y resistente, que cumpla con los requisitos, como aquí se definen:

- Por lo menos el 50% del material retenido en la malla No. 4 deberá tener como mínimo dos caras fracturadas.
- El material que será sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles (AASHTO-T-96), deberá presentar un desgaste menor del 40%; deberá estar libre de materia orgánica, terrones de arcilla y otros componentes indeseables.
- El índice de plasticidad no será mayor de 6.
- El límite líquido no será mayor de 25.
- El valor de soporte (CBR) del material, determinado mediante el ensayo AASHTO T-193, no deberá ser en ningún caso menor de 90.
- La graduación granulométrica de los materiales será la siguiente:

*Tabla 3 Granulometría del material selecto granular*

Tamiz	% Pasado
1”	100
3/4”	85-100
3/8”	60-80
No. 4	40-65
No. 8	30-50
No. 40	15-30
No. 200	3-10

Todas las características anteriores las deberá cumplirlas el material después de haber sido colocado y compactado en obra y así lo verificará La Supervisión, es decir; que esas serán sus cualidades remanentes y El Contratista tomará para ello las previsiones necesarias. La Supervisión podrá efectuar los controles pertinentes del material en banco.

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la extracción y elaboración de los agregados requeridos, deberán ser aprobados por La Supervisión; esta aprobación no implica la aceptación posterior de los agregados que El Contratista suministre o elabore de tales fuentes ni lo exime de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta Especificación.

Los bancos de explotación de materiales no se limitarán a los propuestos, pudiendo El Contratista seleccionar otras fuentes, que en todos los casos deberán de contar con la aprobación de La Supervisión.

Los procedimientos y equipo de explotación, clasificación, trituración y eventual lavado, así como la forma de almacenamiento, deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si El Contratista no cumpliera con estos requisitos, La Supervisión podrá exigir los cambios que considere necesarios.

#### **02.06.05.04 Material filtrante**

El material permeable para uso en rellenos de zanjas; bajo, alrededor o sobre subdrenes, así como también el material adecuado para capas permeables, u otros usos como drenaje subterráneo, deberá estar conformado por arena, grava o material triturado o mezcla de estos materiales y deberá estar envuelto en geotextil no tejido con abertura equivalente al tamiz No. 200.

Las partículas deberán ser sanas, duras, limpias y libres de materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias desmenuzables. El material deberá ser estrictamente graduado entre 1.5” y 3” y que no presenten una angulosidad acentuada que pueda dañar el geotextil.

#### **02.06.05.05 Medida y pago**

El cálculo para el pago del relleno se hará en metros cúbicos en base a los materiales usados hasta las líneas hasta las cuales se midió la excavación para estructura de acuerdo con las líneas, pendientes y dimensiones prescritas y mostradas en los Planos o indicados por La Supervisión. El pago por los trabajos de relleno se hará al precio unitario fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Este precio unitario para los trabajos de relleno incluirá todos los costos del movimiento posterior de los materiales producto de la excavación en las estructuras o de obtener el material para relleno en las áreas de préstamo, la excavación del material de las áreas de préstamo y el transporte del material hasta el sitio del relleno y la compactación del material con el equipo necesario, la compactación del material cercano a la estructura con equipo de operación manual, el mezclado y el rastrillado, si fuera necesario, y por el costo de todos los otros trabajos conexos según se estipula en esta Cláusula.

#### **02.06.06 Relleno de enrocado**

##### **02.06.06.01 General**

El relleno de enrocado deberá ser construido a las líneas y niveles mostrados en los planos o como sea indicado por La Supervisión y consistirá en un dique de material pétreo compactado dispuesto en diferentes zonas:

- Zona 1: material impermeable o de baja permeabilidad
- Zona 2: filtros y zona de transición directamente debajo de la pantalla de concreto
- Zona 3: relleno de enrocado principal

##### **02.06.06.02 Material**

El material aprobado para el enrocado deberá ser una roca dura, consistente, angulosa, triturado de cantera o de piedra natural, con un peso específico no menor que 2.4 y la absorción no debe exceder del 5%. La piedra debe estar libre de laminaciones y clivajes, y no debe disgregarse al



ser expuesta al agua o a la intemperie, surtida en una amplitud de tamaños bien equilibrados que satisfagan los siguientes requisitos de cada zona particular.

El material de enrocado puede ser como la roca proveniente del basamento intrusivo granítico localizada cercana a la carretera CA4 a unos 15Km del sitio de la obra en dirección a Ocotepeque. Los diferentes tamaños de roca deberán ser obtenidos por medio de la correcta operación de voladura en la cantera. Otras fuentes de materiales apropiados podrán ser propuestas por el Contratista y aprobadas por La Supervisión.

### **02.06.06.03 Compactación y equipo de compactación**

Todo el material de enrocado deberá ser abundantemente humedecido en el camión inmediatamente antes de su colocación para mejorar su trabajabilidad y el contacto limpio entre los bloques de rocas más grandes.

Cuando cada capa del material ha sido colocada, la capa deberá ser compactada por cuatro pasadas del rodillo vibratorio. Una pasada del rodillo está definida como “el numero requerido de viajes sucesivos del rodillo vibratorio que, mediante una superposición suficiente, aseguran una cobertura completa de toda la superficie de la capa por el rodillo”. La segunda pasada y las pasadas subsecuentes del rodillo no deben realizarse hasta que cada pasada, como se define arriba, este completada.

El rodillo vibratorio deberá ser remolcado o autopropulsado según lo apruebe La Supervisión y deberá un tambor liso de acero con un ancho no menor a 1.80m, un peso estático mínimo de 10Ton, una fuerza dinámica de 16 Ton cuando esté operando a 1,400 vibraciones por minuto, y una fuerza de aplicación no menor a 13Ton por metro de longitud del tambor de compactación.

Cualquier rodillo remolcado debe tener al menos 90% de su peso transmitido al suelo mediante el tambor de compactación cuando el rodillo este parado en una posición nivelada y enganchado al vehículo tractor.

Los rodillos deben ser operados a velocidades que no excedan 2.4 kilómetros por hora y deberán en todo tiempo durante la compactación ser operadas entre 1,100 y 1,500 vibraciones por minuto.

El contratista proporcionará al Supervisor los datos adecuados sobre los rodillos para verificar el cumplimiento de todos los requerimientos previos, y los rodillos deben estar sujetos a la aprobación de La Supervisión.

La Supervisión puede indicar una reducción en el número de pasadas requeridas para la compactación.

Cada pasada del rodillo deberá ser desplazada de tal forma que el esfuerzo de compactación total sea uniformemente distribuido por el área total. Atención especial debe de ser dada por el Contratista para asegurar que no sea permitida ninguna pasada adicional sobre el área. No será permitido que el rodillo permanezca estático en la zona con el mecanismo vibratorio operando.

El rodillo no debe ser operado a menos de 3 metros de estructuras de concreto con el mecanismo vibratorio operando. Las capas adyacentes a los muros de contención deben ser compactadas poniendo materiales de relleno de una dimensión máxima de 30cm en capas no mayores a 45cm de espesor, y compactando en cuatro pasadas hechas con el mecanismo vibratorio no operando.

#### **02.06.06.04 Medida y pago**

La medida, para el pago del relleno de enrocado será hecha por material compactado en el sitio a las líneas, pendientes y niveles indicados en los planos y aprobados por La Supervisión. El pago por rellenos de enrocado será realizado al precio unitario por metro cubico de la oferta para cada zona indicada, cuyo precio unitario incluirá todos los costos de carga, transporte, colocación y compactación en capas de los materiales de relleno de enrocado.

#### **02.06.06.05 Zona 1A**

##### *i General*

El material de Zona 1A será el proveniente de la excavación de la cimentación para la presa o de la calle de acceso constituido por material más fino de roca pulverizada que puede estar combinada con cascajo con tamaños no mayores a Ø100mm, pudiendo contener material arcilloso de suelo sin materia vegetal. Este material se colocará sin compactación estructural pero adecuadamente conformado por la maquinaria de construcción. El material utilizado para relleno impermeable, la cantidad de este, y la manera de colocarlo deben ser sujeta a aprobación.

*ii Compactación*

Al compactar relleno impermeable es requerido que el material sea depositado en capas uniformes y compactado como se especifica en esta sección. La distribución de los materiales debe ser tal que el material compactado sea homogéneo y libre de lentes, bolsas u otras imperfecciones.

El material deberá ser depositado en capas horizontales no mayores a 20cm de espesor después de ser compactadas. Las operaciones de excavación y colocación que el material al ser compactado será mezclado lo suficiente para asegurar la mejor practicidad para el grado de compactación, impermeabilidad y estabilidad.

Previo a y durante las operaciones de compactación, el material debe tener el contenido de humedad óptimo requerido para el propósito de compactación, determinado por el Contratista y el contenido de humedad debe ser uniforme por toda la capa.

En la medida de lo posible, según lo determine La Supervisión, la humidificación del material debe ser realizado a el lugar de la excavación, pero dicha humectación debe ser complementada por aspersión en el lugar de la compactación de ser necesario. Si el contenido de agua es menor al óptimo para compactación, las operaciones de compactación deben ser retrasadas hasta que el material haya obtenido el contenido de humedad optima, ningún reajuste en el precio será realizado a cuenta de cualquier operación por el Contratista en el secado del material o a cuenta de retrasos ocasionados por el mismo.

Cuando el material ha sido acondicionado como se especifica previamente, debe ser compactado con las orugas del equipo utilizado para acomodar el material el cual debe tener un peso no menor a 20 ton.

La densidad seca de la fracción del suelo en el material compactado no debe ser menor al 85% de la densidad máxima estándar del suelo (seco) del laboratorio determinado por la prueba de compactación Proctor para materiales que están siendo compactados. Las superficies finales deberán ser compactadas utilizando rodillos lisos

*iii Medida y pago*

La medida, para el pago, de rellenos impermeables será hecha del material en el sitio sobre la estructura a las líneas, pendientes y niveles indicados en los planos. El pago por rellenos impermeables será realizado al precio unitario por metro cubico de la oferta, cuyo precio unitario incluirá todos los costos de carga, transporte, colocación y compactación en las capas de los materiales de relleno impermeable.

**02.06.06.06 Zona 2A**

*i General*

El material de la zona 2A deberá ser grava triturada según lo indicado en la Sub-Cláusula 02.06.05.03 más atrás y deberá ser colocado a las líneas y niveles indicados en los planos de manera que la cara expuesta sea uniforme, sin protuberancias ni hundimientos, cuidadosamente compactado y conformado para formar un sustrato firme y consistente para la colocación de la pantalla de concreto.

*ii Ejecución*

El material deberá ser colocado en condición húmeda en el rango del 4% al 10% de contenido de agua. El contenido de agua no debe ser tan alto como para que impida la operación de equipo de compactación en material firme.

El material debe ser colocado en continuidad en capas aproximadamente horizontales con un espesor compactado no mayor que 30cm. Las cargas sucesivas de material deben ser vertidas de tal forma que asegure la mejor distribución practica del material y minimice la segregación como lo indique La Supervisión. El material deberá ser descargado y nivelado de manera aprobada antes de la compactación.

El relleno no deberá ser situado contra concreto nuevo hasta que el concreto ha sido colocado en el lugar por al menos 28 días.

El material deberá ser compactado como se indica en la Sub-Cláusula 02.06.06.01 más atrás. El relleno de la zona 2A deberá mantenerse aproximadamente al mismo nivel en el que avanza la colocación del relleno de las demás zonas.

*iii Medida y pago*

La medida para el pago de relleno de enrocado de la Zona 2A será como se indica en la Sub-Cláusula 02.06.06.01 más atrás.

**02.06.06.07 Zona 3A**

*i General*

El material de enrocado de la zona 3A deberá consistir en fragmentos de roca angulosos razonablemente bien clasificados entre 10cm y 30cm en la máxima dimensión de los fragmentos individuales. El enrocado podrá contener material menor a 10cm de tamaño en cantidades que no exceda la cantidad requerida para llenar los vacíos en las rocas más grandes. Los fragmentos individuales de roca mayores a 30cm pueden ser empotrados en el enrocamiento a menos de 2 metros de la pendiente de aguas abajo del enrocado.

*ii Ejecución*

El enrocado de la zona 3A deberá ser colocadas en capas con espesores iguales a los de la zona 2A. El enrocado de la zona 3A que esté en contacto inmediato a la zona 2A deberá ser del material de roca más fina. La anidación de material rocoso conteniente de vacíos no debe tener contacto a la zona 2A. En caso de que ocurran tales vacíos, el Contratista deberá eliminar los vacíos rastrillando los materiales más grandes o con otro método aprobado.

El material de enrocado deberá ser colocado en continuidad, en capas aproximadamente horizontales con un espesor de compactado no mayor a 30cm. En aquellas porciones donde el ancho del enrocado sea menor a 3 metros, el espesor de la capa sin compactar puede ser requerido a ser menor de 30cm.

El material deberá ser compactado como se indica en la Sub-Cláusula 02.06.06.01 más atrás. El relleno de la zona 3A deberá mantenerse aproximadamente al mismo nivel en el que avanza la colocación del relleno de las demás zonas.

*iii Medida y pago*

La medida y el pago de relleno de enrocado de la Zona 3A será como se indica en la Sub-Cláusula 02.06.06.01 más atrás.

### **02.06.06.08 Zona 3B**

#### *i General*

El material de enrocado de la zona 3B deberá consistir en fragmentos de roca angulosos razonablemente bien clasificados entre 30cm y 60cm en la máxima dimensión de los fragmentos individuales. El enrocado podrá contener material menor a 30cm de tamaño en cantidades que no exceda la cantidad requerida para llenar los vacíos en las rocas más grandes. Los fragmentos individuales de roca mayores a 60cm pueden ser empotrados en el enrocamiento a menos de 2 metros de la pendiente de aguas abajo del enrocado.

#### *ii Ejecución*

El material de enrocado deberá ser colocado en continuidad, en capas aproximadamente horizontales con un espesor de compactado no mayor de 30 o 60cm, según sea aprobado por La Supervisión. El enrocado de la zona 3B que esté en contacto inmediato a la zona 3A deberá ser del material de roca más fina.

El material deberá ser compactado como se indica en la Sub-Cláusula 02.06.06.01 más atrás. El relleno de la zona 3B deberá mantenerse aproximadamente al mismo nivel en el que avanza la colocación del relleno de las demás zonas.

#### *iii Medida y pago*

La medida y el pago de relleno de enrocado de la Zona 3B será como se indica en la Sub-Cláusula 02.06.06.01 más atrás.

### **02.06.06.09 Zona T**

#### *i General*

El material de enrocado de la zona T será el proveniente de la excavación de la calle de acceso. La roca de base en sitio es una toba volcánica suave de fácil excavación que tiende a pulverizarse, las porciones más duras o tobas del tipo ignimbritas que se encuentran en algunos tramos puede ser apropiada para el núcleo central. La configuración final de la zona central deberá ser determinada por La Supervisión en el sitio según sean la calidad y cantidad de roca apta para el núcleo central proveniente de las excavaciones en tobas suaves o ignimbritas.

El material deberá consistir en fragmentos de roca dura y de la mejor calidad aprobada por La Supervisión en las mismas dimensiones de aquellos indicados para la zona 3B.

*ii Ejecución*

El material de enrocado deberá ser colocado en continuidad, en capas aproximadamente horizontales con un espesor de compactado no mayor de 30 o 60cm, según sea aprobado por La Supervisión.

El material deberá ser compactado como se indica en la Sub-Cláusula 02.06.06.01 más atrás. El relleno de la zona T deberá mantenerse aproximadamente al mismo nivel en el que avanza la colocación del relleno de las demás zonas.

*iii Medida y pago*

La medida y el pago de relleno de enrocado de la Zona T será como se indica en la Sub-Cláusula 02.06.06.01 más atrás, excepto que no se reconocerá pago por el costo de carga, transporte y colocación del material proveniente de la excavación de la calle de acceso.

## **02.06.07 Pedraplén**

### **02.06.07.01 General**

Consiste en el suministro e instalación de piedra colocada a mano o por medio de equipo de terracería construido de acuerdo con las siguientes especificaciones y en conformidad razonable con las líneas y niveles mostrados en los planos o como lo indique La Supervisión.

El material para pedraplén debe ser resistente, durable, triturado de cantera o de piedra natural, con un peso específico no menor que 2.4 y la absorción no debe exceder del 5%. La piedra debe estar libre de laminaciones y clivajes, y no debe disgregarse al ser expuesta al agua o a la intemperie, surtida en una amplitud de tamaños bien equilibrados que satisfagan los siguientes requisitos:

- Excepto cuando fuese especificado de modo distinto en los planos especiales, todas las piedras deberán tener un volumen mayor de 15 litros.
- Para el pedraplén colocado a mano no menos del 75% del volumen total del pedraplén, deberá consistir en piedras con volumen mayor de 30 litros.

- Para el pedraplén colocado por medio de maquinaria, no menos del 50% del volumen total del mismo deberá consistir en piedras con un volumen de cuando menos 300 litros que sean visualmente determinados por La Supervisión o mediante mediciones físicas.

#### **02.06.07.02 Instalación**

Deberá ser excavado un lecho de cimentación o como fuese ordenado por La Supervisión. Las piedras deberán colocarse planas sobre lechos firmes, y bien aseguradas con líneas de juntura quebrada. Por lo general, las piedras de mayor tamaño se deberán colocar en la parte inferior de la estructura, y las cavidades deberán ser evitados lo más posible. Las lascas que sean de menos tamaño que el mínimo especificado para las piedras del pedraplén deberán utilizarse para acuñar sólidamente las piedras más grandes en sus sitios y también para rellenar sólidamente las cavidades entre las piedras grandes al ser colocadas en el pedraplén.

La cara expuesta de la masa de piedra deberá quedar razonablemente uniforme, sin resaltes mayores de 30 cm en los pedraplenes colocados por medio de maquinaria o 15 cm en los colocados a mano más allá de la línea de la estructura (sin anchura adicional para la excavación) indicada en los planos o fijada por La Supervisión.

#### **02.06.07.03 Medida y pago**

La medida para el pago del pedraplén será en metros cúbicos realmente colocados y aprobados por La Supervisión medidos en la obra. El pago por el pedraplén será realizado al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valorada y cuyo precio será la compensación total por todos los materiales, mano de obra y equipos de El Contratista necesario para la ejecución de esta actividad.

### **02.06.08 Bancos de material de préstamo**

#### **02.06.08.01 General**

Cuando será requerido, el material importado a ser usado para los terraplenes se obtendrá de las áreas de préstamo aprobadas por La Supervisión. El Contratista pagará a los dueños de dichas áreas el costo por el material que se obtendrá de aquellas que sean de propiedad privada según lo indique La Supervisión.



No menos de quince (15) días antes de que El Contratista tenga intenciones de empezar el trabajo para proveerse de los materiales de las áreas de préstamo, presentará a La Supervisión, para su aprobación, los detalles del método que propone para obtener dichos materiales de las áreas de préstamo propuestas.

El Contratista debe efectuar todas las pruebas de laboratorio necesarias a efecto de someterlas a la consideración de La Supervisión y que éste apruebe los bancos propuestos por El Contratista. Estos bancos deberán cumplir con las Requisitos Ambientales.

El Contratista no empezará ninguna parte del trabajo necesario para proveerse de los materiales hasta no haber conseguido la aprobación de La Supervisión.

Los sitios de préstamo serán limpiados y conformados y se retirará todo material orgánico como grama, la capa vegetal y raíces, tal y como se especifica, de manera que los materiales excavados en los bancos de préstamo no contengan restos de troncos, matorrales, raíces, hierbas, terrón, o material que se descomponga.

En cuanto sea posible, el contenido de humedad de los materiales será acondicionado en el banco de préstamo antes de la excavación, por medio de la irrigación del banco de préstamo hasta que el grado óptimo de humedad haya sido introducido, o por medio de la excavación de un drenaje o zanjas para reducir el exceso de humedad.

Al completar la construcción de los terraplenes, El Contratista nivelará dichas áreas de préstamo de tal manera que el nivel de estas sea igual al de las áreas adyacentes, evitando así el estancamiento de agua en las áreas de préstamo. El Contratista será responsable por tomar las medidas de seguridad necesarias en las áreas de préstamo tal y como se estipula en los Requisitos Generales.

#### **02.06.08.02 Medida y pago**

Excepto cuando lo contrario sea indicado específicamente, no se hará pago separado por la preparación, operación y mantenimiento de las excavaciones en las áreas de préstamo, incluyendo la limpieza, excavación, las operaciones necesarias para acondicionar los materiales y cualquier otro trabajo para obtener los materiales para las estructuras de las áreas de préstamo.

Estos precios serán incluidos en los precios unitarios de las actividades correspondientes donde se utilizarán los materiales de las áreas de préstamo de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## **02.06.09 Terraplén de botadero**

### **02.06.09.01 General**

Cuando los materiales producto de las excavaciones no vayan a ser utilizados en la obra o no cumplan con lo exigido en estas especificaciones, como sea indicado por La Supervisión, deberán ser trasladados a los sitios de depósito o botaderos previamente seleccionados y aprobados para tal fin, o como se muestra en los planos para colocar los materiales sobrantes o de mala calidad.

Para la construcción del terraplén se deberá colocar la señalización correspondiente a los caminos de acceso y en la ubicación al lugar de depósito. Los caminos de acceso temporal deberán ser construidos con el menor movimiento de tierra posible y deberán ser provistos por una capa de material balastado. Las áreas designadas para el botadero no deberán ser inestables o áreas de importancia ambiental. El Contratista deberá obtener las autorizaciones correspondientes en las áreas de propiedad privada.

Antes de colocar los materiales excedentes, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que permita soportar el sobrepeso inducido por el terraplén. La capa vegetal removida será colocada en sitios adecuados para su posterior utilización en los procesos de reposición de la capa vegetal y revegetación sobre el terraplén mismo u otras zonas como sea aprobado por La Supervisión. La excavación para la remoción de materiales inestables deberá ser ejecutada en forma escalonada.

El Contratista deberá realizar un completo levantamiento topográfico de toda la zona del terraplén del botadero en su condición original, debiendo planificar, a partir de esta información, la secuencia constructiva de los sistemas de control del agua y la instalación del terraplén de botadero, así como los sistemas de drenaje superficial y las protecciones necesarias para los taludes.

#### **02.06.09.02 Drenaje superficial y subsuperficial**

El material excedente deberá ser colocado sobre un canal de sub-drenaje, como se muestra en los planos o como lo indique La Supervisión. El canal de drenaje subsuperficial consistirá en un relleno granular envuelto en Geotextil con las dimensiones y extensión aprobadas por La Supervisión. El Contratista deberá ejecutar las obras temporales de desvío del agua superficial que puedan escurrir desde las partes altas con la finalidad de mantener el control del agua para la instalación del terraplén de botadero, como se indica en la especificación 02.04 más atrás.

En la medida que avance la colocación del terraplén se deberá implementar las obras de drenaje superficial indicadas en los planos o como sea aprobado por La Supervisión. Las obras de drenaje superficial, tales como las estructuras de canalización y disipación de la energía, así como las excavaciones para los drenajes que deban ser efectuadas en el terreno natural, serán medidos y pagados por separado.

#### **02.06.09.03 Colocación y compactación**

La colocación de los materiales deberá realizarse desde el centro hacia los bordes del terraplén, procurando que los materiales más gruesos como rocas y guijarros queden en las orillas y los materiales más finos permanezcan en el centro del terraplén.

Los materiales serán depositados en una capa horizontal, y el espesor de cada capa después de su compactación en ningún caso será mayor de treinta (30) centímetros. Los terraplenes no serán ensanchados con material suelto arrojado desde su parte superior. El control de humedad de los materiales se hará cuidadosamente, de manera de asegurar un peso unitario del terraplén lo suficientemente alto. Cuando los materiales hayan sido satisfactoriamente acondicionados, serán compactados con el equipo mecánico de compactación hasta lograr una densidad no menor al 90% de la densidad máxima seca de la matriz principal que componga la mezcla a colocar en el botadero o como sea aprobado por La Supervisión.

Los materiales producto de la limpieza y descapote aprobados para su depósito en el terraplén deberán ser colocados en la superficie que quedará expuesta del terraplén de manera que su espesor final no sea superior a 1.0 m y deberá ser instalado de manera simultánea al terraplén, con la debida compactación mecánica y bajo los mismos controles que el resto del terraplén.

Todo el material de desperdicio de concreto que sea aprobado para ser depositado en el terraplén de botadero deberá ser mezclado con material excedente de las excavaciones antes de solidificación, reducido a tamaños convenientes para su adecuada compactación en el terraplén, no se permitirá el depósito de lechadas de cemento directamente sobre el material del terraplén. No se permitirá el depósito de materiales metálicos, residuos derivados del petróleo, productos químicos, o cualquier otro material o sustancia que no sea material proveniente de las excavaciones o concreto.

#### **02.06.09.04 Medida y pago**

No se realizará medida o pago por separado para la limpieza de la zona del terraplén, la carga, acarreo y colocación del material aprobado para ser colocado en el terraplén de botadero y por las obras de conformación de las superficies del terraplén para su adecuado drenaje según esta especificación. El costo de esta actividad deberá estar incluido en las actividades de excavación de las cuales el material sobrante deba ser depositado en el botadero.

La medida para el pago de las obras de drenaje superficial y subsuperficial, las excavaciones para los drenajes, los muros de gaviones, las estructuras de mampostería o concreto, el acero de refuerzo, el tratamiento de re-vegetación y reforestación y la limpieza final, será realizada a las líneas y niveles mostrados en los planos y como sea aprobado por La Supervisión en las unidades correspondientes de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas y su pago será realizado a los precios unitarios correspondientes y en conformidad con las disposiciones aplicables en los documentos de especificaciones que correspondan a cada componente y como sea aprobado por La Supervisión.

#### **02.06.10 Rodadura de grava**

##### **02.06.10.01 General**

Los caminos que deberán ser terminados con grava según indican los Planos, deberá tener una capa compactada de terminado de grava y piedra triturada de un espesor de veinte (20) centímetros o según lo instruya La Supervisión.

A menos que se especifique lo contrario, los materiales para la rodadura de los caminos serán grava natural (10 a 20 mm de diámetro), piedra triturada (de 50 a 100 mm de diámetro), arena

y piedra de cuña (150 a 200 mm de diámetro) de las áreas de préstamo aprobadas por La Supervisión. Los materiales deberán estar libres de vegetales y materia orgánica.

La rodadura, una vez que haya sido completamente compactada, deberá ser conformada a las pendientes y las dimensiones indicadas en los planos u otras dimensiones establecidas por La Supervisión. La colocación y esparcido de materiales deberá empezar en el punto de carga y progresará continuamente sin interrupciones a menos que lo se indique lo contrario. Después de que los materiales para cualquier tramo hayan sido esparcidos, este deberá ser mezclado cuidadosamente, añadiendo agua, si fuera necesario, para obtener un contenido óptimo de humedad. Los materiales de préstamo deberán ser compactados con rodillos previamente aprobados por La Supervisión.

#### **02.06.10.02 Medida y pago**

La medida para el pago de la rodadura de grava de préstamo (Material de Base Granular) se hará por volumen en metros cúbicos y el pago para será realizado al precio unitario fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, y su precio unitario incluirá todos los costos de suministro, carga, acarreo y esparcimiento de los materiales, la compactación y todo lo demás que sea necesario e incidental, incluyendo todos los costos de mano de obra, materiales y plantel constructivo.

#### **02.06.11 Mantenimiento de la subrasante**

Toda subrasante terminada deberá ser verificada para asegurar que las elevaciones y las condiciones de construcción cumplan con las especificaciones del proyecto. La subrasante deberá ser nivelada y recompactada cuando sobre esta circulen vehículos y la hayan dañado, se tendrá que mantener en condiciones óptimas de humedad.

Las áreas que hayan sido terminadas, pero que no cumplan con la compactación óptima, tendrán que ser excavadas hasta la profundidad necesaria y recompactadas con material de igual o mejor calidad que el de la subrasante y se procederá conforme a los requisitos de compactación previamente especificados. La superficie de la subrasante después de los trabajos de compactación será sólida, uniforme, lisa, estable y nivelada en su totalidad cumpliendo con la pendiente y la sección transversal propuesta.

## **02.06.12 Bases para pavimento**

La base de pavimento es una estructura de capas sucesivas de material de banco seleccionado que se conforma sobre la subrasante cuya función es soportar cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales.

El Contratista deberá someter los materiales del banco a utilizar como base de pavimentos, a la certificación de un laboratorio independiente; este certificado será firmado por el productor del material, La Supervisión y El Contratista, certificando que los materiales cumplen o exceden con los requerimientos inherentes.

Si los bancos de materiales cercanos a la obra no cumplen estrictamente con las características que se anotan, se comunicará a La Supervisión para proponer un banco o una mezcla de materiales de bancos, que cumplan con las especificaciones y que se ordene su evaluación, con base en la información de laboratorio.

### **02.06.12.01 Subbase**

El Contratista deberá proveer e instalar el material de subbase para pavimentos a las líneas, espesores y pendientes mostradas en los planos o como lo indique La Supervisión.

La relación del porcentaje en peso que pasa la malla 40, no debe ser superior a 65% y cumplir, además, con las siguientes condiciones:

Los materiales a ser utilizados en la subbase deben presentar un índice de soporte California (CBR) igual o mayor al 40% y una expansión del 1% siendo estos índices determinados por el ensayo AASHTO T-193 con la energía de compactación del ensayo AASHTO T-180-D y para la densidad seca correspondiente al 97% de la máxima determinada en este ensayo.

Cuando por motivos de orden económico de disponibilidad de materiales, el CBR mínimo no es alcanzado, La Supervisión podrá disponer de una energía de compactación mayor, hasta el 100% del ensayo arriba indicado; si aun así el valor de 40% no es alcanzado, este podrá ser reducido por el mínimo de 20% con la correspondiente revisión del diseño del pavimento.

La granulometría del material para subbase deberá encuadrarse dentro de una de las fajas granulométricas indicadas a continuación. La Supervisión podrá aprobar otras granulometrías,

pero en ningún caso el diámetro máximo del material podrá ser mayor que 7cm, ni las partículas que pasen el tamiz No 200 en porcentaje en peso serán superiores al 30%.

*Tabla 4 Características de los materiales de subbase*

TAMIZ	TIPO DE GRADACIÓN		
	A	B	C
3"	100	100	100
2 ½"	90-100	95-100	90-100
No. 4	35-70	40-90	50-100
No. 200	0-20	0-25	0-30

El agregado retenido en el tamiz No 10 debe estar constituido por partículas duras y durables, exentas de fragmentos blandos, alargado o laminado, así como materias orgánicas, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales.

El material para subbase no deberá presentar índice de plasticidad mayor que 6 (LP menor o igual a 6) y limite liquido mayor que 25 (LL menor o igual a 25). Podrá admitirse un LP menor o igual a 8, siempre que el equiva-lente arena sea mayor que 20.

Los ensayos de granulometría e índices de plasticidad, de limite líquido, limite plástico se deberán efectuar según los métodos AASHTO T-27 T-89 y AASHTO T-90 respectivamente.

El Contratista no deberá tomar la decisión de cambiar bancos de material durante la ejecución de la obra sin autorización previa y por escrito de La Supervisión.

#### **02.06.12.02 Base**

El Contratista deberá proveer e instalar el material de base para pavimentos a las líneas, espesores y pendientes mostradas en los planos o como lo indique La Supervisión.

La relación de porcentaje en peso que pasa la malla No. 200 al que pasa la malla No. 40, no debe ser superior a 65% y cumplir, además, con las siguientes condiciones:

##### *a) Granulometría*

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua, bien gradada (sin inflexiones notables) según la fórmula de trabajo de dosificación aprobada por

La Supervisión y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en la siguiente tabla

*Tabla 5 Requerimientos de granulometría para los materiales de base*

TAMIZ	TIPO DE GRADACIÓN			
	A	B	C	D
50mm (2")	100	100	-	-
25mm (1")	-	75-95	100	100
9.5mm (3/8")	30-65	40-75	50-85	65-100
4.75mm (No. 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm (No. 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm (No. 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm (No. 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

La curva de gradación “A” deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o mayor a 3000msnm

*b) Soporte*

El material de base deberá cumplir con las siguientes especificaciones mecánicas:

*Tabla 6 Requerimientos CBR para los materiales de base*

REQUISITOS DE SOPORTE		
Valor Relativo de Soporte CBR <sup>1</sup>	Tráfico ligero y medio	≥80%
	Tráfico pesado	≥100%

La franja por utilizar será establecida por La Supervisión.

Para prevenir segregaciones y garantizar niveles de compactación y resistencia exigidos en la presente especificación, el material que provea el Contratista deberá dar lugar a una curva

<sup>1</sup> Referido al 100% de la Densidad Máxima Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5mm)



granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja a utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa. El índice de soporte California (CBR) será determinado por el ensayo AASHTO T-193 con la energía de compactación del ensayo AASHTO T-180-D y para la densidad seca correspondiente al 97% de la máxima determinada en este ensayo.

### **02.06.12.03 Ejecución de bases para pavimentos**

El Contratista deberá verificar que la capa de base se construya con el espesor y compacidad indicados, esté libre de encharcamientos superficiales y llevar las pendientes y las elevaciones indicadas en proyecto.

El Contratista deberá ejecutar la construcción de la capa de base en una forma tal, que la superficie pueda drenar fácilmente durante todo el tiempo y a la vez, prevenir que el escurrimiento de áreas adyacentes drene sobre la capa de base en construcción, protegiéndola una vez aprobada su compactación, con un riego de imprimación de material asfáltico.

Se deberán compactar los materiales de la base a no menos de 95% del peso específico seco máximo como se determina en la norma ASTM-D698.

El material de base deberá de cumplir con los requerimientos de graduación de agregados para base triturada, utilizando como alternativa, materiales con mayor cantidad de finos estabilizados con cemento en la proporción indicada por el laboratorio, en el caso de no existir materiales granulares en la región con características de base de pavimentos.

En el caso de daños a la capa de base, por excavaciones para alojar instalaciones y/o por tránsito de vehículos de construcción durante la ejecución de la obra, se deberán restituir con cargo a El Contratista, las zonas dañadas.

### **02.06.13 Estabilizaciones**

#### **02.06.13.01 General**

Las estabilizaciones se ejecutarán en los siguientes casos y siempre bajo autorización expresa de La Supervisión:

- a) En materiales que formen la capa subrasante, para su mejoramiento, dichos materiales pueden ser:
  - a. Materiales con alto contenido de finos
  - b. Arcillas muy plásticas
  - c. Arcillas expansivas
  - d. Suelos con materia orgánica
  - e. Suelos de baja resistencia.
- b) En materiales existentes para la construcción o reconstrucción. Cuando es viable la reutilización de materiales existentes, pero con el refuerzo de un agente estabilizante, propuestas de materiales de refuerzo, propuestas por el geotecnista de acuerdo con el criterio.
- c) En material procedente de uno o más bancos. Cuando a partir de un estudio de bancos no se detecta un buen material y en consecuencia el geotecnista determina la necesidad de utilizar material de bancos cercanos que no alcanzan los requerimientos del proyecto y recomienda estabilizar los materiales de dicho banco.
- d) En la utilización de muros y taludes reforzados. Cuando para estabilizar un muro se requiera reforzar las capas de suelo.

Un material susceptible de estabilizarse deberá tener las siguientes características:

- Índice plástico mayor de 45
- Índice plástico menor de 10
- Límite líquido mayor de 60
- Contenido de material orgánico menor de 3%, los suelos con mayor contenido orgánico deben ser retirados.

#### **02.06.13.02 Materiales**

Las estabilizaciones deberán ser tratadas con los siguientes materiales:

- Cal o aditivos electroquímicos
- Cemento Portland
- Ceniza volante
- Agregados gruesos

- Agregados finos
- Material del lugar reutilizable
- Geo-sintéticos manufacturados a partir de hilos de polipropileno de alta resistencia

Los materiales para las estabilizaciones se indican en los planos o serán definidos por La Supervisión.

#### **02.06.13.03 Pruebas de control de calidad**

El Contratista deberá remitir a La Supervisión muestras suficientes de todos los materiales y mezclas propuestas para las estabilizaciones con el fin de realizar las pruebas de control de calidad.

La Supervisión deberá remitir las muestras al laboratorio de control de calidad para la verificación de los requerimientos especificados en los planos para los rellenos, terraplenes, subbases o bases, según sea el material que sea necesario estabilizar. El diseño final de las estabilizaciones será remitido por La Supervisión dentro de un plazo razonable según el tiempo establecido en las normas aplicables para cada prueba.

Los materiales una vez estabilizados, deberán compactarse mínimo al 95% de su peso volumétrico seco máximo, salvo que en los planos se fije un grado diferente de compactación.

#### **02.06.13.04 Ejecución**

##### *i Tratamiento de la mezcla*

Los materiales seleccionados para la estabilización se mezclarán en seco hasta obtener una mezcla uniforme. Se formará un camellón que se abrirá para depositar y distribuir el producto estabilizado de acuerdo con las cantidades fijadas por el proyecto, cerrando inmediatamente el camellón.

Se deberá utilizar equipo adecuado para agregar el agua o los materiales asfálticos en la cantidad que fije el proyecto, hasta obtener una mezcla homogénea luego se extenderá la mezcla húmeda en el espesor que fije el proyecto.

*ii Compactación final*

El Contratista deberá proceder a compactar la mezcla en las capas indicadas según las recomendaciones de La Supervisión hasta lograr la terminación nivelada a las líneas y pendientes indicadas en los planos y con la compactación especificada.

**02.06.13.05 Medida y pago**

La medida para el pago de este concepto será realizada como sea indicado por La Supervisión. El Pago para este concepto será realizado en conformidad con la Sub-Cláusula 13.6 de las CGC.

**02.06.14 Filtro de arena y grava**

**02.06.14.01 General**

Filtros graduados de arena y grava serán colocados para subdrenajes y lloraderos como lo muestran los Planos o según lo indique La Supervisión. Todos los materiales para los filtros deberán ser suministrados por El Contratista.

La zanja para el filtro de subdrenajes deberá ser excavada a las líneas, formas y dimensiones que estipulan los Planos o según lo indique La Supervisión. No se permitirá la Sobre-Excavación que afecte los cimientos de las estructuras. Cualquier material fuera de las líneas requeridas que sea afectado deberá ser retirado y reemplazado por cuenta de El Contratista.

La arena y la grava serán colocadas y apisonadas en su lugar de manera que no haya posibilidad de que se mezclen la arena y la grava en el filtro o con el material de los cimientos o el relleno y que dicha colocación y apisonado no romperá o romperá el geotextil de recubrimiento entre el concreto o el relleno y el filtro de arena/grava. La arena graduada será colocada y apisonada a las dimensiones que estipulen los Planos o según lo indique La Supervisión.

Los materiales para los filtros serán los siguientes:

- 1) La grava deberá ser grava limpia, bien graduada de un tamaño de cinco (5) a cuarenta (40) milímetros, conforme al tamaño nominal 1½” ~ No. 4 del agregado grueso especificado para concreto en la Cláusula 02.08.01 más adelante.
- 2) La arena deberá estar libre de arcilla u otro material deletéreo y deberá ser arena gruesa con un porcentaje pasando el tamiz No. 4 no mayor a 3%.

#### **02.06.14.02 Medida y pago**

El cálculo del filtro de arena y grava se hará por volumen en metros cúbicos del material puesto en su lugar como se estipula en los Planos o según lo indique La Supervisión. El pago por el filtro de arena y grava se hará a los precios unitarios por metro cúbico establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho precio unitario incluirá todos los costos de suministro, colocación y compactación de los materiales, y todo lo que de allí resulte necesario.

#### **02.06.15 Cubierta de grama**

##### **02.06.15.01 General**

El Contratista deberá colocar una cubierta de grama en las laderas de los terraplenes o en la excavación indicada en los planos o por La Supervisión, la grama u otras plantas aprobadas por La Supervisión y utilizadas para protección de las laderas deberán ser de la mejor calidad disponible en la localidad, lo mismo que de una especie adecuada para la superficie de tierra que se desea cubrir. La grama y las otras plantas aprobadas deberán tener el tallo y las raíces vivas y saludables, y deberán ser obtenidas de tierra que está cubierta por una capa espesa de vegetación y que tenga condiciones similares. La grama usada deberá estar libre de hierbas y plantas indeseables. Cuando la grama se recorte, su altura no deberá ser mayor de diez (10) centímetros, y deberá tener tierra adherida a las raíces cuando sea sembrado.

La grama será sembrada dentro de las siguientes 24 horas de que se hayan hecho el corte, en líneas continuas en las laderas del terraplén o en la excavación o donde lo indique La Supervisión. El agua será aplicada a las áreas con grama inmediatamente después de la colocación de la grama como sea razonablemente posible con el equipo aprobado.

El Contratista deberá proteger el área sembrada durante el tiempo en el cual la vegetación se esté estableciendo. Si hierbas objetables u otra planta indeseable amenazan con afectar las especies sembradas, dicha vegetación será retirada del área.

##### **02.06.15.02 Medida y pago**

La medida para el pago por la colocación de la grama se hará en metros cuadrados de superficie del terreno realmente cubiertas por grama y autorizadas por La Supervisión. El pago por la cubierta de grama se hará al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de

Obra Valoradas. El precio deberá incluir toda la mano de obra, el equipo y los materiales necesarios para completar el trabajo, y para cortar, transportar, sembrar y dar mantenimiento a las plantas, lo mismo que todos los otros trabajos relacionados.

### **02.06.16 Relleno y cama de arena**

Para los cimientos del fondo de los elementos de concreto prefabricado y tuberías, se construirá una cama de arena tal y como se muestra en los Planos o como lo indique La Supervisión. La arena utilizada deberá estar libre de arcilla u otro material de desperdicio. La capa de la cama de arena deberá ser cuidadosamente compactada a satisfacción de La Supervisión.

A menos que se especifique lo contrario, el material de la cama de arena deberá ser arena gruesa que satisfará el siguiente requisito o la dirección de La Supervisión:

$$P \leq 3\%$$

Donde: P; porcentaje por peso que pase el tamiz de 0.074 mm

El espesor de dicha cama después de su compactación usando equipo operado a mano aprobado por La Supervisión será conforme a las pendientes y las dimensiones mostrados en los Planos o de otra manera indicados por La Supervisión.

#### **02.06.16.01 Medida y pago**

El cálculo del relleno de arena será hecho de acuerdo con el volumen en metros cúbicos del material en el sitio como especifican los Planos o como lo indique La Supervisión. El pago por la cama de arena se hará al precio unitario fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho precio incluirá todos los costos de suministro, colocación y compactación, los materiales y todo lo que de allí resultare necesario.

### **02.06.17 Control de calidad para terracería**

#### **02.06.17.01 General**

El Contratista deberá efectuar el análisis de sus materiales de préstamo, desde la etapa de concurso, para verificar que éstos cumplen con los requisitos de proyecto. Cuando un contratista indique un precio por cualquier material de banco, está aceptando que dicho precio es el del material que se solicita en las especificaciones del proyecto y en los planos respectivos, por lo

que cualquier cambio de banco o de proveedor durante la ejecución de la obra, debido a la falta de calidad de dichos materiales, no implicará ningún aumento en el precio originalmente cotizado. El Contratista no podrá transferir hacia El Contratante las variaciones en el costo de adquisición de los materiales de banco. No se podrá emplear material alguno sin la autorización expresa de La Supervisión, quién corroborará que las propiedades del producto cumplan con las especificaciones del proyecto.

Un estudio completo de calidad de suelos tiene una duración aproximada de siete días, cualquier cambio de material, durante el proceso de construcción, debe plantearse oportunamente para que el laboratorio lleve a cabo su análisis y de este modo evitar atrasos en el programa de avance de la obra y tiempos muertos del equipo. La falta de planeación en la solicitud del estudio de laboratorio es responsabilidad exclusiva de El Contratista.

#### **02.06.17.02 Pruebas de laboratorio**

El Contratante delegará a La Supervisión la ejecución de todas las pruebas de control de calidad que a su juicio sean necesarias para la correcta ejecución de la terracería. La Supervisión deberá preparar los reportes que indiquen la localización, elevación y los resultados de cada prueba que se realice. Los resultados serán transmitidos a El Contratista en un plazo no mayor a 24 horas. En caso de que los resultados no cumplan con las especificaciones, La Supervisión podrá ordenar las correcciones pertinentes, ya sea rechazando el material propuesto, solicitando mezclas adicionales o removiendo las capas de material compactado no conforme a estas especificaciones o a lo indicado en el plano y a juicio de La Supervisión. Los costos ocasionados por el reemplazo del material no conforme, el diseño de mezclas granulométricas y de volver a realizar las pruebas debido a fallas o resultados negativos en las mismas, deberán ser cubiertos por El Contratista sin costo adicional para a El Contratante.

Si los requisitos de compactación no son cumplidos durante el proceso de construcción, las áreas cuyas pruebas de compactación resulten deficientes tendrán que escarificarse, humedecerse, mezclarse, tenderse y compactarse hasta obtener los resultados requeridos, sin costo adicional para El Contratante, llevando un control topográfico en el espesor de las capas de relleno. El Contratista deberá facilitar el libre acceso a los técnicos de control de calidad a cualquier lugar de la obra que se requiera y a todos los materiales a solicitud verbal de La Supervisión.

Todas las pruebas y análisis de laboratorio de los materiales de banco deben ser llevados a cabo de conformidad con los procedimientos estándares de la ASTM según se indica en la cláusula 02.06.17.03 más adelante. Para la aceptación o rechazo de un material de banco, de un producto de corte o de una mezcla de materiales, se debe llevar a cabo el estudio de calidad correspondiente. Dicho estudio comprende las siguientes pruebas:

- Tamaño máximo de partículas sólidas
- Porcentaje de partículas de menos de 3”
- Curva granulométrica completa
- Límite líquido
- Límite plástico
- Contracción lineal
- Clasificación UCS y AASHTO
- Peso específico seco y saturado
- Densidad máxima y humedad óptima.

En materiales con calidad de Subbase y base hidráulica se deben efectuar adicionalmente mediciones de:

- Porcentaje de partículas de menos de 2”
- Equivalente de arena
- Desgaste Los Ángeles

#### **02.06.17.03 Normas de referencia**

Todos los ensayos de laboratorio deberán estar referenciados a las siguientes normas:

Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) última edición.

- ASTM D422 Método de análisis de tamaño de partículas de suelos.
- ASTM D698 Prueba de relación humedad-densidad de suelos, utilizando un apisonador de 2.5 kg, y una caída del mismo de 304.8 mm (prueba Proctor Estándar).
- ASTM D1556 Prueba de peso volumétrico de suelos en el lugar por el método del cono de arena.



- ASTM D1557 Prueba de relación humedad-densidad de suelos, utilizando un apisonador de 2.5 kg, y una caída del mismo de 457mm. (Proctor Modificado).
- ASTM D1559 Prueba de resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas usando el aparato Marshall.
- ASTM D2167 Pruebas para densidad de suelos en el lugar por el método Rubber Ballon.
- ASTM D2216 Determinación por laboratorio del contenido de humedad del suelo.
- ASTM D2487 Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería.
- ASTM D2922 Pruebas de densidad de suelos y agregados en el lugar por métodos nucleares (poca profundidad).
- ASTM D3017 Pruebas de contenido de humedad de suelos y agregados en el lugar por métodos nucleares (poca profundidad).
- ASTM D4318 Pruebas para el límite plástico, límite líquido e índice plástico de suelos.
- ASTM C25 Análisis químico de cal-viva, caliza, y cal hidratada.
- ASTM C110 Pruebas físicas de cal-viva y cal hidratada por el método del cedazo mojado.
- ASTM C618 Especificaciones para ceniza volátil de puzolana natural o calcinada para usarse como agregado mineral en el concreto a base de cemento Portland.
- ASTM C977 Cal viva y cal hidratada para estabilización de suelos.

Asociación Americana de Caminos Estatales y Transporte Oficial (AASHTO), última edición.

- T88 Estudio de mecánica de suelos

#### **02.06.17.04 Programa de pruebas de control de calidad**

La Supervisión podrá ordenar la ejecución de todas las pruebas de control de calidad que a su juicio sean necesarias para la correcta ejecución de la terracería, sin embargo, sin perjuicio de lo anterior, se establece el siguiente programa mínimo de pruebas de control de calidad para asegurar la representatividad de los trabajos de terracería.

Tabla 7 Programa de pruebas de control de calidad para terracería

CONCEPTO	FRECUENCIA	
	EN RELLENO Y SUB-RASANTE	EN SUB-BASE Y BASE
<b>PRUEBAS DE LABORATORIO<sup>2</sup></b>		
Todas las Pruebas	1 @ 1500 m <sup>3</sup>	1 @ 4500 m <sup>3</sup>
Proctor Estándar	1 @ 150 m <sup>3</sup>	1 @ 600 m <sup>3</sup>
<b>DENSIDAD IN SITU<sup>3</sup></b>		
Con cono de arena	1 @ 180 m <sup>2</sup>	1 @ 200 m <sup>2</sup>
Con Densímetro nuclear	1 @ 45 m <sup>2</sup>	1 @ 50 m <sup>2</sup>

Cuando la compactación sea laminar (Rodillo liso) la capa no excederá de 20 cm de espesor compactados. Cuando la compactación sea de penetración (Rodillo dentado Pata de Cabra) la capa no excederá a 30 cm de espesor compactados.

Las pruebas o ensayos de densidad de los materiales del sitio que serán usados para construcción deberán hacerse de acuerdo con uno de los siguientes métodos o estándares como parte de las pruebas de construcción requeridas:

- a) Método de cono-arena ASTM D1556
- b) Método de Rubber Balloon ASTM D2167
- c) Método nuclear ASTM D 2922 (B-Transmisión directa)

El Contratista deberá proporcionar los datos de los proveedores de cada material y especificar el tipo y la fuente de cada material. Cualquier cambio de proveedor durante el trabajo requerirá la aprobación de La Supervisión.

<sup>2</sup> Por cada tipo de material o banco de préstamo

<sup>3</sup> Por cada capa de 20 cm a cada 20 m<sup>2</sup>

## **02.07 Obras de protección y tratamiento de la cimentación**

### **02.07.01 Refuerzo de malla electrosoldada**

#### **02.07.01.01 General**

La malla electrosoldada deberá ser suministrada e instalada contra la superficie de la roca excavada como se muestre en los planos donde sea requerida para el refuerzo de la protección de la superficie con concreto lanzado y como lo apruebe La Supervisión.

#### **02.07.01.02 Materiales**

##### *i Malla electrosoldada*

La malla electrosoldada deberá de acero corrugado grado 70 y se ajustará a los requisitos de la ASTM A-1064. El espaciamiento de la malla deberá ser de 10cms por lado y el alambre deberá ser calibre No. 8 SWG (Ø4.11mm) en ambos sentidos.

##### *ii Pernos Expansores Intermedios y Tuercas*

Los pernos expansores para el soporte de la malla electrosoldada en puntos intermedios entre los pernos de anclaje de la roca deberán tener una longitud de 45cms y deberán ser pernos de acero con un mecanismo de anclaje expansivo de 2.0cms y deberán de conformarse a la Sub-Cláusula 02.18.04 más adelante. Las tuercas deberán ser tuercas hexagonales de alta resistencia.

##### *iii Placas de Apoyo*

Las placas de apoyo para sujetar la malla electrosoldada a los pernos expansores intermedios deberán ser placas planas de acero con dimensiones no menores a 10 por 10 centímetros con un espesor de 6.35mm. (1/4”).

#### **02.07.01.03 Instalación**

Donde las condiciones de la roca requieran malla electrosoldada, la malla deberá ser colocada al mismo tiempo que los pernos de anclaje para la roca. La malla deberá ser instalada entre la superficie de la roca y las placas de apoyo.

Donde las condiciones lo garanticen y donde se apruebe por La Supervisión, la malla electrosoldada deberá ser colocada después de completada la instalación de los pernos de anclaje

de la roca. La malla electrosoldada instalada sobre los pernos de la roca deberá ser sujeta a la roca utilizando pernos expansores intermedios o cualquier otro método aprobado por La Supervisión.

El Contratista deberá traslapar las secciones de malla en una longitud no menor de 15 cm., en las conexiones donde no sea posible mantener 15 cm de traslape, se le permitirá a El Contratista la extensión de los traslapes en lugar de cortar a lo largo de líneas regulares, según lo apruebe La Supervisión. La disposición final de la malla y las extensiones de traslape deberá estar sujeta a la aprobación de La Supervisión.

Donde sea aprobado, la instalación de los pernos expansores para la sujeción de la malla electrosoldada a la roca, deberá ser en puntos intermedios de tal manera que la malla quede fuertemente sujeta entre la superficie de la roca y la placa de apoyo.

#### **02.07.01.04 Medida y pago**

La medida para el pago del suministro e instalación de la malla electrosoldada deberá ser al número de metros cuadrados de superficie del terreno excavado sobre la cual será instalada la malla electrosoldada como refuerzo para el concreto lanzado en las superficies de las excavaciones.

El pago por el suministro e instalación de la malla electrosoldada será realizado al precio unitario fijado por metro cuadrado establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. El precio unitario incluirá el costo por el suministro e instalación de la malla electrosoldada completa con todos sus accesorios, incluyendo suministro e instalación de los pernos expansores intermedios. El precio fijado deberá incluir el costo de la perforación de los agujeros y el suministro e instalación de las placas de apoyo, tuercas y todos los accesorios.

### **02.07.02 Protección de superficie con recubrimiento de concreto lanzado**

#### **02.07.02.01 General**

El concreto lanzado que esté conforme a los requerimientos especificados en esta cláusula se aplicará a las superficies excavadas para la cimentación de la presa, donde se muestre en los planos o donde lo indique La Supervisión. El concreto lanzado deberá conformarse con lo establecido en la Sub-Cláusula 02.09 más adelante.

### **02.07.02.02 Medida y pago**

El pago y medida de la capa protectora de concreto lanzado se hará por el número de metros cuadrados de superficie recubierta con concreto lanzado a las líneas y niveles mostrados en los planos o como lo indique La Supervisión. El pago de la capa protectora de concreto lanzado se realizará al precio unitario de la oferta establecido en el Listado de Cantidades de Obra Valoradas. El precio unitario incluirá el costo por el suministro y aplicación de la capa de concreto lanzado y las tuberías de drenaje para el control del agua en el talud. No se realizarán pagos separados por cemento utilizado en el concreto lanzado.

### **02.07.03 Tratamiento de la fundación**

#### **02.07.03.01 General**

Después de la excavación, la superficie del terreno debajo de toda estructura será limpiada o excavada hasta la profundidad que indiquen los Planos.

El Contratista realizará la excavación de manera que remueva cualquier roca que se encuentre suelta, en láminas, resquebrajada, alterada o que no sea roca sana, ya sea por medios manuales o mecánicos. Cualquier saliente deberá removerse hasta formar una pendiente de 6V:1H.

La superficie de la roca se deberá limpiar de todo material suelto, derrumbes, raíces, arcilla, manchas de aceite o cualquier otro material inaceptable con la ayuda de herramientas de mano, escobas, cepillos y chorros de aire y agua comprimido de alta presión (mínimo de 12 MPa).

Todas las juntas abiertas o rellenas de desechos serán limpiadas hasta una profundidad mínima tres veces el ancho de la junta y todas las aberturas serán rellenas con lechada de cemento.

Todas las zonas de cizallamiento y de falla que se observen en la roca deberán ser excavadas hasta la roca sana según lo determine La Supervisión, sin embargo, la profundidad no excederá generalmente el ancho de la falla o de la zona de cizallamiento.

La zona será limpiada y rellena con concreto tipo C, o lechada según lo especifique La Supervisión. La superficie acabada del concreto de relleno deberá estar aproximadamente al mismo nivel que la roca adyacente.

El Contratista deberá mantener la superficie de trabajo libre de agua. Inmediatamente antes de colocar el concreto, deberá removerse toda el agua que se encuentre en las depresiones.

Posterior a la limpieza y a la preparación de la fundación, podrán requerirse trabajos de concreto lanzado, instalación de malla electrosoldada y pernos de anclaje.

### **02.07.03.02 Medida y pago**

La medida para el pago del tratamiento de las cimentaciones de la roca debajo de la presa u otras obras, incluyendo la limpieza de la superficie de la roca, la limpieza y la excavación de las juntas, de las zonas de cizallamiento y falla será el número de metros cuadrados actualmente preparado según la medida de una proyección horizontal.

El pago para el tratamiento de las cimentaciones de la roca debajo de la presa u otras obras será hecho al precio unitario por metro cuadrado ofertado en las Cantidades de la Obra Valoradas, dicho precio unitario será por el costo de toda la mano de obra, materiales y equipo incluyendo todos los trabajos requeridos para limpiar y preparar las cimentaciones.

La medición y el pago del suministro y colocación de los pernos de anclaje serán hechos según la Sub-Cláusula 02.18.04 más adelante.

La medición y el pago del suministro y colocación de la malla de electrosoldada serán hechos según la Sub-Cláusula 02.07.01 más atrás.

La medición y el pago del suministro y colocación del concreto de relleno serán hechos según la Sub-Cláusula 02.08 más adelante en estas Especificaciones.

## **02.08 Concreto vibrado convencional (CVC)**

### **02.08.01 Materiales**

#### **02.08.01.01 Cemento**

##### *i General*

El material será cemento Portland, de Tipo I, especificado en la designación ASTM C150 o de Uso General como se especifica en la designación ASTM C1157, y deberá estar seco y libre de terrones y grumos.

El Contratista presentará un informe completo de pruebas para cada lote de 100 toneladas del respectivo cemento, tomando muestras de tal manera que la calidad promedio de cada lote sea representada.

Adicionalmente a cualquier prueba llevada a cabo en el cemento antes de que salga del local del fabricante, La Supervisión, al llegar cada pedido a la Obra y también durante el tiempo que éste se encuentre almacenado en el sitio de Obra previo a su uso, llevará a cabo pruebas sobre el cemento de acuerdo a una norma adecuada y podrá además hacer cualquier prueba que él considere recomendable o necesaria con tal de asegurarse si es que el cemento ha sufrido perjuicio por cualquier causa durante el transporte o el almacenaje.

No se permitirá el uso de ningún cemento hasta que haya sido declarado satisfactorio por La Supervisión.

##### *ii Almacenaje de cemento en el sitio de la obra*

El cemento se almacenará en silos herméticos, ventilados y diseñados para evitar acumulación de cemento durante su vaciado. El cemento deberá utilizarse en el mismo orden de llegada a la obra. Su temperatura en el momento de su incorporación en el concreto no deberá superar los 60°C.

El Contratista deberá prever una capacidad de almacenamiento suficiente para abastecer la obra en su máximo consumo durante dos semanas sucesivas, sin contar con suministro externo.

Cuando el cemento este empacado en bolsas, estas serán lo suficientemente resistentes como para tolerar un manejo brusco. El nombre y la marca del fabricante, el tipo de cemento, el año y el mes en el que fue producido y el peso que contiene estarán marcados claramente en cada bolsa.

No se permitirá que se almacene el cemento en montones de más de diez (10) bolsas, y este número se limitará a siete (7) bolsas cuando se estime que el almacenaje será por un período mayor a los dos (2) meses.

Estas bolsas de cemento serán amontonadas o almacenadas de una manera que permita el fácil acceso para su identificación, inspección y pruebas. El cemento que haya estado almacenado por más de un (1) mes durante la temporada lluviosa, o más de tres (3) meses en la temporada seca no será usado. El método que emplee El Contratista para manejar y almacenar el cemento estará sujeto a la aprobación de La Supervisión.

#### **02.08.01.02 Agregados pétreos**

##### *i General*

Todos los agregados de concreto serán provistos por El Contratista de cualquier origen que haya sido aprobado por La Supervisión. Los agregados deberán estar libres de tierra, arcilla, greda, cal, turba, marga, terreno arcilloso y suave o piedra descompuesta, materia vegetal u orgánica y otras impurezas. La piedra deberá ser dura y densa.

##### *ii Agregados gruesos*

Los agregados gruesos consistirán en roca triturada para concreto tipo A, B y C y sus partículas serán por lo general de forma esférica o cúbica. El tamaño nominal máximo del agregado grueso será de cuarenta (40) milímetros (1½”) en las estructuras masivas de concreto y en el concreto estructural, y de veinte (20) milímetros (¾”) en el concreto de revestimiento, los elementos prefabricados y otras estructuras más delgadas. Los agregados gruesos se deberán separar por tamaños nominales y deberán clasificarse como se detalla a continuación:



Tabla 8 Gradación de los Agregados Gruesos para el Concreto

Designación del Tamiz	Porcentaje Pasando <sup>4</sup>		
	Tamaño del agregado grueso		
	1 ½" ~ No. 4	1 ½" ~ ¾"	¾" ~ No.4
2"	100	100	
1 ½"	95 – 100	90 – 100	
1"		20 - 55	100
¾"	35 - 70	0 - 15	90 - 100
3/8"	10 - 30	0 - 5	20 - 55
No. 4	0 - 5	-	0 - 10
No. 8	-	-	0 - 5

Los materiales deletéreos en los agregados gruesos no excederán los límites siguientes:

Tabla 9 Límites de los materiales deletéreos en los agregados gruesos para el concreto

Material	Porcentaje por peso
Materiales que pasen el tamiz no. 200 (ASTM C 117-95)	1.0
Terrones de arcilla (ASTM C 142-78)	1.0
Materiales ligeros (ASTM C 123-94)	0.5
Otras sustancias deletéreas	1.0

La suma de todos los porcentajes de sustancias deletéreas en cada porción que llegue a la mezcladora no deberá exceder el 3% de peso. Los agregados gruesos serán rechazados:

- 1) Si la pérdida en la prueba de Abrasión de Los Ángeles (ASTM C 131-06), usando la graduación normal (Grado A), excede ya sea el 10% por peso por las 100 revoluciones, o el 40% por peso a las 500 revoluciones;
- 2) Si la pérdida de agregado sujeto a 5 ciclos de la prueba de firmeza de sulfato de sodio (ASTM C88-05) excede el 10% por peso;
- 3) Si la gravedad específica (en base al saturado superficialmente seco) es menor a 2.55 (ASTM C 127-07).

<sup>4</sup>Porcentaje estándar por peso pasando el tamiz individual

*iii Agregados finos*

Las partículas de agregado fino serán por lo general de forma esférica o cúbica. La graduación de los agregados finos que llegarán a la mezcladora será conforme a los siguientes requerimientos:

*Tabla 10 Graduación de los Agregados Finos para el Concreto*

Descripción del tamiz	Porcentaje estándar por peso que pase el tamiz individual
3/8"	100
No. 4	95 a 100
No. 8	80 a 100
No. 16	50 a 85
No. 30	25 a 65
No. 50	10 a 30
No. 100	2 a 10

La suma del porcentaje de todas las sustancias deletéreas no deberá exceder el 5% del peso. La arena será rechazada sí:

- 1) Contiene impurezas orgánicas (ASTM C 40-04)
- 2) Tiene una gravedad específica (en base al peso saturado superficialmente seco) menor a 2.55 (ASTM C 128-07a);
- 3) Cuando es sometido a 5 ciclos de pruebas de resistencia a la acción del sulfato de sodio (ASTM C 88-05), la parte retenida por el tamiz No. 50 ha sufrido una pérdida mayor de 10% de peso.

*iv Almacenaje de los agregados*

Se harán los arreglos en el sitio de obra para un almacén separado de los agregados finos y gruesos, lo mismo que para cada tamaño de los agregados gruesos, de tal manera que se evite la contaminación del concreto por materias extrañas y la segregación y los rompimientos excesivos. Los montones de almacenaje deberán contar con las facilidades de drenaje adecuadas para asegurar, en cuanto sea razonable, que los agregados entregados al equipo de mezclado tendrán el contenido de humedad uniforme que La Supervisión haya determinado.

### **02.08.01.03 Agua**

El agua utilizada en el concreto, mortero, imprimación y fraguado de pisos (si este fuera necesario), estará sujeta a la aprobación de La Supervisión. Deberá estar libre de cantidades objetables de fango, materia orgánica, álcali, sales y otras impurezas.

Si fuera requerido por La Supervisión, se tomarán muestras de los orígenes propuestos y serán probados en comparación con agua destilada. La comparación se hará por medio de la prueba estándar para revenimiento de la mezcla de cemento, tiempo de fraguado y resistencia del mortero. Si hubiera muestras de falta de firmeza, una variación en el tiempo de fraguado de más o menos treinta (30) minutos o más, o la resistencia del mortero se redujera en más de diez (10) por ciento en comparación con el agua destilada, será causa suficiente para rechazar el agua sometida a la prueba.

### **02.08.01.04 Aditivos para el concreto**

#### *i General*

El Contratista deberá suministrar agentes inclusores de aire y aditivos químicos para su uso en el concreto. Los aditivos deberán ser uniformes en consistencia, calidad y resistencia. Los aditivos deberán ser mezclados separadamente en forma líquida en dispensadores con capacidad de medir de una vez la totalidad de la cantidad requerida de cada aditivo para cada lote de mezcla requerida. La medida deberá realizarse ya sea por peso o por dispensadores volumétricos de aditivo construidos y localizados de manera tal que la cantidad total de la mezcla de cada aditivo pueda ser observada en un medidor visual por el operador de planta. Cada aditivo (excepto el cloruro de calcio) deberá ser descargado separadamente dentro del agua de mezclado según el agua vaya siendo descargada dentro de la mezcla. La solución de cloruro de calcio deberá ser agregada directamente desde el dispensador visual hacia la mezcla simultáneamente con la adición del agua de mezclado.

El Contratista deberá notificar por escrito a La Supervisión acerca de los fabricantes y marcas específicas de todos los aditivos a ser utilizados. El Contratista será notificado, dentro de los 10 días después de la recepción de dicha notificación si los aditivos deberán ser probados y examinados por La Supervisión. Las notificaciones escritas de los productos a ser utilizados deberán ser suministradas con suficiente anticipación de manera que las muestras, si son

requeridas, puedan estar disponibles a La Supervisión para un período de 45 días después de la recepción de las muestras. Si La Supervisión elige probar un aditivo, El Contratista deberá remitir un certificado del fabricante que contenga la siguiente información:

- Nombre del Aditivo
- Designación ASTM bajo las cuales el aditivo es formulado
- Tipo de Aditivo

Adicionalmente, El Contratista deberá remitir la descripción del producto, instrucciones, dosificación recomendada, contenido de cloruro y las precauciones a ser consideradas en la utilización del aditivo. Si están disponibles, El Contratista podrá remitir a La Supervisión cualquier certificado de un laboratorio independiente indicando que los aditivos cumplen los requisitos de los estándares de la ASTM aplicables. Dichos resultados podrán, como lo determine La Supervisión, evitar la necesidad de que La Supervisión realice dichas pruebas a los aditivos.

Si La Supervisión elige probar un aditivo, El Contratista deberá remitir una muestra de aproximadamente 1 litro del aditivo seleccionado. La certificación, datos y muestras, deberán estar adecuadamente identificadas y remitidas a La Supervisión con los costos de envío pagados por El Contratista de acuerdo con esta cláusula.

El Contratista no tendrá derecho a ningún reembolso por los retrasos incurridos por La Supervisión en la realización de los ensayos a los aditivos o por retrasos causados por el rechazo de los aditivos propuestos. La aprobación final de un aditivo no será remitida hasta que haya demostrado su funcionamiento satisfactorio en el sitio de la obra.

## *ii Aditivos químicos*

Los aditivos químicos que aporten más de un 0.1% de cloruro en relación al peso del cemento, no deberán ser utilizados en elementos de concreto en los cuales el aluminio, obra de metal galvanizado o acero de pre-esfuerzo vayan a quedar empotrados.

### *ii.1 Acelerantes*

No se permitirá la utilización de aditivos acelerantes.

## ii.2 Agentes reductores de agua

El Contratista deberá utilizar un aditivo reductor de agua o controlador del fraguado referido aquí como ARA en todo el concreto de las estructuras donde se fundirán más de 1500 m<sup>3</sup> de concreto en el sitio. El aditivo deberá conformarse al ASTM C494 para los aditivos químicos tipo A, D, F o G.

Si el uso del ARA seleccionado por El Contratista es acompañado por un fraguado anormal del concreto fresco o si el ARA no trabaja de acuerdo a estas especificaciones, El Contratista deberá suministrar y utilizar otras marcas de ARA hasta que se encuentre una mezcla aceptable. Normalmente, la cantidad de ARA utilizada deberá ser aquella necesaria según los requisitos del ASTM C494; sin embargo, La Supervisión se reserva el derecho de ajustar las cantidades de ARA o eliminar su utilización y El Contratista no tendrá derecho a ningún pago adicional por esos ajustes.

## ii.3 Aditivos inclusores de aire

Se deberá utilizar aditivo inclusor de aire en todo el concreto. El aditivo deberá cumplir con la Norma ASTM C260: Prevista, que el aditivo inclusor de aire utilizado con aditivos químicos tipo F o G deberá ser neutralizado con una fórmula de resina Vinsol.

La cantidad de aditivo inclusor de aire utilizado deberá ser la cantidad necesaria para efectuar el contenido total de aire en el concreto durante la colocación como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 11 Total de Aire Incluido*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Porcentaje de aire incluido en volumen de concreto
¾"	6 ± 1
1 "	4.5 ± 1
3"	3.5 ± 1

## iii Costo

El costo de suministrar los aditivos y todos los costos relacionados con éstos deberá ser incluido en el precio aplicable de la oferta en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas para el concreto en el cual se utilizarán los aditivos.

### 02.08.01.05 Proporción de la mezcla

El concreto consistirá en cemento, agregados gradados, agua y aditivos cuidadosamente mezclados y compactados para ofrecer la resistencia especificada en este documento.

El concreto será clasificado en base a su resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días, tanto como en base al tamaño máximo de los agregados según se indica a continuación:

*Tabla 12 Especificaciones para los diferentes tipos de mezcla de concreto*

Tipo de mezcla de Concreto	Resistencia Especificada a la Compresión a los 28 días (MPa)	Tamaño Máximo de los Agregados (mm)	Revenimiento máximo con aditivos (mm)	Contenido aproximado de Cemento (kg/m <sup>3</sup> )
C35	35	10	75	590
C25	25	40	75	440
C20	20	40	75	412
C15	15	40	75	340

*Tabla 13 Propósito de los diferentes tipos de mezcla de concreto*

Tipo de Concreto	Descripción
C35	Concreto reforzado en blindajes y zonas de abrasión intensa, concretos de segunda etapa para ranuras y soportes de compuertas y válvulas; donde sea especificado en los planos o lo indique La Supervisión.
C25	Concreto reforzado para varios tipos de estructuras de concreto, edificaciones generales, zapatas, columnas, vigas, losas, rodaduras con tráfico ligero; donde sea especificado en los planos o lo indique La Supervisión.
C20	Concreto reforzado para estructuras de baja demanda de carga, sin exposición a la erosión por abrasión, sumergidos o expuestos.
C15	Concreto simple para concreto masivo, cimientos, rellenos y mampostería.

Las proporciones de la mezcla para las respectivas clases de concreto serán propuestas por El Contratista para la aprobación de La Supervisión, basado en los resultados de las mezclas de ensayo y las pruebas llevadas a cabo por El Contratista según se especifica en las cláusulas de

este documento. La Supervisión puede modificar aún después de haber dado su aprobación, estas proporciones de tiempo en tiempo, de manera de obtener un concreto de máxima densidad, maniobrabilidad, consistencia y resistencia con la menor proporción de agua/cemento. No se aceptará reclamos acerca de estas modificaciones.

La cantidad de agua usada en el concreto será regulada por La Supervisión dentro de los límites que le hayan establecido las proporciones de agua/cemento para asegurar un concreto de la consistencia correcta, tomando en cuenta el efecto del uso de mezclas aprobadas y cualquier variación ya sea en el contenido de humedad, la graduación de los agregados al entrar en la mezcladora, o en ambas. No se permitirá que se agregue agua al concreto para evitar que se endurezca. Será requerida la uniformidad en la consistencia del concreto de batido en batido.

El revenimiento en la mezcla del concreto será el menor posible que permita la compactación cuidadosa con el equipo aprobado para la Obra, pero en todo caso, estará entre un máximo de 7.5 cm. y un mínimo de 5 cm. Después de que el concreto haya sido depositado.

## **02.08.02 Mezclado del concreto**

### **02.08.02.01 Planta de mezclado**

El Contratista proveerá una planta de mezclado aprobada por La Supervisión y mantendrá y operará la planta según sea requerido para determinar y controlar con exactitud la cantidad de cada ingrediente separado que está entrando en el concreto a satisfacción de La Supervisión.

La planta de mezclado deberá poseer silos individuales, tolvas pesadoras, balanzas para cada tamaño del agregado. Un silo, tolva y balanza separados, para cemento a granel deberán estar incluidos en el equipo. Las tolvas pesadoras deberán estar selladas y ventiladas para evitar el acceso del polvo a las mismas durante su operación; la planta de colado deberá estar equipada con un contador de lotes confiable, no reajutable que permita registrar el número de cargas proporcionadas. Los silos deberán estar adecuadamente separados mediante divisiones, para prevenir que tanto el agregado fino como los gruesos pasen por la parte superior de los mismos a los otros silos.

La planta de mezclado deberá ser capaz de producir de ciento veinte (120) a ciento cincuenta (150) metros cúbicos de concreto por hora en total, combinar los agregados, el cemento, las

mezclas y el agua en una mezcla uniforme y de descargar esta mezcla sin que se produzca segregación. También deberá ser capaz de ajustes rápidos para compensar por la variación en el contenido de humedad de los agregados y para cambiar los pesos de los materiales que están siendo mezclados.

La cantidad de cada material que compone el concreto deberá ser determinada por un sistema automático de peso, exceptuando el agua, que deberá ser medida por volumen.

El Contratista también deberá proveer pruebas estándar de peso y cualquier otro equipo auxiliar requerido para comprobar la operación de cada báscula de mezclado u otras herramientas de medición, y hará pruebas periódicas sobre el rango de medición implicado en la operación de mezclado.

La mezcladora estará equipada con un sistema de medición que permita automáticamente trabar una palanca de descarga luego de que el tambor ha sido completamente cargado y libere esta palanca al finalizar el período de mezcla; este sistema estará equipado también con una campanilla u otro dispositivo que produzca una señal claramente audible cada vez que la traba haya sido liberada. Si el sistema de control de tiempo fallara, la mezcladora podría ser utilizada el resto del día, mientras se efectúe la reparación correspondiente, procurando que cada lote sea mezclado durante 90 segundos y que se obtenga un concreto de buena calidad. La mezcladora estará equipada con un contador de confianza para registrar la cantidad de lotes mezclados. Las mezcladoras deberán mantenerse limpias y las aletas recogedoras y lanzadoras deberán ser reparadas y reemplazadas cuando acusen puntos con desgastes superiores a los 19 mm con respecto a su altura original. A tal fin, una copia del plano del fabricante donde se exhiban la altura, espesores y las disposiciones de las aletas deberán estar disponibles en las plantas de mezclado, o marcas permanentes sobre las paletas que permitan detectar cuando se ha llegado en algún punto a tener un desgaste de 19 mm con respecto a la condición original; un sistema aceptable para este tipo de control es un agujero de aproximadamente 6 mm de diámetro perforado hasta la profundidad de desgaste aceptado cerca de cada extremo y en la parte media de cada paleta.



#### **02.08.02.02 Camiones mezcladores y camiones agitadores**

Los camiones mezcladores para el mezclado y el transporte del concreto y los camiones agitadores para el transporte del concreto mezclado en planta central deberá satisfacer la AASHTO N157.

Las cajas contenedoras de los equipos de transporte no agitadores deberán ser lisas, herméticas con respecto al mortero y capaces de descargar el concreto en forma controlada y uniforme sin segregación. El concreto será descargado por el fondo o costados del contenedor y deberán preverse cobertores impermeables que protejan a la mezcla del calor excesivo y la lluvia.

#### **02.08.02.03 Mezclado de concreto a maquina**

Dependiendo del caso, los ingredientes del concreto podrán ser mezclados en una mezcladora aprobada por La Supervisión durante un tiempo no menor a un minuto y medio después de que todos los ingredientes, excepto la cantidad total de agua, sean colocados en ella.

Las mezcladoras no deberán ser cargadas más allá de su capacidad declarada, ni serán operadas a una velocidad mayor de la recomendada por el fabricante. Ellas deberán producir un concreto de consistencia y apariencia uniforme a una velocidad constante, aprobada por La Supervisión.

Todo el equipo de mezcla deberá estar limpio antes de empezar a mezclar y se deberá mantener libre de concreto seco. La primera mezcla después de haber limpiado el equipo no se usará en la Obra. Las hojas de recoger y tirar dentro de las mezcladoras serán reemplazadas cuando se haya desgastado hasta los dos (2) centímetros.

Todas las mezcladoras que serán usadas para mezclar concreto serán mezcladoras mecánicas de la capacidad adecuada aprobada por La Supervisión. No se permitirá mezclar concreto a mano sin la aprobación escrita de La Supervisión, pero La Supervisión reserva su derecho de parar el mezclado a mano en cualquier momento aún después de haber dado su aprobación.

## **02.08.03 Preparación para la colocación**

### **02.08.03.01 General**

Ningún concreto deberá ser colocado hasta que todos los moldes, instalación de elementos empotrados y la preparación de las superficies involucradas en la colocación hayan sido aprobados por La Supervisión.

El Contratista deberá suministrar tarjetas de verificación para la colocación del concreto a satisfacción de La Supervisión y deberá proveer un contenedor impermeable para dichas tarjetas en una ubicación conveniente cerca de cada sitio individual de colocación de Concreto. Las tarjetas deberán listar todos los elementos de trabajo, por ejemplo, “Limpieza” y “Elementos Empotrados”, requeridos previo la colocación del concreto. Después que cada elemento de trabajo para una colocación individual haya sido completado, ese elemento deberá ser firmado en la tarjeta por El Contratista o su representante validando la terminación del trabajo requerido. El personal autorizado por La Supervisión inspeccionará los trabajos durante y después de la terminación de cada fase de las preparaciones y si el trabajo es satisfactorio, firmará las tarjetas de verificación. La aprobación de las preparaciones para la colocación del concreto no estará completa hasta que El Contratista o su representante y el personal autorizado de La Supervisión haya aprobado, por medio de firmas, todos los elementos aplicables para esa colocación. La utilización de las tarjetas de verificación podrá ser evitada donde La Supervisión determine que sea impráctico.

Todas las superficies de los encofrados y materiales empotrados deberán estar libres de compuestos de curado, mortero seco de colocaciones previas y cualquier otra sustancia ajena antes que la colocación del concreto adyacente o de alrededor pueda comenzar.

Antes de comenzar la colocación del concreto, El Contratista deberá tener lista una cantidad suficiente de vibradores apropiados y sus operadores y deberá tener disponibles rápidamente vibradores adicionales para reemplazar los defectuosos durante el progreso de la colocación. El Inspector de La Supervisión podrá requerir a El Contratista el retraso en la colocación del concreto hasta que el número de vibradores operativos es aceptable.

### **02.08.03.02 Superficie de los cimientos**

Todas las superficies sobre o contra las cuales se colocará el concreto deberán estar libres de agua, lodo y escombros.

Las superficies de la roca deberán estar libres de aceite, recubrimientos objetables y fragmentos flojos, sueltos o deteriorados. Inmediatamente antes de la colocación del concreto, las superficies de la roca deberán ser lavadas con un chorro de agua y aire y deberá acondicionarse de manera que se encuentre en una condición de superficie seca uniforme.

Los cimientos sobre tierra deberán ser humedecidos cuando el concreto vaya a ser colocado sobre ella. Las superficies deberán ser humedecidas profundamente pero no deberán saturarse más allá de 10 cm o hasta un material impermeable, el que se sea menor.

### **02.08.04 Relación del concreto**

El Contratista entregará diariamente a La Supervisión, una relación que muestre las cantidades de cemento y el número de mezclas de cada clase de concreto que se use en cada sección de la Obra y en las Obras Temporales. Las cantidades de cemento usado para todo propósito en la Obra deberán guardar una relación adecuada con las cantidades de cemento probado y concreto mezclado y aprobado por La Supervisión. En caso de haber una diferencia, las medidas en las mezclas de cemento se deberán ajustar según lo ordene La Supervisión.

### **02.08.05 Transporte y colocación del concreto**

#### **02.08.05.01 General**

No se permitirá la colocación de concreto a la intemperie durante tormentas o lluvias copiosas. Todos los materiales y equipo del concreto deberán estar adecuadamente protegidos contra los efectos de las tormentas violentas y los vientos fuertes.

Todo el concreto y mortero deberá ser colocado y compactado dentro de los treinta (30) minutos siguientes a que haya sido mezclado, y no se usará material parcialmente fraguado en la Obra.

#### **02.08.05.02 Transporte del concreto**

El concreto será descargado de la mezcladora en el plantel de batidos, camiones mezcladores y agitadoras se podrán usar para transportar el concreto ya mezclado al punto de entrega y

transportado dentro de una (1) hora al destino final por el medio aprobado por La Supervisión, lo que asegurará que el concreto tenga la maniobrabilidad en el sitio y momento de su colocación, lo que mantendrá una entrega continua de concreto. Todo el equipo utilizado para este propósito se deberá mantener limpio y en buenas condiciones. Si se va a verter el concreto, se deberá usar guías que lo mantengan unido. Las puntas de estas guías deberán quedar justamente encima del punto de colocación.

Las líneas de las bombas deberán ser colocadas de manera que el flujo de concreto sea continuo. El contenido de agua y el tamaño de las partículas deberán ser cuidadosamente observados cuando el concreto esté siendo bombeado para evitar que los tubos se obstruyan.

La pendiente de las artesas usadas para transportar el concreto fresco será escogida de manera que permita que el concreto con el mínimo contenido de agua fluya en un ritmo constante sin segregarse.

#### **02.08.05.03 Colocación del concreto**

Los arreglos para la colocación del concreto deberán ser tales que en todos los casos el material pueda ser manejado convenientemente y colocado en la posición requerida sin manejo adicional o segregación. Siempre y cuando sea posible, el concreto deberá ser depositado de las toberas de las aberturas inferiores y en todos los casos se depositará en una capa de tal espesor que cada capa pueda ser incorporada a la inferior con el uso de vibradores internos o por medio de una pala, de hojas que rebanen, o de apisonarlas. En ningún caso se inclinarán las capas excepto cuando así se especifique, y todas las juntas temporales deberán formarse perpendicularmente al trabajo.

No se colocará concreto hasta que el sitio de colocación, incluyendo los encofrados, refuerzos y artículos incrustados sin que hayan sido inspeccionados y La Supervisión haya dado su consentimiento por escrito para la colocación del concreto. Se harán arreglos para que haya un acceso seguro con este propósito.

Todo el concreto colocado en la tierra deberá ser puesto sobre superficies limpias, compactadas y húmedas, libres de agua corriente o estancada.

Al colocar el concreto a través de refuerzos, se deberá tener cuidado de que no ocurra segregación de los agregados gruesos. En las partes inferiores de las vigas y losas, donde la congestión de acero cerca del encofrado dificulta la colocación, una capa de mortero de una composición compatible con la resistencia del concreto que se haya indicado, se colocará primero para cubrir la superficie con una profundidad de aproximadamente tres (3) centímetros.

Como preparación para la colocación de concreto, todo el aserrín, las astillas y otros restos y materia extraña deberán ser retirados del interior de los encofrados. Las riostras, los estribos y las abrazaderas que sirvan temporalmente para mantener la forma y el alineamiento de los encofrados o moldes mientras el concreto es puesto en su lugar, deberán ser retirados cuando la colocación del concreto haya alcanzado una elevación que los vuelva innecesarios. Estos miembros temporales deberán ser completamente retirados de las formas y no ser incrustados en el concreto. Antes de ponerles el concreto, los encofrados deberán ser bien humedecidos, pero no deberá quedar agua en exceso en ellos. A menos que lo contrario sea aprobado por La Supervisión, todo el concreto será colocado en su posición final dentro de los 60 minutos de haber salido de la mezcladora.

El concreto no será colocado en o en contacto con agua estancada o corriente a menos que así se especifique o apruebe. El agua que se acumule durante la colocación deberá ser retirada. No se colocará concreto contra concreto que ha estado en posición por más de 30 minutos a menos que se forme una junta de construcción como se indica a continuación. Cuando se detengan las operaciones de colocación de concreto por cualquier razón, se colocarán juntas de construcción ya sea horizontal o verticalmente según sea necesario provistas de cuñas para resistir el recorte, y tacos para desarrollar adhesión, según lo indique La Supervisión.

Antes de retomar las operaciones de colocación de concreto, la superficie del concreto será cortada o picada para quitar toda la lechada y exponer el agregado. La superficie del concreto deberá ser completamente saturada y cubierta con una proporción al peso de 1:2 cemento/mortero de un (1) centímetro de espesor antes de retomar la colocación del concreto. El precio de todo el trabajo de preparación de la superficie deberá ser incluido en los precios unitarios para el concreto en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

El concreto será colocado en las posiciones y en la secuencia indicada en los Planos o según lo indique La Supervisión. Deberá ser depositado tan cerca como sea posible de su posición final. Deberá ser colocado de manera que se evite la segregación del concreto y el desplazamiento de los refuerzos, encofrados o artículos incrustados. Deberá ser puesto en capas de no más de 40 cm de espesor, compactado. La colocación deberá ser continua entre uniones de construcción especificadas o aprobadas.

El Concreto no será bajado por rampas ni dejado caer de carretillas o de otra forma desde una altura mayor a los 1.5 metros, excepto con la aprobación de La Supervisión, quien podrá ordenar que el concreto sea dejado caer a un depósito donde será volteado una vez más a mano, antes de ser colocado. Ningún elevador excederá los 1.5 metros de altura a menos que La Supervisión lo autorice.

El concreto en las obras de concreto reforzado será depositado en cantidades pequeñas en un estado plástico con una proporción de agua/cemento que resulte en la resistencia especificada. El depósito de concreto en los miembros individuales deberá ser continuado en cada sección hasta que se termine y no se deberá permitir que haya intervalos mientras el trabajo esté inconcluso. Como puede resultar necesario trabajar más allá de las horas normales de trabajo para cumplir con esta condición, El Contratista deberá considerar esto en los precios unitarios para el concreto en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.08.05.04 Temperatura del concreto**

La temperatura del concreto, cuando esté siendo colocado, deberá ser menor de 32°C. Si el concreto se coloca en algún momento en el que el clima sea tal que la temperatura del concreto exceda los 32°C, según lo determine La Supervisión, El Contratista deberá emplear medios efectivos, tal como enfriar previamente los agregados y el agua de la mezcla y colocarlo de noche, según sea necesario, para mantener la temperatura del concreto, mientras sea colocado, debajo de los 32°C. El Contratista no tendrá derecho a reclamar una compensación a cuenta de estos requerimientos.

## **02.08.06 Compactación y curado**

### **02.08.06.01 Vibrado del concreto**

Excepto cuando La Supervisión autorice lo contrario, el concreto deberá ser compactado durante su colocación por medio de vibradores internos, que deberán ser de los tamaños y tipos aprobados por La Supervisión. La duración de la vibración estará limitada a la requerida para producir una consolidación satisfactoria sin causar segregación. La vibración de ninguna manera deberá continuar una vez que el agua o lechada en exceso (de presentarse) haya aparecido en la superficie.

Al consolidar cada capa de concreto, el vibrador deberá ser utilizado de manera sistemática, y el concreto en una capa deberá estar totalmente consolidado de tal forma que esté perfectamente adherido a todas las superficies de los encofrados y materiales incrustados antes de poner la siguiente. La cabeza vibradora deberá ser retirada lentamente, para asegurar que la cavidad que haya formado en el concreto cierre completamente. Se deberá tener cuidado de evitar el contacto con los refuerzos y las superficies de los encofrados y también de la excesiva vibración local. El concreto recién colocado no será vibrado en una forma que pudiera causar daño al concreto en otras partes del trabajo que ya haya fraguado.

### **02.08.06.02 Curado y protección**

#### *i General*

El Contratista deberá suministrar todos los materiales y realizar todos los trabajos requeridos para el curado del concreto. Las superficies de concreto deberán ser curadas por los métodos aplicables especificados en las cláusulas de este documento.

Todas las superficies deberán ser tratadas como se especifica para prevenir la pérdida de humedad del concreto hasta que el período requerido de curado haya terminado o hasta inmediatamente antes de la colocación de otro concreto o relleno sobre esas superficies. Únicamente se permitirá discontinuar el período de curado por el tiempo suficiente para preparar las superficies de las juntas de construcción en una condición seca para la colocación del concreto adyacente.

Tan pronto como las superficies no moldeadas de concreto hayan sido acabadas como se especifica, y que hayan alcanzado una apariencia opaca libre de derrames de agua o brillo de humedad, éstas deberán ser tratadas como se especifica en estas cláusulas.

Los encofrados deberán ser removidos cuidadosamente dentro de las 24 horas después que el concreto haya endurecido suficientemente para prevenir el colapso estructural o cualquier daño. Cuando se requiera, las reparaciones de todas las pequeñas imperfecciones de la superficie deberán ser realizadas inmediatamente después de la remoción de los encofrados. Las reparaciones menores de la superficie deberán ser completadas dentro de las siguientes 2 horas después del desmoldado y deberán ser seguidas inmediatamente por el inicio del proceso de curado por los métodos aplicables especificados en las cláusulas de este documento. Las superficies del concreto deberán estar continuamente húmedas después del desmoldado hasta el inicio del proceso de curado.

La Supervisión podrá requerir un certificado aprobado de los fabricantes de todos los compuestos de curado previo a su utilización. Sin embargo, la aceptación bajo la cláusula 35 de las Condiciones de El Contrato, titulada “Inspección”, no será extendida hasta que los materiales hayan sido satisfactoriamente aplicados en el sitio de la obra.

## *ii Materiales*

Los materiales utilizados para el proceso de curado del concreto deberán cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Agua. El agua para el curado deberá cumplir los requisitos aplicables en la Sub-Cláusula (Agua)
- 2) Compuestos para el Curado. Si El Contratista propone la utilización de compuestos para el curado del concreto, éstos deberán ser aprobados por La Supervisión previa recepción de un certificado de cumplimiento del fabricante. Los compuestos de curado deberán ser uniformes en consistencia y calidad dentro de cada contenedor y entre cada envío.
- 3) Lámina de Polietileno. La película de polietileno para el curado del concreto deberá ser blanca y deberá conformarse a los requisitos de ASTM C171.



*iii Curado con agua*

El concreto curado con agua deberá ser mantenido húmedo al menos durante 14 días desde el momento en que el concreto ha alcanzado suficiente fraguado para prevenir efectos adversos en las superficies del concreto. Las superficies de concreto que serán curadas deberán ser mantenidas húmedas con una cobertura de material saturado con agua o utilizando sistemas de tuberías perforadas, rociadores mecánicos o mangueras porosas o por cualquier otro método que mantenga todas las superficies continuamente (no periódicamente) húmedas. Todos los métodos para el curado estarán sujetos a aprobación de La Supervisión.

*iv Curado con compuesto*

El curado con compuestos a base de cera o emulsiones en agua, a base de resina, deberá ser aplicado a las superficies del concreto designadas para proveer una película de retención de agua. El compuesto de curado deberá ser aplicado como sea necesario para mantener una película continua de retención de agua en la superficie por 28 días. El compuesto de curado deberá ser mezclado cuidadosamente y rociado a las superficies de concreto en una capa para proveer una película continua y uniforme sobre el concreto. La tasa de cobertura no deberá exceder 3.7 metros cuadrados por litro de compuesto. En superficies rugosas, la tasa de cobertura podrá ser reducida como sea necesario para obtener la película uniforme requerida. Se deberá tener especial cuidado de asegurar una amplia cobertura con el compuesto en los bordes, esquinas y superficies rugosas y mantener los tapajuntas y barras de refuerzo libres de compuesto de curado.

A efectos de asegurar la adherencia del compuesto de curado, El Contratista podrá, dónde y cómo lo indique La Supervisión, remover el exceso de lubricante para los encofrados de las superficies del concreto por medio de un lavado con una solución de fosfato de tri-sodio, seguido por un profundo enjuague de las superficies con agua limpia. El lavado con fosfato de tri-sodio será requerido si La Supervisión determina que la cantidad de lubricante para los encofrados en la superficie del concreto reducirá la adherencia del compuesto de curado o cuando las superficies estarán expuestas a la vista del público.

Cuando el compuesto de curado vaya a ser aplicado, las superficies moldeadas de concreto deberán mantenerse continuamente húmedas con un constante y ligero rociado con agua, hasta inmediatamente antes de la aplicación del compuesto para el curado. El compuesto para el

curado deberá ser aplicado tan pronto como la película de humedad de la superficie haya desaparecido, pero mientras el concreto aún tenga una apariencia mojada.

Después que la aplicación del compuesto de curado haya sido completada y el recubrimiento está seco al tacto, todas las reparaciones faltantes en las superficies del concreto deberán ser realizadas sin retraso de acuerdo con la Sub-Cláusula. Las reparaciones completadas deberán ser humedecidas y recubiertas con el compuesto de curado de acuerdo con los requisitos antes descritos.

v *Curado con lámina de polietileno*

El curado por este método deberá ser realizado cubriendo completamente la superficie de concreto designada con una lámina de polietileno para proveer una película confinante del aire y retenedora de agua sobre toda la superficie de concreto por al menos 14 días. Tan pronto como el concreto ha endurecido lo suficiente para prevenir el daño, todas las superficies deberán ser humedecidas profundamente por el rociado con agua y luego deberán ser cubiertas completamente con la lámina de polietileno. Los bordes de las franjas de polietileno deberán ser traslapados a efectos de sellar con las franjas adyacentes y en el área del extremo de la superficie a ser curada, las franjas deberán ser sostenidas firmemente contra la superficie del concreto. La lámina de polietileno deberá ser adecuadamente asegurada contra el viento y prevenir la circulación de aire dentro de la lámina de curado.

La lámina de polietileno para el curado deberá ser sostenida por al menos 14 días y deberá ser protegida como sea necesario para mantenerla intacta y la superficie de concreto deberá mantener la humedad durante todo el período de curado.

Donde el tráfico a pie u otras actividades de construcción sean necesarias sobre el concreto en proceso de curado, el compuesto de curado o la lámina de polietileno deberán ser protegidas con una cobertura de arena o tierra no menor a 2.5 cm de espesor, con madera contrachapada o por otros medios efectivos aprobados por La Supervisión. La cobertura protectora no deberá ser colocada sobre el compuesto de curado sino hasta que el compuesto esté seco. El Contratista deberá remover la cobertura protectora antes de la aceptación final de los Obras.

vi *Costos*

El costo por suministrar todos los materiales y realizar todos los trabajos para el curado del concreto como es requerido en esta cláusula deberá ser incluido en el precio unitario de la oferta en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas para los elementos de concreto para los cuales sean requeridos los métodos particulares de curado.

### **02.08.07 Superficies expuestas**

Las superficies acabadas de todo el trabajo de concreto deberán ser firmes, sólidas, y libre de agujeros o protuberancias e imperfecciones. Todas las aristas expuestas deberán ser biseladas o redondeadas. No se permitirá el enyesado de las caras de concreto imperfectas, y todo el concreto que esté defectuoso de alguna manera deberá ser cortado y reemplazado hasta la profundidad necesaria o reparado de la forma que indique el Supervisor y por cuenta de El Contratista.

### **02.08.08 Desviaciones estructurales y tolerancias**

#### **02.08.08.01 General**

Las desviaciones estructurales son definidas como las variaciones permisibles de las líneas, pendientes y dimensiones especificadas. Las tolerancias para las irregularidades de las superficies del concreto se definen como las magnitudes máximas permisibles de las irregularidades en las superficies. La variación permisible de las líneas, pendientes y dimensiones especificadas y las magnitudes permisibles para las irregularidades en las superficies de concreto se listan. Las tolerancias de las superficies para estructuras específicas.

La intención de esta cláusula es la de establecer desviaciones estructurales y tolerancias en las superficies que sean consistentes con la práctica constructiva moderna, gobernados, no obstante, por el efecto que las desviaciones admisibles podrán tener sobre la acción estructural o la función operativa de la estructura. La desviación de las líneas, pendientes y las dimensiones establecidas será permitida hasta el límite que aquí se detalla. Queda establecido que La Supervisión se reserva el derecho de disminuir la tolerancia aquí descrita si dichas tolerancias afectaran adversamente el comportamiento estructural, funcionamiento operativo o apariencia arquitectónica de una estructura o una porción de esta.

El concreto deberá estar dentro de todas las variaciones establecidas aún si se especifica más de una variación para una estructura particular de concreto previsto, que la variación especificada para un elemento de una estructura no deberá aplicar cuando ésta provoque que otros elementos de la estructura excedan su variación permisible. Cuando las variaciones no son especificadas o mostradas en los planos para una estructura particular, las variaciones aplicables serán aquellas establecidas para un trabajo similar. Donde las tolerancias no se estipulan en las Especificaciones o Planos para alguna estructura o característica individual, se interpretará desviación admisible de acuerdo con las provisiones de esta cláusula.

El Contratista deberá ser responsable de suministrar, colocar y mantener los encofrados para el concreto dentro de los límites necesarios para asegurar que el trabajo terminado esté dentro de las variaciones especificadas. Los trabajos de concreto que excedan los límites especificados deberán ser corregidos.

#### **02.08.08.02 Desviaciones estructurales**

Las estructuras de concreto endurecido deberán ser verificadas por El Contratista y deberán estar sujetas a tantas inspecciones y medidas como sean necesarias para determinar que las estructuras están dentro de las tolerancias especificadas en la Tabla 14.

Se define Variación como “la distancia entre la posición actual de la estructura y o cualquier elemento de la estructura y la posición especificada en los planos para esa estructura o elemento”. Variaciones de más o menos, mostradas como ( $\pm$ ), indican una posición actual permitida arriba o abajo o dentro o fuera de la posición especificada en el plano. Las variaciones no designadas como más o menos indican la máxima desviación permitida entre puntos sucesivos designados en el elemento completado de construcción. La posición especificada en planta se define como “las líneas, pendientes y dimensiones descritas en estas especificaciones o mostradas en los planos o como lo prescriba La Supervisión”.

*Tabla 14 Desviaciones de las líneas, pendientes y dimensiones generales*

<b>Id</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tolerancias</b>
<b>A. Desviaciones estructurales para edificios:</b>		
<b>1.</b>	Zapatas	
(a)	Variación en longitud y ancho de las dimensiones especificadas	-12 mm +50 mm
(b)	Desviación horizontal o excentricidad:	50 mm

<b>Id</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tolerancias</b>
	2% del ancho de la zapata en dirección del desplazamiento, pero no mayor que:	
(c)	Reducción en espesores de aquellos especificados: 5% del espesor especificado, pero no mayor que:	50 mm
<b>2.</b>	Variación de las dimensiones horizontales de todos niveles de piso y techo de aquella posición especificada en el plano:	
(a)	Dimensiones globales del edificio: ±12 mm por cada 30 metros de longitud con un máximo para la longitud total de:	±25 mm
(b)	Dimensión global de la bahía como se especifica en 2.(c) abajo, pero sin exceder:	±10 mm
(c)	Dimensiones intermedias para columnas, paredes y localización de divisiones: menores a 3 metros iguales o mayores a 3 metros, pero menores a 6 metros iguales o mayores a 6 metros	±6 mm ±10 mm ±12 mm
<b>3.</b>	Variación de las dimensiones verticales de aquella posición especificada en el plano:	
(a)	Dimensiones globales del edificio	±12 mm
(b)	Altura global de la nave como se especifica en 3. (c) más abajo, pero sin exceder:	±10 mm
(c)	Dimensiones intermedias: menores a 3 metros iguales o mayores a 3 metros, pero menores a 6 metros iguales o mayores a 6 metros	±6 mm ±10 mm ±12 mm
<b>4.</b>	Variación del aplomado o inclinación especificada de las líneas y superficies de columnas, pilares y paredes y sus aristas:	
(a)	Cuando la altura total de la línea o superficie es: menor que 3 metros De 3 a 6 metros mayor que 6 metros, pero menor que 12 metros 12 metros o más	±6 mm ±10 mm ±12 mm ±25 mm
(b)	Para cualquier par de puntos intermedios sucesivos en la línea o superficie separados por: 3 a 6 metros más de 6 metros	6 mm 10 mm
<b>5.</b>	Variación del aplomado especificado de las líneas y superficies de columnas de esquina, ranuras de juntas de control y otras líneas notables:	
(a)	Cuando la altura total de la línea o superficie es: menor a 3 metros de 3 a 6 metros mayor que 6 metros	±6 mm ±10 mm ±12 mm
(b)	Para cualquiera par de puntos intermedios sucesivos en la línea o superficie separados por: 3 a 6 metros más de 6 metros	6 mm 10 mm

<b>Id</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tolerancias</b>
<b>6.</b>	Variación del nivel o pendiente especificada para pisos, plataformas de techo, encielados, plafones de vigas y aristas:	
	Cuando la longitud total de la línea o superficie es:	
	menor que 3 metros	±6 mm
(a)	de 3 a 6 metros	±10 mm
	más de 6 metros, pero menor a 12 metros	±12 mm
	mayor a 12 metros	±20 mm
	Para cualquier par de puntos sucesivos intermedios en la línea o superficie separados por:	
(b)	3 a 6 metros	6 mm
	más de 6 metros	10 mm
<b>7.</b>	Variación de los niveles y pendientes especificadas para los dinteles, umbrales, parapetos, surcos horizontales expuestos y otras líneas notorias:	
	Cuando la longitud total es:	
(a)	menor que 3 metros	±6 mm
	de 3 a 6 metros	±10 mm
	más de 6 metros	±12 mm
	Para cualquier par de puntos sucesivos intermedios en la línea o superficie separados por:	
(b)	3 a 6 metros	6 mm
	más de 6 metros	10 mm
<b>8.</b>	Variación de la posición especificada en planta para los ductos y aperturas en las paredes	±12 mm
<b>9.</b>	Variación de las medidas especificadas para ductos, aperturas en las paredes, aperturas en los pisos, excepto para las aperturas en las paredes para las puertas de vaivén	±12 mm
<b>10.</b>	Variación en las dimensiones especificadas para las aperturas de las paredes para las puertas de vaivén	-0 +6mm
<b>11.</b>	Variación en las dimensiones especificadas en sección transversal para columnas, vigas y para los espesores especificados para losas y paredes	-6 mm +12 mm
<b>12.</b>	Variación en las dimensiones especificadas de las huellas y contrahuellas	
	Vuelo de escaleras:	
(a)	Contrahuella	±3 mm
	Huella	±6 mm
	Pasos consecutivos:	
(b)	Contrahuella	2 mm
	Huella	3 mm
<b>B. Desviaciones estructurales para el recubrimiento de canales</b>		
	*Desviación del alineamiento especificado (línea central):	
<b>1.</b>	En tangentes	±50 mm
	En curvas	±100 mm
<b>2.</b>	*Desviación de la pendiente especificada en el perfil	±25 mm
* Cualquier desviación del alineamiento o perfil deberá ser uniforme. No deberá existir ninguna otra desviación o corrección en el alineamiento o perfil en menos de 6 metros.		

<b>Id</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tolerancias</b>
3.	Reducción en espesor para recubrimiento no reforzado. Previsto, que el espesor promedio no será menor que el espesor indicado.	10% del espesor especificado
4.	Reducción en espesor para recubrimiento reforzado.	0% del espesor especificado
5.	Variación del ancho especificado de la sección en cualquier altura	$\pm(0.25\%$ del ancho especificado más 25 mm)
<b>C. Desviaciones estructurales para las estructuras de canales y tuberías</b>		
1.	Zapatas:	
(a)	Variación de las dimensiones de longitud y ancho establecidas	-12 mm +50 mm
(b)	Desplazamiento o excentricidad: 2% del ancho de la zapata en dirección del desplazamiento, pero no mayor que:	50 mm
(c)	Reducción en espesores de aquellos especificados: 5% del espesor especificado, pero no mayor que:	25 mm
2.	Sifones y alcantarillas monolíticas:	
(a)	Desviación del alineamiento establecido	$\pm 50$ mm
(b)	Desviación de la pendiente especificada del perfil	$\pm 50$ mm
(c)	Desviación del espesor en cualquier punto: -2% del espesor indicado, pero no mayor que: +5% del espesor indicado, pero no mayor que:	-6 mm +12 mm
(d)	Variación de las dimensiones internas especificadas:	$\pm 0.5\%$ de la dimensión interna
3.	Estructuras de control, rebose, caídas, rápidas y estructuras similares:	
(a)	Desviación del alineamiento establecido	$\pm 25$ mm
(b)	Desviación de la pendiente establecida	$\pm 25$ mm
(c)	Variación del aplomado o inclinación especificada para las líneas y superficies de columnas, pilares, paredes y para las aristas:	
	(1) Cuando la longitud global de la línea o superficie es: menor que 3 metros:	Expuesta $\pm 10$ mm Enterrada $\pm 20$ mm
	3 metros o más:	Expuesta $\pm 12$ mm Enterrada $\pm 25$ mm
	(2) Para cualquier par de puntos intermedios sucesivos en la línea o superficie separada por: 3 a 6 metros	Expuesta $\pm 10$ mm Enterrada $\pm 20$ mm
	más de 6 metros	Expuesta $\pm 12$ mm Enterrada $\pm 25$ mm
4.	Variación de los niveles y pendientes especificadas para losas, vigas y depresiones horizontales:	
(a)	Cuando la longitud total de la línea o superficie es: menor que 3 metros	Expuesta $\pm 10$ mm Enterrada $\pm 20$ mm

<b>Id</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tolerancias</b>
	3 metros o más	Expuesta $\pm 12$ mm Enterrada $\pm 25$ mm
	Para cualquier par de puntos intermedios sucesivos separados por: (b) 3 a 6 metros	Expuesta $\pm 10$ mm Enterrada $\pm 20$ mm
	Más de 6 metros	Expuesta $\pm 12$ mm Enterrada $\pm 25$ mm
<b>5.</b>	Variación de las dimensiones especificadas para la sección transversal de columnas, pilares, losas, paredes, vigas y partes similares de la estructura en D.3 arriba.	-6 mm +12 mm
<b>6.</b>	Variación en las medidas y localización especificadas para losas y aperturas en paredes	$\pm 12$ mm
<b>7.</b>	Variación en el aplomado o nivel para umbrales y paredes laterales para compuertas radiales o juntas impermeables similares	No mayor a 3 mm por cada 3 metros
<b>8.</b>	Variación del aplomado de tubos verticales en cualquier longitud de 3 metros	$\pm 12$ mm
<b>D. Desviaciones estructurales para las estructuras de la presa</b>		
<b>1.</b>	Zapatas para columnas, pilares, muros, contrafuertes y elementos similares:	
	(a) Variación en longitud y ancho de las dimensiones especificadas	-12mm +50 mm
	(b) Desplazamiento horizontal o excentricidad: 2% del ancho de la zapata en la dirección del desplazamiento perno no más que	50 mm
	(c) Reducción en espesores de aquellos especificados: 5% del espesor especificado, pero no mayor que:	25 mm
<b>2.</b>	Variación de las dimensiones de control de cada estructura con aquellas posiciones especificadas en planta con referencia al eje de la presa:	
	(a) Dimensiones Generales	Expuestas: $\pm 25$ mm Enterradas: $\pm 50$ mm
<b>3.</b>	Variación de la línea central especificada en planta para el vertedero, obra de toma, canal de entrada y desarenador:	
	(a) Para la longitud global, excepto en elementos enterrados	$\pm 25$ mm
	(b) Para cualquier claro menor de 6 metros, excepto en elementos enterrados	$\pm 12$ mm
	(c) Para elementos enterrados	$\pm 50$ mm
<b>4.</b>	Variación de la pendiente especificada para el vertedero, la obra de toma, canal de entrada y desarenador:	
	(a) Para el perfil de la cresta tipo Ogee	$\pm 12$ mm
	(b) Para todas las otras superficies	$\pm 25$ mm
	(c) Para cualquier claro menor a 6 metros	$\pm 12$ mm
<b>5.</b>	Variación del aplome, inclinación especificada o del perfil de la curva especificada para las líneas y superficies de las columnas, paredes,	



<b>Id</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tolerancias</b>
	pilas, contrafuertes, secciones de arco, ranuras de juntas verticales y aristas:	
(a)	Construcción expuesta, excepto chimeneas de elevadores:	
	(1) Cuando la altura total de la línea o superficie es: menor que 3 metros 3 metros o más	±12 mm ±20 mm
	(2) Para cualquier par de puntos intermedios sucesivos en la línea o superficie separados por: 3 a 6 metros más de 6 metros	12 mm 20 mm
(b)	Chimeneas de elevadores:	
	(1) Cuando la altura total de la línea o superficie es: menor que 3 metros 3 metros o más	±12 mm ±25 mm
	(2) Para cualquier par de puntos intermedios sucesivos en la línea o superficie separados por: 3 a 6 metros más de 6 metros	12 mm 20 mm
(c)	Construcción enterrada	
	(1) Cuando la altura total de la línea o superficie es: menor que 3 metros 3 metros o más	±25 mm ±40 mm
	(2) Para cualquier par de puntos intermedios sucesivos en la línea o superficie separados por: 3 a 6 metros más de 6 metros	25 mm 40 mm
<b>6.</b>	Variación del nivel o pendiente especificadas para losas, vigas, plafones, ranuras de juntas horizontales y aristas:	
(a)	Construcción expuesta:	
	(1) Cuando la longitud total de la línea o superficie es: menos de 3 metros 3 metros o mas	±6 mm ±12 mm
	(2) Para cualquier par de puntos sucesivos en la línea o superficie separados por: 3 a 6 metros más de 6 metros	6 mm 12 mm
(b)	Construcción enterrada:	
	(1) Cuando la longitud total de la línea o superficie es: menos de 3 metros 3 metros o mas	±12 mm ±25 mm
	(2) Para cualquier par de puntos sucesivos en la línea o superficie separados por: 3 a 6 metros más de 6 metros	12 mm 25 mm
<b>7.</b>	Variación en dimensiones especificadas para secciones transversales de columnas, vigas, contrafuertes, pilares y elementos similares	-6 mm + 12 mm

<b>Id</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tolerancias</b>
8.	Variación del espesor especificado para losas, paredes, secciones de arco y elementos similares	-6 mm + 12 mm
9.	Variación del aplome o nivel de invertida y paredes laterales para cada ranura de compuertas, para las paredes laterales de cada ranura de ataguías y juntas impermeables similares:	
	Cuando la longitud total de la línea es:	
(a)	menos de 3 metros	±3 mm
	3 metros o más	±20 mm
	Para cualquiera de dos puntos intermedios sucesivos en la línea o superficie separada por:	
(b)	3 a 6 metros	3 mm
	más de 6 metros	20 mm
10.	Variación de la distancia especificada entre las paredes laterales verticales para cada ranura de compuerta y entre las paredes laterales de las ranuras para las ataguías.	±12 mm
11.	Variación en la localización especificada en planta para los ductos, aperturas en pisos y paredes.	±12 mm
12.	Variación en las medidas especificadas para los ductos, aperturas en pisos y paredes	±6 mm
<b>E. Desviaciones estructurales para puentes</b>		
1.	Desviación del alineamiento establecido	±25 mm
2.	Zapatas:	
(a)	Variación de las dimensiones de longitud y ancho establecidas	-12 mm +50 mm
(b)	Desplazamiento o excentricidad: 2% del ancho de la zapata en dirección del desplazamiento, pero no mayor que:	50 mm
(c)	Reducción en espesores de aquellos especificados: 5% del espesor especificado, pero no mayor que:	25 mm
3.	Variación del aplome o inclinación especificada para las líneas y superficies de pilares y muros y para las aristas:	
(a)	Construcción expuesta:	
	(1) Cuando la altura total de la línea o superficie es:	
	menos de 3 metros	±10 mm
	3 metros o mas	±12 mm
	(2) Para cualquier par de puntos sucesivos en la línea o superficie separados por:	
	3 a 6 metros	10 mm
	más de 6 metros	12 mm
(b)	Construcción enterrada:	
	(1) Cuando la altura total de la línea o superficie es:	
	menos de 3 metros	±20 mm
	3 metros o mas	±25 mm
	(2) Para cualquier par de puntos sucesivos en la línea o superficie separados por:	
	3 a 6 metros	20 mm

<b>Id</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tolerancias</b>
	más de 6 metros	25 mm
<b>4.</b>	Variación del nivel o pendiente especificadas para losas sin incluir el tablero del puente, vigas, ranuras de juntas horizontales, distancia a los barandales y diafragmas:	
	(a) Construcción expuesta:	
	(1) Cuando la longitud total de la línea o superficie es:	
	menos de 3 metros	±10 mm
	3 metros o mas	±12 mm
	(2) Para cualquier par de puntos sucesivos en la línea o superficie separados por:	
	3 a 6 metros	10 mm
	más de 6 metros	12 mm
	(b) Construcción enterrada:	
	(1) Cuando la longitud total de la línea o superficie es:	
	menos de 3 metros	±20 mm
	3 metros o mas	±25 mm
	(2) Para cualquier par de puntos sucesivos en la línea o superficie separados por:	
	3 a 6 metros	20 mm
	más de 6 metros	25 mm
<b>5.</b>	Desviación del tablero del puente y barandales de las pendientes especificadas	±6 mm
<b>6.</b>	Variación en dimensiones especificadas para secciones transversales de pilares, losas sin incluir el tablero del puente, muros, vigas y elementos similares de la estructura del puente	-6 mm +12 mm
<b>7.</b>	Variación de los espesores especificados para las losas del puente	-3 mm +12 mm
<b>F. Desviaciones estructurales para conductos monolíticos</b>		
<b>1.</b>	Conductos con velocidad de flujo menor a 6 m/s:	
	(a) Desviación del alineamiento excavado	±50 mm
	(b) Desviación de la pendiente especificada	±25 mm
<b>2.</b>	Conductos con velocidad de flujo mayor a 6 m/s:	
	a) Desviación del alineamiento excavado	±25 mm
	b) Desviación de la pendiente especificada	±12 mm
<b>3.</b>	Variación del espesor especificado en cualquier punto:	
	a) Conductos	-2.5% o 6 mm, el que sea mayor +5% o 12 mm el que sea mayor
<b>4.</b>	Variación de las dimensiones internas especificadas	0.5%

### **02.08.08.03 Irregularidades en las superficies del concreto**

#### *i General*

Las protuberancias, depresiones y desplazamientos se definen como “irregularidades en la superficie del concreto”. Las irregularidades en la superficie del concreto son clasificadas como “abruptas” o “graduales” y son medidas con relación a la superficie actual del concreto. La tolerancia de una superficie de concreto se designa por una letra mayúscula “T” seguida por un número del 1 al 5. Las designaciones para tolerancias de las superficies del concreto son diferentes para el acabado de las superficies del concreto y para las variaciones estructurales del concreto.

#### *ii Irregularidades abruptas de la superficie*

Las irregularidades abruptas son definidas aquí como “desplazamientos tales como aquellos causados por la colocación inapropiada o suelta de los encofrados, módulos flojos en los encofrados de madera o cualquier otra falla similar de los encofrados.” Las irregularidades abruptas son medidas utilizando un taco corto y recto de al menos 15cms de longitud, sostenida firmemente contra la superficie del concreto sobre la irregularidad, y la magnitud del desplazamiento es determinada por medición directa.

#### *iii Irregularidades graduales de la superficie*

Las irregularidades graduales de la superficie son definidas aquí como “protuberancias y depresiones resultantes de cambios graduales en la superficie del concreto”. Las irregularidades graduales de la superficie son medidas utilizando una plantilla conformada según el perfil del diseño de la superficie del concreto a ser examinada. Las plantillas para medir las irregularidades graduales de la superficie del concreto deberán ser provistas por El Contratista. Las plantillas deberán tener no menos de 2.5 metros de longitud. La magnitud de las irregularidades graduales de la superficie se define aquí como “una medida de la relación de cambio en la pendiente de la superficie del concreto”. Las irregularidades graduales se miden colocando firmemente la plantilla contra la superficie del concreto como se determine que sea necesario para asegurar el cumplimiento de estas especificaciones. Las plantillas para esas superficies deberán ser suministradas por El Contratista y deberán estar disponibles para el uso de La Supervisión en cualquier momento.

La magnitud de las irregularidades graduales de la superficie del concreto deberá ser revisada por El Contratista para asegurar que las irregularidades de las superficies se encuentran dentro de las tolerancias especificadas. La Supervisión realizarán también las revisiones que considere necesarias sobre las superficies endurecidas del concreto para asegurar el cumplimiento con estas especificaciones.

*Tabla 15 Tolerancias para las irregularidades de la superficie del concreto*

Tolerancia para la Superficie de Concreto	Irregularidad Máxima Permisible para la Superficie del Concreto	
	Abrupta	Gradual
<b>T1</b>	25 mm	25 mm por cada 100 mm
<b>T2</b>	12 mm	12 mm por cada 100 mm
<b>T3</b>	6 mm	6 mm por cada 100 mm
<b>T4</b>	3 mm	3 mm por cada 100 mm
<b>T5</b>	1mm	1 mm por cada 100 mm

#### **02.08.08.04 Reparación del concreto endurecido fuera de las tolerancias especificadas**

En concreto endurecido que no se encuentre dentro de las tolerancias especificadas deberá ser reparado para cumplir con esas tolerancias. Tal reparación deberá ser realizada y deberá ser completada en una manera aprobada por La Supervisión. Las reparaciones en el concreto para traerlo dentro de las tolerancias especificadas deberán ser realizadas después de las consultas con La Supervisión relacionadas con el método de reparación. La Supervisión deberá ser notificado previamente sobre el momento en que se llevarán a cabo las reparaciones.

El concreto que estará expuesto a la vista del público deberá ser reparado de tal manera que resulte en una superficie uniforme de concreto.

Las superficies de concreto que estarán sujetas a altas velocidades de flujo hidráulico deberán sin excepción, ser reparadas como sea necesario para obtener superficies dentro de las tolerancias especificadas. La demolición de las superficies de concreto expuestas a la vista y las superficies sujetas a altas velocidades de flujo deberá limitarse en profundidad de manera que las partículas de los agregados sean expuestas no más de 1.5 milímetros en sección transversal a la superficie terminada. Cuando la demolición causare la exposición de las partículas de los

agregados a una profundidad mayor a 1.5 mm el concreto deberá ser reparado excavando y reemplazando el concreto.

#### **02.08.08.05 Prevención de la reincidencia de fallas en alcanzar las tolerancias**

Cuando la colocación del concreto resulte en una superficie endurecida del concreto que no cumpla con las tolerancias especificadas, El Contratista deberá, cuando sea requerido, remitir a La Supervisión un plan de todas las acciones preventivas, como modificaciones a los encofrados, procedimientos modificados para la colocación de maestras o plantillas y diferentes técnicas de acabado, a ser implementadas por El Contratista para evitar fallas repetidas. La Supervisión se reserva el derecho de retrasar la colocación del concreto hasta que El Contratista haya implementado tales acciones preventivas con la aprobación de La Supervisión.

#### **02.08.09 Acabado**

##### **02.08.09.01 General**

El tipo de acabado y los requisitos para el acabado de las superficies del concreto deberán estar conforme a lo especificado en esta cláusula, o como se indique en los planos. Los acabados que no se indiquen o se muestren en los planos para una estructura o superficie en particular, deberán ser realizados como se especifique para superficies o trabajos similares. El Contratista deberá notificar a La Supervisión antes de dar el acabado al concreto. A menos que la inspección no se requiera en cada caso específico, el acabado del concreto deberá ser realizado únicamente cuando un inspector de El Contratante esté presente.

Las variaciones en la superficie del concreto deberán ser medidas por La Supervisión donde sea necesario verificar que las superficies del concreto estén dentro de las tolerancias especificadas. El acabado del concreto que no se encuentre dentro de las tolerancias especificadas deberá ser reparado.

##### **02.08.09.02 Superficies moldeadas**

El tipo de acabado para las superficies moldeadas de concreto se designa por los símbolos F1, F2, F3 y F4. El tipo de acabado se aplicará como sigue:

*i Acabado F1*

El acabado F1 aplica generalmente a las superficies moldeadas sobre o contra las cuales se colocará material de relleno, mortero o concreto. Los extremos de las barras de amarre de los encofrados que estarán en contacto con material de relleno deberán ser protegidos de la humedad, si éstos quedan debajo del nivel freático o del nivel del agua. La protección deberá consistir en la provisión de cavidades en la superficie del concreto en los extremos de los bastones de amarre los cuales deberán ser rellenados con mezcla seca de cemento u otro material aprobado o por un sistema impermeabilizante aprobado por La Supervisión. Los extremos de los bastones de amarre en las superficies que estarán en contacto con concreto o material de relleno pero que estén sobre el nivel freático o la línea de agua máxima, deberán ser cortados al ras de la superficie moldeada o puede proveerse cavidades que podrán dejarse sin relleno.

*ii Acabado F2*

El acabado F2 generalmente aplica a las superficies moldeadas que no estarán en contacto permanente con material de relleno, mortero o concreto o que no se requiere que reciban acabado F3 o F4.

*iii Acabado F3*

El acabado F3 generalmente aplica a las superficies moldeadas en que la apariencia de las mismas es considerada por El Contratante como de especial importancia, tal como aquellas superficies permanentemente expuestas a la vista del público. Después que todos los resanes requeridos y que la corrección de las imperfecciones haya sido completada, las superficies deberán ser tratadas como sigue:

- 1) Las superficies deberán ser humedecidas cuidadosamente y repelladas mientras las superficies aún estén húmedas.
- 2) El mortero deberá consistir en una (1) parte de cemento y dos (2) partes de arena en volumen de arena que pase el tamiz No. 16 y suficiente agua para que la consistencia de la mezcla sea la de una crema gruesa. Si fuera necesario, se debe mezclar el mortero con cemento blanco para que el color del repello coincida con el de las superficies de concreto cercanas.
- 3) El mortero deberá ser cuidadosamente frotado sobre el área con un codal limpio o una esponja plana de manera que llene todas las cavidades, picaduras u otros defectos.

Mientras el mortero en las cavidades está todavía plástico, la superficie deberá ser frotada con una mezcla seca con las proporciones y materiales anteriores para remover el exceso de material plástico y colocar suficiente material seco en los agujeros para endurecer y solidificar el mortero de manera que los rellenos queden al ras con la superficie.

- 4) Ningún material deberá sobrar en la superficie excepto el que se encuentre dentro de las cavidades.

*iv Acabado F4*

El acabado F4 aplica generalmente a las superficies moldeadas para las cuales el alineamiento preciso y la uniformidad de la superficie son de vital importancia para eliminar los efectos destructivos del agua como la succión o cavitación.

### **02.08.09.03 Superficies no moldeadas**

El tipo de acabado para las superficies no moldeadas de concreto se designa por los símbolos U1, U2 y U3. Las superficies interiores inclinadas para el drenaje donde se muestre en los planos o como se indique. Las superficies que deberán estar expuestas al clima y que normalmente deberían ser niveladas deberán ser inclinadas para drenaje. A menos que el uso de otro tipo de superficies con pendientes o niveles sea indicado en los planos o como se indique, las superficies angostas, como la corona de las paredes y bordillos, deberán ser inclinadas aproximadamente en un 2%. A menos que se especifique de otra manera o que se indique en los planos, estos tipos de acabado se aplicarán como sigue:

*i Acabado U1*

El acabado U1 (acabado maestreado) aplica generalmente a las superficies no moldeadas de concreto que deberán ser cubiertas con material de relleno, mortero o concreto. El acabado U1 se utiliza también en la primera etapa de los acabados U2 y U3. Las operaciones de acabado deberán consistir en suficiente nivelación y maestreado para producir superficies uniformes.

*ii Acabado U2*

El acabado U2 (allanado) aplica generalmente a las superficies no moldeadas que no estarán en contacto permanente con material de relleno, mortero o concreto y que no requerirán acabado U1 o U3.



El acabado U2 es también utilizado en la segunda etapa del acabado U3. El allanado puede ser realizado con equipo manual o eléctrico. El allanado deberá ser comenzado tan pronto como la superficie maestreada se ha endurecido lo suficiente pero antes de purgar los encofrados de agua y deberá ser el mínimo necesario para producir una superficie libre de marcas de maestreado y que sea uniforme en textura. Si el acabado U3 será aplicado, el allanado deberá ser continuado hasta que una pequeña cantidad de mortero sin exceso de agua sea traída a la superficie, de manera que permita un allanado efectivo.

### *iii Acabado U3*

El acabado U3 (alisado) aplica generalmente a las superficies no moldeadas cuya apariencia y porosidad es considerada por El Contratante como de especial importancia. El alisado puede comenzar después que el agua de purga haya desaparecido y cuando la superficie allanada haya endurecido suficientemente para prevenir la remoción excesiva de material fino de la superficie. El alisado con acero deberá ser realizado con una presión firme de manera de aplanar la textura arenosa de la superficie allanada para producir una superficie uniforme y densa, libre de manchas y de marcas de allanado.

Cuando se especifique para los recubrimientos de canales y estructuras, las superficies acabadas deberán ser equivalentes, en uniformidad, suavidad, protuberancias de roca y vacíos, a aquella superficie obtenida por el uso efectivo de una paleta de acero de mango largo. Las pequeñas picaduras o marcas de paleta no se considerarán objetables para el recubrimiento de los canales y estructuras.

### **02.08.09.04 Acabado con abrasivo antideslizante**

El acabado con abrasivo antideslizante aplica generalmente a las superficies de concreto donde el riesgo de deslizamiento es considerado muy probable. El material abrasivo puede ser óxido de aluminio aglomerado con cerámica triturado y deberá ser aplicado a una tasa no menor que 1.2 kg/m<sup>2</sup>. Tan pronto como la superficie emparejada haya endurecido lo suficiente, se deberá aplicar aproximadamente dos tercios del material requerido a la superficie por un método que asegure un recubrimiento parejo sin segregación. El allanado deberá comenzar inmediatamente y después que el material abrasivo haya sido absorbido, el resto del material deberá ser aplicado en forma pareja en forma perpendicular a la primera aplicación. Se deberá realizar un segundo

allanado inmediatamente, después del cual, la operación deberá ser completada con un alisado con paleta de acero.

## 02.08.10 Programa de acabado, tolerancias de superficie y curado

Tabla 16 Programa de Acabado, Tolerancias y Curado para las Superficies Moldeadas

Superficie	Acabado	Tolerancia Máxima Permisible	Método de Curado
Superficies sobre o contra las cuales se colocará material de relleno o concreto	F1	T1	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
Superficies no permanentemente en contacto con material de relleno o concreto donde la apariencia no es crítica	F2	T2 y T3	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
Estructuras de canales	F2	T3	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
Superficies interiores: Sifones, alcantarillas	F2	T3	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
Pantalla de concreto y estructuras accesorias, excepto como se describe abajo	F2	T3	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
Parapetos en la presa y puentes y elementos decorativos	F3	T5	Compuestos claros de curado: emulsión de agua o a base de resina.
Estructuras sumergidas acomodando elementos mecánicos como compuertas y rejillas	F2	T4	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
Paredes interiores y cielos de bóvedas, sumideros, cajas de entrada y salida	F2	T4	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
Otras paredes interiores y cielos	F2	T4	Compuestos claros de curado: emulsión de agua o a base de resina.

Superficie	Acabado	Tolerancia Máxima Permisible	Método de Curado
<b>Bordillos interiores y exteriores</b>	F2	T5	Láminas de polietileno o compuestos claros de curado: emulsión de agua o a base de resina.
<b>Contrahuellas de escaleras</b>	F2	T5	Láminas de polietileno
<b>Pedestales y cimientos para equipos</b>	F3	T5	Compuestos claros de curado: emulsión de agua o a base de resina.
<b>Juntas de construcción y superficies a ser cubiertas con mortero</b>	F2	T2	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
<b>Juntas de expansión</b>	F2	T2	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
<b>Juntas de contracción</b>	F2	T3	Compuesto de curado a base de cera blanca

Tabla 17 Programa de Acabado, Tolerancias y Curado para las Superficies No Moldeadas

Superficie	Acabado	Tolerancia Máxima Permisible	Método de Curado
<b>Superficies a ser cubiertas con material de relleno o concreto</b>	U1	T1	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina o láminas de polietileno
<b>Superficies de plataformas de operación o estructuras de canales</b>	U1	T2	Láminas de polietileno
<b>Superficies a ser cubiertas por mortero</b>	U1	T3	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
<b>Estructuras de canal</b>	U2	T2	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina
<b>Losas de entrada exteriores, aceras y rampas</b>	U2	T3	Láminas de polietileno
<b>Bordillos exteriores y cunetas</b>	U2	T3	Láminas de polietileno
<b>Terrazas y techos exteriores</b>	U2	T5	Láminas de polietileno
<b>Losas y cimientos para equipos exteriores</b>	U2	T3	Láminas de polietileno

Superficie	Acabado	Tolerancia Máxima Permisible	Método de Curado
Coronas de muros no expuestos a la vista del público	U2	T4	Agua o láminas de polietileno
Coronas de muros expuestos a la vista del público	U2	T5	Láminas de polietileno o compuestos claros de curado: emulsión de agua o a base de resina.
Losas de caminos y puentes de concreto que no recibirán capa de sello	U2	T3	Agua o láminas de polietileno
Piso de bóvedas, sumideros y cajas de entrada y salida	U2	T5	Agua, compuestos a base de cera blanca, emulsión de agua, o resina o láminas de polietileno
Superficies debajo del piso no listadas	U2	T5	Láminas de polietileno
Firmes de concreto para el piso interior que recibirán ladrillos cerámicos	U2	T5	Láminas de polietileno
Bordillos interiores	U2	T5	Láminas de polietileno
Substratos de mampostería	U2	T4	Agua o láminas de polietileno
Pisos: Aliviadero	U3	T4	Agua o láminas de polietileno
Recubrimiento de canales	U3	T3	Compuestos claros de curado: emulsión de agua o a base de resina.
Huellas para escaleras y descansos	U3	T4	Láminas de polietileno
Fondos de fosas interiores	U3	T4	Láminas de polietileno

## 02.08.11 Encofrados

### 02.08.11.01 General

Los encofrados se utilizarán, siempre que sea necesario, para confinar el concreto y darle la forma requerida. El Contratista deberá establecer y mantener los encofrados para el concreto para garantizar que el trabajo sea completado dentro de todas las variaciones estructurales aplicables, las tolerancias para las superficies y acabados necesarios. Si un tipo de encofrado no funciona consistentemente en una forma aceptable, el tipo de molde deberá ser cambiado y el método de su erección deberá ser modificado.

Una cantidad suficiente de cuerdas apropiadamente instaladas a plomo deberán ser instaladas y mantenidas durante la colocación del concreto para uso del personal de El Contratista y para los inspectores de La Supervisión.

Los encofrados deberán tener la suficiente fortaleza para soportar la presión resultante de la colocación y vibrado del concreto y deberá ser mantenido rígidamente en la posición apropiada. El diseño de los encofrados y la tasa de colocación del concreto conteniendo aditivos de concreto tipo F o G deberán ser ajustados para compensar el aumento en las presiones hidráulicas aplicadas a los encofrados por la alta fluidez del concreto. Cuando se utilicen vibradores para los encofrados, los encofrados deberán ser suficientemente rígidamente para transmitir efectivamente la energía de los vibradores al concreto, mientras no se dañe o altere la posición de los encofrados. Las superficies y juntas de los encofrados deberán ser suficientemente selladas para prevenir la absorción de agua dentro de los encofrados o la pérdida de mortero desde el concreto. Se deberán colocar tiras para los chaflanes en las esquinas de los encofrados y en las coronas de las paredes para producir bordes biselados en las superficies permanentemente expuestas. Los ángulos interiores de las superficies de concreto en las intersecciones y bordes de las juntas de construcción no deberán ser biseladas excepto cuando se indique en los planos.

#### **02.08.11.02 Láminas para encofrados y recubrimientos**

Las láminas para los encofrados o recubrimientos deberán ser de madera tierna o contrachapada de tal tipo y calidad, o estar tratadas o recubiertas, que no permitan el deterioro o decoloración de las superficies moldeadas de concreto debido a la acción química, contaminación o absorción dispareja del agua del concreto. El tipo y condición del laminado para los encofrados y recubrimientos y la fabricación de los encofrados para los acabados F2, F3 y F4 deberá ser tal que las superficies resultantes de concreto tengan una textura uniforme y cumplan con todos los requisitos de los acabados aplicables y tolerancias. La distorsión permisible para el laminado de los encofrados de concreto causada por la colocación y vibrado del concreto deberá ser tal que las superficies moldeadas se ajusten a las tolerancias especificadas. Todas las cavidades en las láminas de madera de los encofrados deberán ser rellenos y con acabado liso. Donde se especifique un acabado F3, el laminado deberá ser colocado de tal manera que las marcas de juntas en las superficies del concreto sean mínimas y que estén en alineamiento tanto vertical como horizontal.

Los materiales utilizados para el laminado de los encofrados deberán conformarse a los requisitos. Si El Contratista propone materiales diferentes, estos deberán producir resultados equivalentes.

Tabla 18 Requisitos para el laminado de encofrados

Acabado Requerido de la Superficie Moldeada	Laminado o Recubrimiento de Madera	Laminado o Recubrimiento de Acero <sup>5</sup>
<b>F1</b>	Tableros comunes de cualquier grado o madera contrachapada	Laminado o recubrimiento de acero permitido
<b>F2</b>	Madera común No. 2 o mejor o madera contrachapada	Laminado de acero permitido. Recubrimiento de acero permitido solo bajo aprobación
<b>F3</b>	Madera contrachapada	Laminado o recubrimiento de acero No permitido
<b>F4</b>	Para superficies planas se deberá utilizar madera contrachapada o madera libre de nudos y otras imperfecciones y que puede ser cortada y doblada con precisión a las curvaturas requeridas sin rajarse o astillarse. Donde la curvatura es espacialmente severa, los encofrados deberán ser recubiertos con un material flexible, con soportes continuos o madera contrachapada delgada. La necesidad de tales materiales y construcción estará sujeta a aprobación de La Supervisión.	Laminado de acero permitido. Recubrimiento de acero No permitido

### 02.08.11.03 Uniformidad de los materiales para encofrados

Los encofrados para las superficies expuestas de concreto que recibirán acabados F2 y F3 deberán construirse de tal manera que produzcan una textura y patrones uniformes y consistentes en la cara del concreto. No se permitirá parches de metal en los encofrados para estas superficies. El laminado o recubrimiento deberá ser colocado para que todas las marcas horizontales de los encofrados sean continuas a lo largo de toda la superficie. Si los encofrados son construidos de madera contrachapada o de paneles de madera, las marcas verticales deberán ser continuas en toda la altura de la superficie. Si los encofrados de las superficies del concreto que recibirán acabados F2 son construidos con tablonés (no en paneles), los tablonés deberán ser cortados en

<sup>5</sup>Laminado de acero denota láminas de acero no soportadas por un entramado de madera. Recubrimiento denota láminas delgadas soportadas por un entramado de madera.

ángulos rectos y las juntas verticales de los tablones deberán ser escalonadas y únicamente sobre los travesaños.

El Contratista deberá utilizar un solo tipo de material para todas las superficies F2 expuestas y un solo tipo de material para todas las superficies F3. Si El Contratista elije utilizar tablones de madera para los encofrados en las superficies F2, los tablones deberán ser todos de 6 pulgadas o todos de 8 pulgadas.

#### **02.08.11.04 Amarres y anclajes para los encofrados**

Todos los amarres empotrados para sujetar los encofrados deberán permanecer empotrados y, excepto donde el acabado F1 sea permitido, deberán terminar no menos de 2 veces el diámetro o dos veces la dimensión mínima del amarre, el que sea mayor, desde la superficie moldeada del concreto.

Los amarres deberán ser contruidos de manera que la remoción de los extremos o de los sujetadores pueda ser realizada sin causar desprendimientos apreciables en las superficies del concreto. Los anclajes deberán ser provistos en suficiente cantidad, sujetos a la aprobación de La Supervisión para asegurar que las superficies de concreto, después de retirar los encofrados, están dentro de las tolerancias aplicables. Los anclajes empotrados en el concreto para los encofrados que estén flojos antes de la colocación del concreto adyacente deberán ser reemplazados por otros soportes firmemente empotrados en el concreto endurecido.

#### **02.08.11.05 Limpieza y lubricación**

Al momento que el concreto sea colocado en los encofrados, las superficies de los encofrados deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada o cualquier otro material ajeno. Antes que el concreto sea colocado, las superficies de los encofrados, (excepto en las superficies de madera áspera para las superficies a ser repelladas), deberán ser recubiertas con un lubricante de encofrados que prevenga efectivamente la adherencia y que no debilite o manche la superficie del concreto o cause que las superficies se vuelvan calizas o que produzcan polvo.

#### **02.08.11.06 Retiro de los encofrados**

Para facilitar el progreso satisfactorio del curado especificado y habilitar cualquier reparación temprana de las imperfecciones en la superficie del concreto, los encofrados deberán ser

retirados dentro de las próximas 24 horas después que el concreto ha endurecido suficientemente para prevenir el daño por el retiro de los encofrados y para que las reparaciones y curado especificados puedan comenzar inmediatamente luego del retiro de los encofrados. Es responsabilidad de El Contratista diseñar y construir los encofrados adecuados y mantenerlos en su lugar hasta que los mismos deban ser retirados cuidadosamente. El Contratista deberá ser responsable por el daño o lesiones causadas por la remoción de los encofrados antes que el concreto haya logrado suficiente resistencia. Los encofrados en las superficies superiores inclinadas del concreto, tales como los encofrados en los laterales de las transiciones combadas, deberán ser removidos tan pronto como el concreto ha logrado suficiente rigidez como para prevenir desplomes. Cualquier reparación o tratamiento requerido en tales superficies inclinadas deberán ser realizados en un solo proceso y deberá seguir inmediatamente el curado especificado.

Para prevenir esfuerzos excesivos en el concreto que podría resultar del hinchado de los encofrados, los encofrados de madera para las aperturas en los muros deberán ser aflojados tan pronto como el aflojado pueda ser completado sin dañar el concreto. Los encofrados para las aperturas deberán ser contruidos de manera de facilitar dicho aflojamiento. Los encofrados para los conductos no deberán ser removidos hasta que la resistencia del concreto sea tal que la remoción de los encofrados no produzca agrietamientos apreciables, desprendimientos, rotura de los bordes o superficies o cualquier otro tipo de daño a la superficie del concreto. Los encofrados no deberán ser removidos de las secciones de los sifones y conductos hasta que el concreto haya alcanzado u mínimo de un 25% de la resistencia compresiva especificada a los 28 días como se determine a partir del ensayo de cilindros de concreto de campo curado junto con la estructura en las mismas condiciones. Los encofrados deberán ser removidos con cuidado para evitar el daño al concreto y cualquier concreto dañado por el retiro de los encofrados deberá ser reparado.

#### **02.08.11.07 Costo**

El costo por suministrar todos los materiales y trabajos de construcción de los encofrados, incluyendo cualquier tratamiento o recubrimiento necesario de los encofrados, deberá ser incluido en el precio unitario de la oferta en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas para el concreto para el cual los encofrados serán utilizados.



### **02.08.12 Mezclas de prueba y partes de prueba**

El Contratista hará, bajo la dirección de La Supervisión, mezclas de prueba, utilizando los agregados propuestos para la Obra para asegurarse que el concreto está suficientemente maniobrable y que la mezcla no sufre de segregación durante el transporte y colocación. La composición de las mezclas de prueba deberá cumplir con los requisitos de las especificaciones en todos sus aspectos.

El Contratista también fabricará partes de prueba del mismo espesor que el que se utilizará en la Obra. Las partes deberán ser construidas con la mezcla aprobada para ser utilizada en la Obra. Si La Supervisión la aprobara y fuera utilizada en los trabajos permanentes, después de probarlas para asegurarse que la mezcla, tal y como está diseñada, y el equipo propuesto para ser utilizado son ambos apropiados para adquirir un concreto completamente compactado, será medida y pagada dentro del precio de la oferta correspondientes al concreto en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **02.08.13 Pruebas del concreto**

Todas las pruebas de los materiales del concreto, tal como los agregados y el concreto podrán ser llevadas a cabo por El Contratista utilizando el equipo de laboratorio provisto por él mismo. Las pruebas del concreto colocado durante la Obra serán llevadas a cabo por El Contratista en su propio laboratorio. El costo de todas estas pruebas y los gastos relacionados serán por cuenta de El Contratista.

Las pruebas de los materiales del concreto incluirán:

- 1) la prueba de gravedad específica,
- 2) la prueba de absorción,
- 3) la prueba de granulometría,
- 4) la prueba de contenido de materia orgánica para agregado,
- 5) la prueba física del cemento,
- 6) el análisis químico del cemento Portland,
- 7) la prueba para los agentes de inclusión,
- 8) la prueba de desgaste del agregado grueso,
- 9) la prueba para partículas suaves en el agregado grueso, y

10) la prueba del análisis de enjuague para concreto.

La información de pruebas del fabricante deberá estar disponible para el análisis químico del cemento.

Las pruebas del concreto colocado durante la obra serán las siguientes:

- 1) Prueba de granulometría del agregado:
  - a. Para el agregado fino, una vez por cada 500 metros cúbicos
  - b. Para el agregado grueso, una vez cada 500 metros cúbicos y cada vez que se cambie el lugar de recolección.
- 2) Humedad superficial del agregado:
  - a. Dos veces al día, por la mañana y por la tarde.
- 3) Prueba de revenimiento:
  - a. Dos veces al día, por la mañana y por la tarde.
- 4) Prueba de contenido de aire:
  - a. Dos veces al día, por la mañana y por la tarde.
- 5) Prueba de compresión:
  - a. Una vez cada 200 metros cúbicos por proporción o cada vez que La Supervisión lo indique.

Durante la fabricación y colocación del concreto, se tomará no menos de tres (3) muestras por cada día de colocación y no menos de una muestra al azar por cada cien (100) metros cúbicos de concreto continuamente colocado. Un cilindro de prueba de compresión de quince (15) centímetros de diámetro y treinta (30) centímetros de altura será moldeado de cada muestra, fraguado y probado tanto al día siete (7) como al veintiocho (28). Los resultados de las pruebas serán analizados progresivamente y evaluados como estadística.

Los siguientes dos (2) métodos serán aplicados a la evaluación de la calidad del concreto.

*i Evaluación de la información de las pruebas de concreto*

Cuando suficiente información esté disponible, los resultados de los cilindros de concreto serán evaluados por La Supervisión de acuerdo con ACI 214R "Práctica Recomendada para la Evaluación de los Resultados de la Prueba de Resistencia del Concreto en el Sitio". Los resultados evaluados deberán ser conformes a los siguientes requisitos:

- 1) La resistencia a la compresión promedio de 5 muestras consecutivas de cilindros de concreto moldeado deberá ser igual o mayor a la resistencia a la compresión específica a los 28 o 90 días y no más del 20% de las 30 muestras consecutivas de cilindros podrá tener una resistencia menor a la especificada y cada conjunto de cilindros deberá tener una resistencia promedio de por lo menos 80% de la resistencia especificada cuando han sido probadas de acuerdo con ASTM C39.

*ii Prueba del concreto durante la colocación*

El Contratista llevará a cabo, asumiendo el costo, pruebas de concreto en la presencia de La Supervisión de acuerdo al siguiente cronograma para corroborar y mantener las cualidades del concreto en cada colocación.

*Tabla 19 Programa de pruebas del concreto durante la colocación*

<b>Artículos Probados</b>	<b>Método de Prueba</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Revenimiento</b>	ASTM C143	<b>4 o más pruebas por turno</b>
<b>Contenido de aire del Concreto recién mezclado Si lo tuviera</b>	ASTM C231 o C173	<b>2 o más pruebas por turno</b>
<b>Medida de temperatura</b>	ASTM E1	<b>2 o más pruebas por turno</b>

Si por alguna razón La Supervisión cuestiona la calidad del concreto que ya ha sido colocado y ha fraguado, El Contratista deberá, si así se le indica, sacar núcleos según lo especifique La Supervisión para que este mismo lleve a cabo las pruebas. Si los núcleos probados revelan que el concreto cumple con las especificaciones se le reembolsarán a El Contratista los gastos en los que haya incurrido en sacar los núcleos y rellenar las cavidades con la misma mezcla que se utilizó originalmente. Si los núcleos revelan que el concreto no cumple con las especificaciones,

todos los gastos ocasionados correrán por cuenta de El Contratista, y el trabajo afectado será rechazado.

#### **02.08.14 Elementos empotrados**

Antes de colocar el concreto, se asegurará que todos los elementos empotrados estén asegurados en su lugar tal y como lo muestran los Planos o como lo indica La Supervisión, Todos los elementos empotrados deberán estar completamente limpios y libres de aceite y materias extrañas, tal como capas sueltas de óxido, pintura, escamas, mortero, etc. La incrustación de madera en concreto estará prohibida a menos que se autorice específicamente.

#### **02.08.15 Anclajes**

Se formarán anclajes de concreto donde El Contratista deba instalar trabajo de metal u otros elementos varios especificados en El Contrato.

Donde se vaya a formar anclajes, las superficies de concreto deberán ser picadas para que queden ásperas, limpias y mantenidas húmedas durante por lo menos cuatro (4) horas. Después de que dichas superficies hayan sido aprobadas por La Supervisión y el trabajo metálico y los otros elementos mencionados anteriormente hayan sido instalados en su puesto, El Contratista colocará refuerzo (si fuera necesario) y mortero de cemento compuesto de más de 500 kilogramos de cemento por metro cúbico, o concreto del mismo tipo que el que se haya especificado para el concreto a su alrededor.

Si los anclajes van a ser rellenados con concreto tal y como se especifica en el párrafo anterior, el concreto recién colocado deberá ser fijado apretadamente al concreto colocado anteriormente para lograr la adhesión completa entre el concreto y todo el trabajo metálico y los otros elementos en los anclajes.

El precio de hacer y rellenar los anclajes deberá ser incluido en los precios de unitario para el concreto en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## **02.08.16 Juntas**

### **02.08.16.01 General**

La ubicación de todas las juntas de construcción en el trabajo de concreto estará sujeta a la aprobación de La Supervisión, y la junta deberá ser construida como aquí se especifica.

### **02.08.16.02 Juntas de construcción**

Una junta de construcción se define como una junta planeada donde deberán tener contacto dos colocaciones de concreto, a lo largo de las cuales se requiere el desarrollo y mantenimiento de adherencia y a través de las cuales cualquier refuerzo que pueda estar presente no sea interrumpido. Todas las juntas de construcción deberán ser desbastadas y todo cemento endurecido deberá ser removido en preparación para el colocado del concreto adyacente. Los métodos para desbastar y remover el cemento podrán incluir abrasión mecánica o cortado, arenado, grabado con ácido o chorros de agua a alta presión sobre la superficie endurecida (no verde) del concreto. Los chorros de agua serán normalmente de al menos 6000 psi. Todos los métodos estarán sujetos a aprobación de La Supervisión. Las juntas de construcción deberán ser limpiadas profundamente de cualquier concreto suelto o defectuoso, recubrimientos, arena, compuesto de curado o cualquier otro material ajeno en la superficie.

Después de esta limpieza inicial y en la última oportunidad antes de la colocación del concreto, la superficie del concreto deberá ser profundamente lavada con agua o chorros de aire y agua y deberán ser despojadas uniformemente de toda agua superficial.

### **02.08.16.03 Juntas de contracción y control**

Las juntas de control y las juntas de contracción sirven para permitir las contracciones volumétricas del concreto monolítico y el movimiento entre unidades monolíticas en las juntas establecidas, todo esto para prevenir la formación de grietas objetables en cualquier parte del concreto. Antes de la aplicación de compuesto de curado a base de cera a las juntas de control tipo B y a las juntas de contracción, las superficies de todas las juntas deberán ser limpiadas profundamente de restos de concreto u todos materiales ajenos por medio del picado, raspado o por otros medios aprobados por La Supervisión. El compuesto de curado no deberá ser removido, sino que deberá permanecer en esas juntas y ser mantenido intacto hasta que el

concreto adyacente sea colocado. Los tapajuntas, barras de refuerzo y otros elementos empotrados deberán estar libres de compuesto de curado cuanto el concreto adyacente sea colocado.

#### **02.08.16.04 Juntas de dilatación y contracción**

Las juntas de dilatación y las juntas de contracción de los tipos mostrados en los Planos deberán ser puestas en las paredes, pisos, pies, etc. donde lo indiquen los Planos, o según lo indique La Supervisión. Las juntas se harán encofrando en concreto en un lado de la junta y permitiendo que fragüe antes de colocar el concreto en el otro lado. La superficie del concreto colocado primero en la junta deberá ser pintada con pintura de aceite o recubierta con otros materiales de manera que se evite la adhesión.

Los tapajuntas, barras y relleno de juntas especificados en este documento serán colocados donde se muestra en los Planos o según lo indique La Supervisión.

#### **02.08.17 Reparación del concreto**

##### **02.08.17.01 General**

El concreto será reparado, excepto que no se permitirán reparaciones con adhesivo epóxico y mortero epóxico para reparaciones exteriores con un área superior a 900 cm<sup>2</sup>.

Las reparaciones menores en superficies encofradas como el pulido de la superficie o el relleno de oquedades deberán ser completadas dentro de las siguientes 2 horas desde la remoción de los encofrados. El reemplazo de concreto con espesor menor a 25 cm y las reparaciones con mortero de cemento Portland deberán ser completadas dentro de los 7 días luego de la colocación del concreto original o deberá utilizarse sistemas adhesivos de resina epóxica aprobados. Las reparaciones que involucren sistemas adhesivos de resina epóxica deberán ser realizados después de 7 días y antes de los 60 días desde la colocación del concreto original. El reemplazo de concreto con espesores mayores a 25 cm deberá ser completado dentro de los siguientes 60 días después de la colocación del concreto original.

#### **02.08.17.02 Tipo de reparación**

Las reparaciones en el concreto en aquellas áreas indicadas por La Supervisión deberán ser realizadas con concreto de reemplazo, concreto con adhesivo epóxico, paquetes de mezcla seca de mortero, mortero de cemento Portland, mortero epóxico con adhesivo epóxico o resina epóxica inyectada donde y como sea aplicable para el tipo de reparación involucrada.

Las cavidades resultantes de la remoción de los extremos de los bastones de amarre deberán ser rellenados con mezcla seca de mortero u otro material aprobado a menos que las cavidades deban quedar cubiertos posteriormente con concreto o con material de relleno y que se encuentren sobre la elevación del nivel freático.

Cuando las superficies del concreto sean reparadas con mortero epóxico y adhesivo epóxico, las superficies terminadas del mortero epóxico en áreas visibles deberán ser preparadas para eliminar el brillo y producir una superficie y textura que coincidan con la superficie del concreto circundante.

#### **02.08.17.03 Muestras**

El Contratista deberá remitir muestras de los agentes de adhesivo epóxico y arena gradada para la utilización en el diseño de la mezcla el mortero epóxico de acuerdo con las Especificaciones Estándar para Reparación del Concreto.

#### **02.08.17.04 Costo**

El costo del suministro de todos los materiales y la realización del trabajo requerido para la reparación del concreto deberá ser a expensas de El Contratista.

#### **02.08.18 Medida y pago**

La medida para el pago del concreto será en metros cúbicos calculados hasta las líneas de estructuras tal y como lo muestran los Planos o como lo determine La Supervisión. Al medir el concreto para su pago, el volumen de todas las cavidades, depresiones, aberturas, tuberías incrustadas, y los trabajos de madera y metal que tengan más de 0.05 metros cuadrados de sección, excepto por la barra y fibra de refuerzo, pernos y barras de anclaje serán deducidos.

Los pagos para el concreto de tipos C35, C25 y C15 serán hechos al precio unitario fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dichos precios deberán incluir el precio de

toda la mano de obra, los materiales y el equipo de construcción necesario para completar todos los trabajos, incluyendo la provisión y manejo del cemento, los encofrados, sus agregados y aditivos (de haberlos), y las operaciones de mezcla, colocación, fraguado y acabado de concreto, la construcción de juntas (sin incluir la provisión de tapajuntas, barras, lloraderos y relleno para juntas), y todo lo necesario para estas labores, excepto por los pagos por proveer y colocar barras de refuerzo.

## **02.09 Concreto lanzado**

### **02.09.01 General**

El concreto lanzado deberá ser suministrado y colocado como se muestra en los planos, como se describe en estas cláusulas y como lo apruebe La Supervisión.

El concreto lanzado se define como “el concreto transmitido a través de una manguera y proyectado neumáticamente a gran velocidad sobre una superficie donde el material es compacto por la fuerza de impacto del chorro”.

El concreto lanzado para ser aplicado bajo estas especificaciones deberá ser una mezcla de cemento, arena, agregado grueso, agua y un aditivo acelerador endurecedor. El agregado grueso deberá tener un tamaño máximo de ¼”.

El concreto lanzado deberá ser aplicado por el proceso conocido como “proceso de mezclado en seco” el cual consiste en mezclar profundamente los materiales sólidos, alimentar estos materiales hacia un alimentador mecánico especial, desplazar estos materiales con aire comprimido hacia una boquilla especial donde se agrega el agua e inmediatamente se mezcla con los demás ingredientes para luego lanzar la mezcla desde la boquilla a alta velocidad hacia la superficie que recibirá el concreto lanzado.

El espesor del concreto lanzado deberá ser tal que pueda soportar adecuadamente las superficies donde será instalado, pero en ningún caso deberá ser inferior a 5 cm.

Para minimizar el movimiento del material circundante, el concreto lanzado deberá ser aplicado tan pronto como sea aplicable y tan cerca del frente de excavación como sea práctico.



La colocación del concreto lanzado a las dimensiones y espesores requeridos deberá ser completada dentro de las siguientes 48 horas luego de la exposición por la excavación.

El Contratista deberá mantener la seguridad en todas las áreas donde se esté aplicando el concreto lanzado, incluyendo la protección contra el polvo, a satisfacción de La Supervisión. Algunos compuestos químicos contenidos en los aditivos acelerantes-endurecedores como el hidróxido de sodio y/o potasio son moderadamente tóxicos y, si se utilizan en el concreto lanzado, podrían causar irritación en la piel o las vías respiratorias. Para asegurar una protección adecuada contra materiales tóxicos, el operador de la boquilla y los ayudantes deberán vestir cascos similares a los utilizados en el arenado provistos de dispositivos filtrantes de aire, guantes y ropa protectora.

Cualquier cargo requerido por el pago del equipo y materiales seleccionados y utilizados por El Contratista para la aplicación del concreto lanzado deberá ser cubierto por El Contratista.

## **02.09.02 Materiales**

### **02.09.02.01 Cemento**

El cemento deberá ser tipo Portland según la Sub-Cláusula 02.08.01.01 más atrás.

### **02.09.02.02 Arena y Agregado Grueso**

La arena y el agregado grueso de 1/4" de tamaño máximo deberán conformarse a lo especificado en la Sub-Cláusula 02.08.01.02 más atrás, excepto que la cantidad de material que pase el tamiz No. 100 podrá ser incrementada a un 14%, la cantidad de material que pase el tamiz No. 100 podrá incrementarse sobre el 14% especificado, si fuera necesario para proveer cualidades de trabajabilidad y adherencia en el concreto lanzado. Este incremento no reducirá la calidad y resistencia del concreto lanzado. Si se debiera agregar mayor cantidad de material fino a la arena, este deberá ser cuidadosamente mezclado con la arena. El Contratista podrá tamizar el agregado grueso de 3/8" para eliminar el incremento adicional de material fino.

### **02.09.02.03 Aditivos**

El concreto lanzado deberá contener un aditivo acelerador del endurecimiento el cual deberá ser suministrado y agregado a la mezcla en forma pulverizada. El uso de Cloruro de Calcio en el

concreto lanzado NO será permitido y el agente acelerador del endurecimiento no deberá contener Cloruro de Calcio. La marca y cantidad del agente acelerador del endurecimiento deberá ser responsabilidad de El Contratista, deberá conformarse a los requerimientos precedentes y deberá producir concreto lanzado de acuerdo con la resistencia especificada y los requisitos de adherencia indicados en estas especificaciones.

El aditivo deberá ser almacenado y mantenido en una condición seca hasta que sea introducido a la mezcla. La dosificación del aditivo utilizado deberá ser cuidadosamente medida y uniformemente dispersada en la mezcla de concreto lanzado.

#### **02.09.02.04 Agua**

El agua utilizada en el concreto lanzado deberá estar de acuerdo con la Sub-Cláusula 02.08.01.03 más atrás.

#### **02.09.03 Composición**

El concreto lanzado deberá tener un contenido mínimo de 12 bolsas de cemento por metro cúbico de concreto listo para ser lanzado por la boquilla. El concreto lanzado deberá conformarse a los requisitos de resistencia a la compresión según se determine en los ensayos provenientes de los paneles de prueba según se indica en la Sub-Cláusula 02.09.04 más adelante.

El porcentaje de humedad de la superficie (libre) de la arena, en cada lote, deberá estar entre el 3% y el 6% del peso; y deberá ser controlado dentro de este rango como sea necesario para el mantenimiento de una alimentación uniforme y para evitar atascamiento en los equipos de entrega, manguera y boquilla.

La arena, agregado grueso, cemento y aditivos deberán ser agregados uniformemente a la mezcla y mezclados uniformemente antes de ser alimentados al equipo de entrega. Se requerirá una maquina mezcladora de los agregados secos excepto para el aditivo acelerador de endurecimiento.

El concreto lanzado deberá ser dosificado sobre la base de bolsas de cemento completas salvo que la cantidad de cemento sea determinada por el pesado directo; las cantidades de arena y agregado grueso deberán ser determinadas por pesado directo. El aditivo deberá ser agregado a la mezcla de concreto lanzado utilizando un dispositivo gravimétrico/volumétrico calibrado para

los porcentajes de variación requeridos dentro del 0.5% de precisión y deberá ser alimentado a la mezcla seca de concreto lanzado según va entrando a la máquina de colocado. El equipo para pesar deberá estar en condición de operación de Primera Clase y deberá conformarse a los requisitos del Manual No. 44 del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los Estados Unidos, para tales equipos, excepto que la precisión de la escala dentro de 0.4% sea satisfactoria.

#### **02.09.04 Criterio de resistencia y ensayos pre-construcción para concreto lanzado**

El Contratista deberá fabricar paneles de prueba para cada mezcla a ser utilizada. Al menos tres paneles de prueba deberán ser fabricados para cada mezcla. Los paneles deberán ser preparados bajos la supervisión de La Supervisión y deberán ser remitidos con suficiente tiempo para obtener y ensayar núcleos a las edades especificadas.

La aplicación del concreto lanzado en los paneles de prueba deberá ser completada en sitios distintos al sitio de construcción, el equipo utilizado para la aplicación será el mismo que el utilizado en la construcción, los materiales utilizados en el concreto lanzado serán los mismos a ser utilizados en el sitio, y la aplicación deberá ser supervisada por La Supervisión o el personal que éste designe.

La fabricación de los paneles de prueba deberá consistir en la aplicación de no menos de 10 centímetros de concreto lanzado en una sola aplicación sobre un panel de no menos de 1 metro por 1 metro de madera contrachapada. El concreto deberá ser aplicado a los paneles en la misma manera y bajo las mismas presiones que se utilizarán en el trabajo definitivo.

Después de la fabricación, los paneles deberán ser embalados y sellados con láminas de polietileno o por cualquier otro método que prevenga la pérdida de humedad.

La Supervisión obtendrá varios núcleos de los paneles y ejecutará ensayos de la resistencia a la compresión de dichos especímenes a las 8 horas y a los 28 días de edad. Los núcleos que deberán ensayar deberán tener una relación de 2 de longitud a diámetro.

Los núcleos deberán alcanzar una resistencia compresiva no menor a **3.4 MPa** en 8 horas y **25 MPa** a los 28 días de edad.

Ninguna mezcla de concreto lanzado deberá ser aplicada en el sitio bajo estas especificaciones hasta que la resistencia a la compresión de la mezcla, tal y como se determina de los ensayos de los núcleos, alcance las especificaciones de resistencia, El Contratista deberá ser autorizado a proceder con los trabajos de lanzado si estos son determinados satisfactorios por La Supervisión que, incrementando el contenido de cemento en el concreto sobre la cantidad utilizada en los paneles, alcanza la resistencia especificada. En todo caso, El Contratista debería permitir un tiempo adecuado para la preparación de los núcleos de concreto. El fracaso de una mezcla para alcanzar los requisitos de resistencia especificados podrá demorar la terminación de otras obras.

#### **02.09.05      Equipo**

El equipo utilizado por El Contratista para el mezclado y aplicación del concreto lanzado estará sujeto a aprobación, y deberá ser capaz de manejar y aplicar el concreto lanzado conteniendo el tamaño máximo especificado para el agregado grueso y el aditivo acelerador del endurecimiento. El equipo, incluyendo los mezcladores, mangueras, boquillas, medidores de presión de aire y agua y los empaques deberán ser mantenidos y una condición limpia y propia para una operación satisfactoria a La Supervisión.

Un compresor de aire de amplia capacidad y en una condición de operación apropiada deberá ser utilizado para mantener suficiente velocidad en la boquilla para la aplicación.

La boquilla de descarga deberá estar equipada con un sistema de inyección de agua de operación manual presión suficiente para proveer una distribución uniforme de agua dentro de la mezcla de agregado-arena-cemento y deberá ser conveniente al operador de boquilla.

#### **02.09.06      Preparación de la superficie para recibir el concreto lanzado**

Las superficies que recibirán el concreto lanzado deberán ser preparadas según los requisitos de la Sub-Cláusula 02.07.03 y, si fuese necesario para proveer una superficie de adherencia adecuada para el concreto, las superficies deberán ser limpiadas con chorros de aire o agua.

Las superficies que recibirán el concreto deberán, donde sea práctico, estar libres de agua al momento de la aplicación del concreto. Se deberá proveer agujeros de drenaje, tuberías de alivio o cualquier otro método para el control de la entrada de agua. Donde no sea práctico controlar el agua libre, El Contratista podrá aplicar concreto lanzado en las superficies donde sea evidente

que el concreto se adhiere rápidamente a la superficie y prevenga la entrada de agua hacia el concreto lanzado. El Contratista podrá suministrar y utilizar tuberías plásticas para captar los flujos de agua donde y como sea aprobado por La Supervisión. Los tubos plásticos podrán ser dejados en el sitio y empotrados en el concreto lanzado.

### **02.09.07 Colocación**

El concreto podrá ser lanzado únicamente en la presencia de un inspector autorizado por La Supervisión. El operador de la boquilla deberá demostrar, a satisfacción de La Supervisión, su habilidad para aplicar el concreto lanzado a la requerida calidad previo la colocación del concreto en la obra.

La presión de agua en la boquilla de descarga deberá ser suficientemente mayor que la presión de operación del aire para asegurar que el agua sea inmediatamente mezclada con los demás materiales.

El concreto deberá ser lanzado por presión neumática desde la boquilla de descarga sostenida a alrededor de 0.60 a 1.20 metros de distancia desde la superficie en un chorro lo suficientemente normal a la superficie que está siendo cubierta.

El concreto podrá ser aplicado en capas con espesores que aseguren que el concreto se adhiere completamente a la superficie o a las capas precedentes y que no ocurra segregación. Cualquier concreto lanzado que muestre evidencias de desprendimiento o separación deberá ser removido y reemplazado por y a expensas de El Contratista.

Se deberá tener especial cuidado para prevenir la formación de bolsones de arena y en caso de ocurrir, deberán ser removidos inmediatamente y reemplazados con concreto lanzado apropiado a expensas de El Contratista.

No se permitirá el uso de concreto de rebote y cualquier acumulación de concreto de rebote deberá ser removida y dispuesta por El Contratista como lo apruebe La Supervisión.

El concreto lanzado deberá ser curado como se indica en la Sub-Cláusula 02.08.06 más atrás.

## **02.09.08 Medida y pago**

La medida para el pago del concreto lanzado se hará por el número de metros cuadrados de superficie recubierta con concreto lanzado a las líneas y niveles mostrados en los planos o donde lo indique La Supervisión. El pago del concreto lanzado se realizará al precio unitario de la oferta establecido en el Listado de Cantidades de Obra Valoradas. El precio unitario incluirá el costo por el suministro y aplicación de la capa de concreto lanzado, el suministro e instalación de las tuberías para captación de flujos de agua infiltrada, y todo lo necesario para la correcta ejecución de esta actividad según esta especificación. No se realizarán pagos separados por cemento utilizado en el concreto lanzado.

## **02.10 Elementos de concreto prefabricado**

### **02.10.01 General**

A menos que La Supervisión indique lo contrario, El Contratista usará tubos prefabricados de concreto reforzado y otros, comprados a fabricantes aprobados por La Supervisión. En estos casos, El Contratista presentará todos los detalles de los elementos de concreto prefabricado, tal como espesor, resistencia, peso, arreglo de los refuerzos según se requiera, información de pruebas, su capacidad de producción y otros que solicite La Supervisión. El Contratista deberá dar a La Supervisión todas las facilidades para la inspección del proceso de su producción, tal como los materiales del concreto, la mezcla, colocación, compactación, curado, almacenaje y transporte.

El Contratista podrá fabricar elementos de concreto prefabricado como placas de concreto, tubería de concreto reforzado, elementos de pilotes, bloques y losas en el terreno con la aprobación de La Supervisión de acuerdo con las Especificaciones y los Planos. Todos los materiales que serán usados por El Contratista para los elementos de concreto prefabricado deberán ser conformes a los requisitos de este documento o serán aprobados por La Supervisión. Los encofrados de los elementos de concreto deberán ser conformes con las formas, líneas y dimensiones mostradas en los planos y podrán ser indicadas por La Supervisión, y El Contratista presentará los detalles de los encofrados propuestos y su capacidad de producción a La

Supervisión para conseguir su aprobación antes de que empiece la producción de los elementos prefabricados de concreto mencionados anteriormente.

### **02.10.02 Alternativa de construcción prefabricada**

La construcción prefabricada podrá ser utilizada también para las estructuras además de los elementos mencionados en el párrafo anterior, de las dimensiones y funciones para los que fueran apropiados.

Cuando El Contratista deseara emplear construcción con prefabricados, deberá presentar a La Supervisión, por escrito, los detalles completos de sus propuestas, incluyendo todas las modificaciones propuestas al espesor de la sección de concreto, las especificaciones de concreto y el refuerzo adecuado para dicha construcción y los métodos que propone para manejar y colocar dichos elementos prefabricados y el relleno que se aplique, etc. La Supervisión podrá aprobar dicha propuesta con o sin modificaciones, y El Contratista podrá fabricar y usar dichos elementos prefabricados como si construyera con los detalles de los Planos y los pagará como tales según la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

En general, el espesor mínimo de cualquier porción de cualquier elemento prefabricado no deberá ser menor de 5.0 centímetros y el recubrimiento mínimo sobre el refuerzo deberá estar de acuerdo a las Especificaciones de este documento.

### **02.10.03 Prefabricación de elementos de concreto**

Los elementos de concreto prefabricado que fabricará El Contratista en el terreno deberán ser de concreto con la adecuada resistencia para llevar cargas según lo indique La Supervisión.

Los elementos de concreto deberán ser fraguados en una posición horizontal, a menos que La Supervisión indique lo contrario. El concreto deberá ser colocado continuamente en cada uno de estos elementos y compactado por vibración de una manera que resulte aceptable para La Supervisión. Se deberá tener especial cuidado al cebar y vibrar el concreto, de manera de no desplazar el refuerzo.

Los elementos de concreto deberán permanecer en sus encofrados por tres (3) días antes de ser desmontados, tiempo durante el cual las caras expuestas deberán ser cubiertas con costales o tejido y mantenidos constantemente mojados; adicionalmente, los lados de los encofrados

deberán ser protegidos de los rayos directos del sol. Después de que los encofrados sean retirados, los elementos deberán ser mantenidos húmedos continuamente por un período mínimo de once (11) días. Después del desmontaje, los elementos como pilotes, tuberías, losas, paneles, etc. deberán ser colocados en un rimero por no menos de treinta (30) días, a menos que La Supervisión indique lo contrario, de una manera que permita la circulación del aire entre los elementos prefabricados. Cada uno de estos elementos prefabricados deberá estar claramente marcado con la fecha de vaciado, si La Supervisión así lo indica.

#### **02.10.04 Medida y pago**

La medida para el pago de elementos de concreto prefabricado será en unidades de cada elemento de concreto prefabricado e instalado como se muestra en los planos. El pago para este concepto será realizado al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de obra y cubrirá el costo de toda la mano de obra, materiales y equipo de El Contratista y todos los costos asociados para la ejecución completa de la obra, excepto por el acero de refuerzo que deberá ser pagado por separado.

### **02.11 Barras de acero de refuerzo**

#### **02.11.01 General**

Las barras de acero de refuerzo consistirán en barras redondas corrugadas sujeto a la aprobación de La Supervisión y la calidad de las barras deberá cumplir con la norma ASTM A615 Grado 60.

Una sección de cualquier barra que vaya a ser entregada deberá tener la misma forma y el diámetro especificado en cualquier punto de la barra. El diámetro promedio de las barras que serán seleccionadas al azar de cualquier pedido del mismo tamaño de barras entregadas en la Obra no deberá ser menor ni mayor en 2% que el diámetro especificado. Las barras deberán estar libres de escamas, aceites, suciedad y defectos estructurales.

Cuando La Supervisión lo requiera, El Contratista presentará tres (3) copias de la hoja de rolado de las barras de acero emitida por el fabricante para aprobación antes de cada entrega. La



Supervisión hará una inspección en el Terreno de acuerdo con las especificaciones de la mencionada hoja de rolado.

### **02.11.02 Colocación de las barras de acero de refuerzo**

Todas las barras de refuerzo deberán, inmediatamente antes de ser colocadas, estar libres de escamas, óxido suelto, aceite, grasa u otras materias extrañas. El refuerzo deberá ser colocado y fijado en la posición exacta que indican los Planos y deberá ser mantenido en la posición correcta en los encofrados sin que sea movido durante el proceso de colocación, vibración, cebado y apisonado del concreto en su lugar. Todos los extremos libres de las barras redondas sencillas deberán formar un gancho, tal y como lo indican los Planos o según instrucciones de La Supervisión. El Contratista proveerá y pagará por las piezas de distancia y barras espaciadoras para mantener los refuerzos en la posición correcta. Todos los amarres, uniones o estribos conectando las barras deberán estar fijos, de manera que las barras estén apropiadamente sujetas. Las partes interiores de sus curvaturas estarán en contacto con las barras alrededor de las cuales deben quedar. Las barras deberán amarrarse con el mejor alambre negro blando templado que estará sujeto a la aprobación de La Supervisión, y el alambre será manipulado con las herramientas apropiadas. Las puntas libres deberán ser volteadas hacia adentro.

Cuando el refuerzo esté colocado y listo para el concreto, será inspeccionado por La Supervisión y no se colocará concreto hasta que el refuerzo haya sido aprobado por él. El Contratista informará a La Supervisión con por lo menos veinticuatro (24) horas de anticipación de su intención de tener el refuerzo listo para su inspección.

### **02.11.03 Preparación de los planos de los refuerzos**

El Contratista preparará, por su cuenta, todos los Planos de detalles de los Refuerzos, basándose en los Planos provistos por El Contratante según fueran necesarios para llevar a cabo el trabajo durante la ejecución del proyecto. Estos planos de refuerzos incluirán los de colocación de barras, el doblado de barras, la lista de barras y cualquier otro plano que sea requerido para facilitar la fabricación y colocación de los refuerzos. Todos los planos de refuerzos preparados por El Contratista serán presentados a La Supervisión para su aprobación.

### 02.11.04 Empalmes de las barras de acero de refuerzo

Cuando sea necesario empalmar las barras de refuerzo en algún punto que no aparezca en los Planos, la posición y los métodos para empalmar serán determinados en base a los cálculos de resistencia y aprobados por La Supervisión. En los empalmes traslapados, las secciones traslapadas deberán estar de acuerdo a la tabla siguiente:

*Tabla 20 Longitud Mínima de Empalmes Traslapados*

<b>Diámetro de Varilla de Refuerzo (No.)</b>	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Longitud mínima del empalme traslapado (cm)</b>	60	60	60	65	75	85	95	100

La varilla deberá estar amarrada en varios puntos del empalme traslapado con alambre negro blando templado de más de 0.9 mm de diámetro o pinzas apropiadas. Para uniones traslapadas se requieren ganchos para las barras redondas, pero no se requieren para las barras deformadas.

### 02.11.05 Recubrimiento para las barras de acero de refuerzo

El recubrimiento mínimo para las barras de acero de refuerzo medido desde el exterior de la varilla deberá estar de acuerdo con la tabla siguiente, a menos que los Planos o La Supervisión indiquen lo contrario.

*Tabla 21 Recubrimiento mínimo para las barras de refuerzo*

<b>Tipo de Estructura</b>	<b>Parte interior (cm)</b>	<b>Parte exterior (cm)</b>	<b>Parte oculta (cm)</b>
Losa	2.0	3.0	3.5
Pared	2.0	3.0	3.5
Viga	3.0	4.0	4.5
Columna	3.0	4.0	4.5
Estructura que tenga contacto directo con la tierra o expuesta al clima o a la erosión	7.5	-	-

### **02.11.06 Media y pago**

La medida para el pago de la provisión y colocación de barras acero de refuerzo se hará usando el peso de diseño de las barras que en realidad se pongan en el concreto de acuerdo con los Planos o según lo indique La Supervisión.

Las pinzas, los amarres, y otros materiales usados para poner y sujetar las barras de refuerzo en su lugar no se incluirá en el cálculo para su pago. Las barras de refuerzo traslapadas indicadas en los Planos o requeridas por La Supervisión se incluirán en el cálculo para pago.

El pago por la provisión y colocación de las barras de refuerzo se hará al precio unitario por kilogramo fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho precio unitario incluirá el costo de toda la mano de obra, los materiales y el equipo de construcción, incluyendo el costo de proveer y colocar las pinzas, amarres y soportes de metal (de ser necesarios), y de la entrega, descarga, traslado, almacenaje, cortado, doblado, limpieza, colocación, amarre y mantenimiento en posición de todas las barras de refuerzo tal y como lo indican los Planos o según lo indique La Supervisión.

## **02.12 Refuerzo de malla electrosoldada**

### **02.12.01 General**

La malla electrosoldada deberá ser suministrada e instalada contra la superficie de la excavación para el refuerzo del concreto como se muestra en los planos y como lo apruebe La Supervisión.

### **02.12.02 Materiales**

La malla electrosoldada deberá ser de acero corrugado grado 70 y se ajustará a los requisitos de la ASTM A-1064. El espaciamiento de la malla deberá ser de 10 cm por lado y el alambre deberá ser calibre No. 8 SWG (Ø 4.11 mm) en ambos sentidos.

### **02.12.03 Instalación**

El Contratista deberá traslapar las secciones de malla en una longitud no menor de 15 cm. En las conexiones donde no sea posible mantener 15 cm de traslape, se le permitirá a El Contratista la extensión de los traslapes en lugar de cortar a lo largo de líneas regulares, según lo apruebe La Supervisión.

La disposición final de la malla y las extensiones de traslape deberá estar sujeta a la aprobación de La Supervisión.

#### **02.12.04 Medida y pago**

La medida para el pago del suministro e instalación de la malla electrosoldada deberá ser al número de metros cuadrados de malla electrosoldada instalada para refuerzo del concreto incluyendo los traslapes en las juntas. El área será medida a las líneas y niveles mostrados en los planos.

El pago por el suministro e instalación de la malla electrosoldada será realizado al precio unitario fijado por metro cuadrado establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. El precio unitario incluirá el costo por el suministro e instalación de la malla electrosoldada completa con todos sus accesorios, incluyendo suministro e instalación de los dispositivos de fijación, espaciadores, y todo lo necesario para su correcta instalación como refuerzo para el concreto.

### **02.13 Mampostería**

#### **02.13.01 General**

Los trabajos comprenderán el suministro de toda la mano de obra, los materiales y el equipo de construcción y la ejecución de todos los trabajos necesarios para la construcción de las obras siguientes con arena, grava y piedra partida mostradas en los Planos o como lo indique La Supervisión y como se especifique aquí.

- 1) Mampostería de piedra
- 2) Protección de piedra partida
- 3) Cimientos de canto rodado
- 4) Bloques de cemento
- 5) Concreto ciclópeo

## **02.13.02 Mampostería de piedra**

### **02.13.02.01 Piedra para mampostería**

La piedra usada en la mampostería deberá ser piedra regular de cerro, río o cantera, de calidad aprobada y libre de grietas u otros defectos. La piedra deberá tener una gravedad específica no menor de 2.5.

Toda la piedra para mampostería acumulada en el Sitio deberá ser mantenida de forma que esté ligeramente húmeda al momento de ser usada. La piedra usada en el trabajo o en cualquier parte de la obra deberá ser aproximadamente de tamaño uniforme. El tamaño máximo de la piedra para mampostería deberá ser de dos terceras partes del espesor del muro. Se permitirá piedra redonda solamente en cantidades limitadas en combinación con piedra angular y no será utilizada en las paredes que tengan un espesor menor de cuarenta (40) centímetros.

### **02.13.02.02 Mortero de cemento para liga**

El mortero de cemento que se usará para liga deberá tener una proporción de una de cemento Portland y tres de arena por volumen (1c: 3a). El cemento deberá conformarse a lo especificado en la Sub-Cláusula 02.08.01.01 más atrás.

El mortero de cemento que se usará en la mampostería de piedra deberá, en todos los demás aspectos, ser conforme con los requisitos de este documento.

### **02.13.02.03 Colocación**

Antes de colocar la piedra, ésta deberá estar lo suficientemente húmeda. La piedra de mampostería deberá ser colocada a mano de manera que cada piedra esté completamente rodeada por mortero. El mortero de cemento especificado en este documento se utilizará para la liga. La piedra será colocada de manera tal que el mortero esté en contacto con el mortero en todas las uniones. La piedra deberá ser golpeada y consolidada con un martillo de acero y aquellas que a consecuencia de esto se rompan deberán ser retiradas, limpiadas y usadas con mortero nuevo. Las uniones deberán estar provistas con mortero abundante y serán compactadas introduciendo y acuñando pedazos de piedra entre ellas. Se deberá tener cuidado de que cada piedra esté completamente rodeada por mortero.

#### **02.13.02.04 Enlucido**

La parte superior de las estructuras de mampostería de piedra tales como muros, pilares, estribos, etc., deberán ser acabadas limpiamente utilizando un enlucido de mortero de cemento con una proporción de una (1) de cemento Portland y dos (2) de arena por volumen (1:2). Antes de enlucir, el mortero en las uniones de la mampostería de piedra deberá ser retirado a una profundidad de dos (2) centímetros. La unión y la porción superior deberán entonces ser limpiadas cuidadosamente con un cepillo de alambre de todo el material suelto y enlucidos con mortero de cemento.

#### **02.13.02.05 Juntas de contracción**

En la mampostería de revestimiento, se colocarán juntas de contracción a intervalos de veinte (20) metros o menos, excepto cuando los planos o La Supervisión indican lo contrario. La junta de contracción deberá ser una línea recta perpendicular a la dirección de la corriente y, donde sea necesario en una superficie horizontal, como un piso, será paralela a la dirección de la corriente.

#### **02.13.03 Protección de piedra partida**

El Contratista proveerá y colocará protección de piedra partida a las líneas, elevación y espesor prescritos según los Planos o por indicación de La Supervisión.

La roca será dura, densa y durable. Se pueden usar roca de cantera o peña. Los lugares de los cuales se obtendrá la piedra partida deberán ser aprobados por La Supervisión. A menos que se especifique lo contrario en los Planos, el tamaño de la piedra partida no será menor de veinte (20) centímetros ni mayor de cincuenta (50) centímetros.

Antes de colocar la piedra partida, la cama, que consistirá en arena bien graduada será provista con el espesor requerido mostrado en los Planos o indicado por La Supervisión. Dicha cama de arena será compactada cuidadosamente con pisones mecánicos. La piedra partida será entonces echada y graduada sobre dicha cama.

#### **02.13.03.01 Medida y pago**

Los cálculos para el pago de la protección de piedra partida se hará en metros cúbicos de material en su sitio hasta las líneas, niveles y elevaciones en los Planos o establecidos por La Supervisión.

El pago por la protección de piedra partida se hará al precio unitario de la oferta en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho precio incluirá el costo de los materiales, el suministro, transporte y colocación de la piedra o peña, el precio de la cama de arena y todo lo que para ello sea necesario e incidental

#### **02.13.04 Cimientos de canto rodado**

Donde así lo indiquen los planos o La Supervisión, la capa de los cimientos de canto rodado deberá ser construida directamente en el fondo de la excavación para estructuras. El canto rodado o piedra partida utilizados deberán estar libres de arcilla u otros materiales deletéreos. Las capas de cimientos deberán ser cuidadosamente compactadas a satisfacción de La Supervisión.

A menos que se especifique lo contrario, de diez (10) a veinte (20) centímetros de cantos rodados mezclados con arena serán usados para la capa del cimiento, y su espesor compactado será conforme a los niveles y dimensiones indicados en los Planos o de otra manera indicada por La Supervisión.

##### **02.13.04.01 Medida y pago**

El cálculo para el pago de los cimientos de canto rodado se hará por volumen en metros cúbicos del material colocado según muestre en los Planos o indique La Supervisión. El pago por los cimientos de canto rodado se hará al precio unitario de la oferta fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho precio deberá incluir todos los costos de suministro, colocación y compactación del material y todo lo que para ello sea necesario e incidental.

#### **02.13.05 Bloques de concreto**

##### **02.13.05.01 General**

Los bloques de concreto se conformarán con ASTM C90, unidades de mampostería de concreto huecas, Grado N, Tipo 1 (reguladas de humedad), y ASTM C129, unidades de mampostería de concreto huecas no portantes. El cemento Portland cumplirá con ASTM C150. Los agregados para concreto cumplirán con ASTM C33.

Los bloques serán sólidos, libres de rajaduras, bordes astillados y otros defectos que puedan perjudicar la resistencia, apariencia o durabilidad de la construcción. Cuando estén destinados

a quedar expuestos o pintados en una misma edificación, tendrán razonablemente la misma apariencia. Los bloques estarán libres de materias deletéreas que puedan manchar el repello o corroer el metal y serán convenientemente curados antes de su entrega en el sitio de la obra.

Los bloques que serán usados en la obra deben ser previamente aprobados por La Supervisión quien tendrá la autoridad para verificar, en la fábrica, los materiales, las proporciones, el método del curado, almacenamiento y transporte, todo conducente a que el bloque llegue a la obra en perfectas condiciones. La Supervisión podrá ordenar las pruebas correspondientes para determinar si los bloques cumplen con estas especificaciones.

Todos los bloques deberán ser de dos celdas, en los tamaños indicados o programados. Se deberán suministrar las piezas especiales como mitades, “U” para cerramientos, piezas dos caras cortadas para esquinas; para los anillos y los amarres de cabezal sobre las puertas y ventanas, para los dinteles, y para las juntas de control y dilatación.

Todas las aristas deberán ser pronunciadas, uniformes y sin roturas. Las caras deberán ser lisas sin deformidades ni excesiva porosidad. No se permitirá la rotura de bloques para los remates y juntas. Todas las juntas y remates incluyendo esquinas y juntas de columnas y castillos deberán ser ejecutadas con bloques cortados con pulidora a la medida exacta.

Los bloques que se usen deberán tener como mínimo una edad de 14 días y se recomienda utilizar aquellos que hayan sido secados en el medio ambiente del lugar donde se construya el muro, a efecto de evitar que diferentes contenidos de humedad propicien contracciones excesivas del material.

No se aceptará bloques rotos, despostillados, rajados o con cualquier otra clase de irregularidades que a juicio de La Supervisión pudiera afectar la resistencia y/o apariencia del muro.

#### **02.13.05.02 Manejo y almacenamiento**

Los bloques deberán ser manejados con cuidado para evitar dañar las aristas o el rompimiento de los mismos. Las unidades deberán ser almacenadas en condiciones aprobadas por La Supervisión con el objeto de protegerlas del contacto con el suelo y exposición al clima, sin embargo, deberá proveerse la ventilación de aire suficiente por debajo de las unidades. Las pilas



de estibas deberán ubicarse de tal forma que se evite que las piezas sean golpeadas por otras actividades constructivas. Estas pilas deberán protegerse con impermeables para evitar el contacto con el agua de lluvia, previo a la instalación en la obra.

El cemento o material para mortero de liga destinados al uso de la mampostería, deberá ser almacenado de tal forma que se prevenga su deterioro o intrusión de materias extrañas.

### **02.13.05.03 Materiales**

#### *i Bloques para paredes no portantes*

Los bloques de cemento para paredes no portantes deberán ser bloques con dimensiones nominales de 15 x 20 x 40 cm, con la siguiente resistencia a la rotura:

$f_p=50-60 \text{ kg/cm}^2$ . Tipo intermedio.

#### *ii Bloques para paredes portantes y muros de contención*

Los bloques de cemento para paredes portantes o muros de contención deberán ser bloques con dimensiones nominales de 20 x 20 x 40 con la siguiente resistencia a la rotura:

$f_p=50-60 \text{ kg/cm}^2$ . Tipo intermedio.

Para los bloques colocados a tesón, donde la cara más corta deberá quedar permanentemente visible, los bloques deberán tener 4 caras completamente lisas o cortadas, sin rebordes o biseles de manera que la cara del muro sea uniforme y lisa.

#### *iii Mortero para paredes de bloque*

El mortero de cemento que se usará en las paredes y muros de bloques deberá, en todos los demás aspectos, ser conforme con los requisitos de este documento.

El mortero para la colocación del bloque debe prepararse a máquina, o a mano en una batea de madera; por ningún motivo se permitirá su preparación sobre el suelo, directamente en contacto con la tierra o sobre superficies terminadas de concreto. La proporción se someterá por parte de El Contratista a La Supervisión para su aprobación, con el agua necesaria para dar la consistencia y trabajabilidad a la mezcla. Ningún mortero que haya iniciado su fragua o secado podrá ser mezclado nuevamente y utilizado en la obra.

*iv Relleno de concreto para paredes de bloque*

Cuando se especifique bloque relleno se utilizará concreto Tipo C15 excepto donde se indique de otra manera en los planos o por La Supervisión.

**02.13.05.04 Paredes de bloque**

En paredes con sistema de mampostería confinada, se deben disponer elementos de concreto reforzados para confinar las paredes. Los paños enmarcados no deben ser mayores de 3 m de longitud x 3 m de altura. Los elementos de confinamiento consisten en solera y sobrecimiento, y castillos dispuestos en las esquinas e intersecciones de paredes.

Los elementos de confinamiento, sobre cimiento y castillos, tendrán dimensiones mínimas de 150 mm, y según el espesor de la pared. El refuerzo longitudinal consistirá en 4 barras #3, con estribos de varilla #3 a 150 mm, excepto que en los planos se indique diferente. El concreto para estos elementos tendrá una resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup>, o bien, conforme se indique en planos.

A menos que se indique en planos algo distinto, cuando se trate de paredes de mampostería con refuerzo integral, dicho refuerzo se coloca dentro de las celdas de los bloques y consiste en barras #4 a 400 mm en sentido vertical; el refuerzo horizontal se coloca en las juntas de mortero y en barras #3 a 400mm. Cuando las paredes de mampostería se apoyan sobre las losas de entrepiso, se debe dejar previsto en la losa de concreto escuadras de varilla #3 de longitud 300 x 300 mm para empalmar el refuerzo vertical de los castillos y el refuerzo integral de las celdas al refuerzo de la losa.

*i Fabricación de paredes de bloque*

En general, la mampostería se colocará en vanos abiertos que requieran cerramientos, todo de acuerdo con planos constructivos. Deberá ser colocada a plomo, apegada a la línea, con niveles e hiladas espaciadas con exactitud, con esquinas a plomo. Los bloques deben ser pegados secos. Cuando se requiera cortar las piezas, deberá usarse necesariamente una sierra con disco para tal propósito. Cada hilada deberá ser adecuadamente colocada en un encamado de mortero y las caras verticales de los bloques deberán ser amalgamadas por igual. Cavidades de celdas no deberán quedar al descubierto en superficies expuestas. Las uniones entre piezas deberán ser aproximadamente de 1 cm.

Las hiladas inferiores de inicio deberán rellenarse por completo hasta alcanzar el nivel de piso terminado. Los bloques se colocarán continuamente por hiladas usando mortero únicamente para las ligas, el relleno, cuando se indica, debe hacerse con concreto tal y como se especifica en este capítulo.

Los bloques se colocarán presionando contra la hilada inferior permitiendo que la mezcla se desplace hacia los lados. No se permitirá la pega lateral tipo relleno. Se limpiará el exceso de relleno en las celdas. Los bloques deberán pegarse hasta una altura máxima de 4 hiladas, se abrirá una ventana en la base de la celda que se rellena (para verificar el relleno) y se limpiará de sobrantes de mezcla.

En la última celda de relleno, las cavidades se llenarán hasta la mitad del bloque en cada hilada para que el concreto que surge desde la hilada inmediata superior forme un dado de unión en ambos cuerpos. Todas las barras verticales se fijarán en la parte superior para que no se desplacen del centro de la celda. El concreto se deberá dejar reposar al menos 12 horas después del relleno para continuar con la siguiente pega e hilada. Traslapes horizontales de barras se dejarán en forma de gancho.

#### **02.13.05.05 Medida y pago**

La medida para el pago de las paredes de bloque se hará por unidad de área en metros cuadrados medidos a las líneas mostrados en los planos o como lo indique La Supervisión, se harán deducciones por el espacio ocupado por elementos estructurales en las paredes de bloque tales como castillos, soleras y jambas, así como las aberturas tales como puertas y ventanas. El pago para las paredes de bloque de cemento se hará al precio unitario por metro cuadrado de pared de bloque de la oferta establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valorada y el precio incluirá toda la mano de obra, materiales, herramientas y equipo de El Contratista y todo lo que sea necesario e incidental para completar las paredes de bloque, incluyendo, pero sin limitarse a, el mortero de pega y el mortero de relleno.

## **02.13.06 Concreto ciclópeo**

### **02.13.06.01 General**

Este ítem se refiere a la construcción de estructuras compuestas por un concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques que no contiene armadura. La proporción máxima del agregado ciclópeo será en sesenta por ciento (60%) de concreto simple y del cuarenta por ciento (40%) de rocas.

### **02.13.06.02 Piedra para ciclópeo**

La piedra usada en el concreto ciclópeo deberá conformarse a lo estipulado en la Sub-cláusula 02.13.06.02 más atrás.

### **02.13.06.03 Concreto para ciclópeo**

Excepto cuando se especifique de otra manera por La Supervisión, el concreto para las estructuras de concreto ciclópeo deberá estar en conformidad con lo estipulado en la Sub-Cláusula 02.08 del tipo C25.

### **02.13.06.04 Colocación**

Antes de colocar la piedra, ésta deberá estar lo suficientemente húmeda. La piedra para ciclópeo deberá ser colocada a mano de manera que cada piedra esté completamente rodeada por concreto. La piedra será colocada de manera tal que el concreto esté en contacto con el mortero en todas las uniones, dentro de los encofrados o moldes.

La piedra deberá ser golpeada y consolidada con un martillo de acero y aquellas que a consecuencia de esto se rompan deberán ser retiradas, limpiadas y usadas con mortero nuevo. Las uniones deberán estar provistas con concreto abundante y serán compactadas introduciendo y acuñando pedazos de piedra entre ellas. Se deberá tener cuidado de que cada piedra esté completamente rodeada por concreto.

### **02.13.06.05 Juntas de contracción**

En estructuras masivas, se colocarán juntas de contracción a intervalos de veinte (20) metros o menos, excepto cuando los planos o La Supervisión indican lo contrario.

## **02.14 Perforaciones geotécnicas**

### **02.14.01 General**

El Contratista deberá perforar los agujeros para las inyecciones, los agujeros de drenaje, los agujeros donde se vayan a instalar los instrumentos y los agujeros para la ejecución de ensayos de mecánica de rocas se deberán perforar en los sitios, a las profundidades, a las inclinaciones y con los diámetros mostrados en los planos o indicados por La Supervisión.

Los agujeros de inyección, de exploración, de chequeo, o de drenaje deberán perforarse con agua y deberá mantenerse en todo momento un flujo constante de retorno. Cuando se pierda el agua empleada para las perforaciones o cuando se encuentren fuentes artesianas o cavidades, La Supervisión podrá ordenar la suspensión de la perforación y proceder a inyectar el agujero, mediante el sistema de inyección por etapas, antes de continuar con las operaciones de perforación.

El equipo de perforación deberá ser capaz de perforar hasta las profundidades máximas indicadas en los planos y deberá ser de rotación (con agua). El Contratista deberá someter el equipo de perforación para aprobación de La Supervisión.

No se hará ninguna compensación adicional en el precio unitario de las operaciones de perforación a razón de la localización del punto de perforación.

La localización aproximada de los puntos de perforación se muestra en los planos indicando su espaciamiento, dirección y profundidad, sin embargo, la localización, espaciamiento, dirección y profundidad final de los agujeros perforados, dependerá de la naturaleza de la roca de cimentación según sea observado en las excavaciones y perforaciones precedentes, resultados de las pruebas de permeabilidad y los resultados de las inyecciones previas, y deberá ser como indicado por La Supervisión.

El orden en el cual los agujeros deban ser perforados y la manera que los agujeros deban ser perforados e inyectados, así como las proporciones de agua y cemento de la lechada, el tipo y cantidad de aditivos (si son requeridos), el tiempo de inyectado y la presión de inyección será indicado por La Supervisión.

#### **02.14.01.01 Definiciones**

*i Espaciamiento dividido*

Es el proceso de perforar e inyectar un agujero, aproximadamente en el punto medio de la distancia entre otros dos agujeros, previamente perforados e inyectados.

*ii Agujeros de exploración*

Es la perforación de agujeros de 76 mm (NQ) de diámetro mínimo, con las profundidades y en los sitios mostrados en los planos o indicados por La Supervisión, desde la superficie o desde obras subterráneas, por el sistema de rotación y el recobro de núcleos, para conocer las características y litología de los materiales existentes en cualquier parte de la obra.

*iii Agujeros de chequeo*

Es la perforación de agujeros de 76 mm (NQ) de diámetro mínimo, desde la roca superficial o desde excavaciones subterráneas, a las profundidades y en los sitios mostrados en los planos u ordenados por La Supervisión, utilizando el sistema de rotación y la recuperación de núcleos para verificar la efectividad de las inyecciones ejecutadas.

*iv Agujeros piloto*

Es la perforación de agujeros de 76 mm (NQ) de diámetro mínimo, utilizando el sistema de percusión o rotación, sin recobro de núcleos desde el frente de cualquier excavación subterránea para explorar las condiciones del material por excavar y principalmente para detectar acumulaciones de agua a presión o gases.

#### **02.14.01.02 Limpieza**

El Contratista deberá manejar el agua sobrante de las perforaciones, sin sobre costo para El Contratante, para evitar que se deterioren las excavaciones, protecciones de taludes, rellenos, concreto o cualquier obra ejecutada parcial o totalmente. Todo el trabajo necesario para reparar a satisfacción de La Supervisión cualquier daño causado por no manejar adecuadamente las aguas excedentes de las operaciones de perforación, será realizado por El Contratista sin costo alguno para El Contratante y sin que dé lugar a extensión de plazos. El Contratista deberá contar con equipo de lavado de alta presión para remover el relleno arcilloso presente en las diaclasas maestras y cizallas en superficie o en excavaciones subterráneas, tal como lo indique La Supervisión.

Cuando se haya completado la perforación de cualquier agujero hasta su profundidad final o hasta la profundidad indicada por La Supervisión, deberá lavarse tal agujero para remover rebabas de taladro, sedimentos, lodos o cualquier otro material extraño, hasta que el agua de retorno salga clara por la boca del agujero.

En todo momento durante el progreso de la obra, El Contratista tomará todas las precauciones del caso para asegurar que los agujeros no se tapen o se obstruyan en cualquier forma. Si cualquier agujero se tapa o se obstruye por cualquier motivo durante la ejecución de la obra, deberá limpiarse o reemplazarse por cuenta de El Contratista y a satisfacción de La Supervisión. Cuando un agujero sea rechazado por haberse obstruido, se deberá proceder a inyectarlo a presión hasta la profundidad donde se encuentra obstruido por cuenta de El Contratista. Los extremos exteriores de todos los agujeros deberán protegerse adecuadamente contra la entrada de agua lluvia o superficial o de materiales extraños a satisfacción de La Supervisión.

Todo agujero para inyección, drenaje, exploración o chequeo deberá ser identificado y referenciado de acuerdo con las indicaciones de La Supervisión. Las perforaciones se deberán identificar a medida que se vayan ejecutando.

Durante las operaciones de perforación, pruebas con agua e inyección, La Supervisión llevará los registros que considere necesarios y El Contratista deberá colaborar en la recopilación de tales registros. Estos registros deberán incluir información sobre el trabajo hecho durante el día para propósitos de medida y pago y deberá ser firmado cada día por El Contratista y por La Supervisión.

#### **02.14.01.03 Control de desviaciones**

La máxima desviación que se permitirá en el fondo de las perforaciones, exceptuando aquellas para las inyecciones de contacto, será de 10% de la longitud total del agujero, con respecto al rumbo e inclinación de diseño de cada perforación. Para tal fin, El Contratista deberá implementar un sistema de medición de desviaciones de perforación, tipo Sperry Sun o similar, ejecutando una serie de mediciones espaciadas a distancias no mayores de 15 m a lo largo del agujero, en aquellos agujeros primarios y secundarios indicados por La Supervisión. Dichas mediciones se efectuarán una vez terminado el agujero en su totalidad o en el momento en que El Contratista retire el varillaje por pérdida de agua o cualquier otro motivo.

El Contratista deberá mantener registros de todas las mediciones de desviación ejecutadas en formatos aprobados por La Supervisión y suministrar copia de tales registros de manera inmediata a La Supervisión, para que éste compruebe el porcentaje de desviación del agujero y puedan ordenar, si fuere el caso, la perforación e inyección adicional, en caso de que la desviación del agujero no esté dentro del rango de tolerancia especificado. En caso de que el agujero presente una desviación mayor al 5% de su longitud, tal agujero deberá ser rellenado con lechada y reemplazado por El Contratista, a su costo, por otro agujero perforado dentro de la tolerancia especificada y a satisfacción de La Supervisión.

El Contratista deberá contar con un número suficiente de equipos de medición de desviaciones, de tal manera que pueda atender cada frente de perforación de manera independiente e igualmente contará con un suministro de repuestos adecuado para dichos aparatos de tal manera que el proceso de medición de desviaciones no sufra interrupciones ni retrasos. A menos que La Supervisión estipule algo diferente en la obra, a cada uno de cinco agujeros primarios y de agujeros secundarios de la cortina de impermeabilización se les deberá ejecutar medición de desviación previa a la inyección a fin de establecer la geometría general resultante de la cortina. A los agujeros de perforación superficiales o de consolidación o agujeros hasta de una longitud de 30 m de la cortina de inyecciones, no será necesario comprobarles su desviación, salvo si a juicio de La Supervisión se requiere efectuar un chequeo ocasional de desviación para tales agujeros.

La implementación del sistema de medición de desviaciones no tendrá pago por separado y El Contratista no tendrá derecho a extensiones en el plazo por este concepto, ni a sobrecostos de ninguna índole.

#### **02.14.02 Perforaciones para la pantalla de inyecciones**

El Contratista deberá perforar los agujeros para la pantalla de inyecciones como se muestra en los planos o sean indicado por La Supervisión. No se requerirá recuperación de núcleos de roca o concreto en las perforaciones para inyecciones, a menos que lo contrario sea indicado por La Supervisión. El diámetro de los agujeros para inyección de lechada o mortero para la pantalla de impermeabilización del macizo rocoso deberá ser como mínimo de 50 mm. La perforación de los agujeros de inyección deberá hacerse de tal manera que se garantice el diámetro mínimo prescrito en toda su longitud.



No se permitirá el uso de grasa o cualquier otro lubricante en las barras de perforación o en los agujeros, excepto por la utilización de un jabón líquido neutro aprobado por La Supervisión para ser agregado en el agua de perforación. No se permitirá la perforación con equipo de percusión excepto para aquellos tramos de los agujeros que sean perforados para la instalación de las tuberías de inyección.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para mantener lisas las paredes del agujero perforado con el fin de que los obturadores puedan colocarse en cualquier sitio indicado por La Supervisión.

Una vez que se haya perforado e inyectado un área determinada, La Supervisión podrá ordenar la perforación de agujeros adicionales para inyección hasta lograr el cierre de vacíos deseado, o la perforación de agujeros para la ejecución de pruebas con agua a presión para determinar el grado de estanqueidad del área, o agujeros de chequeo con recobro de esta misma área, para determinar la efectividad de las inyecciones ejecutadas.

A menos que lo sea indicado por La Supervisión de otra manera, la perforación de los agujeros para la cortina profunda de inyecciones para la presa se hará desde el plinto y deberá ser efectuada a las profundidades mostradas en los planos o a las que La Supervisión ordene.

Cuando se haya terminado la perforación de un agujero o etapa, debe circularse agua limpia por el agujero hasta que quede limpio de los restos. El agujero debe de ser tapado provisionalmente, o protegido adecuadamente para evitar que se rellene u obstruya. Todo agujero que quede obstruido antes de su inyección debe ser abierto completamente de nuevo por El Contratista a sus expensas.

La situación, ángulo y la profundidad de los agujeros deben ser dirigidos por La Supervisión y se mostrará en los planos. Esos agujeros deben de ser taladrados, limpiados, hecho el ensayo del agua e inyectados de acuerdo con los requisitos de los taladros para cimentación.

### **02.14.03 Perforaciones para inyecciones de contacto**

Los agujeros para inyecciones de contacto incluyen las perforaciones de agujeros para la inyección de contacto entre las superficies de roca y el concreto de la presa, entre el concreto y los blindajes metálicos, y donde sea indicado por La Supervisión, deberán penetrar por lo menos

20 cm en la roca o en el concreto, según sea el caso. El Contratista deberá dejar tubería empotrada y debidamente sujeta al colocar el concreto para pasar a través de ella la broca de perforación, si se requiere inyectar a través de concreto reforzado o donde haya elementos metálicos empotrados. En el caso de concreto sin refuerzo, se permitirá perforar el concreto.

En los sitios donde se presenten sobre excavaciones y, de acuerdo con las instrucciones de La Supervisión, El Contratista deberá dejar tuberías adicionales, que posteriormente se inyectarán para garantizar el relleno de estos vacíos. Los agujeros dejados por trabajos de inyección a través del concreto deberán rellenarse con concreto o mortero, de acuerdo con lo indicado por La Supervisión, y la superficie del concreto deberá ser reparada según lo establecido en la Sub-Clausula 02.08.17 más atrás.

Para las inyecciones de contacto acero concreto, El Contratista deberá perforar los agujeros a través de la lámina, en los sitios mostrados en los planos o indicados por La Supervisión y de acuerdo con las instrucciones de La Supervisión. Una vez finalizadas las inyecciones de contacto en los blindajes, El Contratista deberá sellar dichos agujeros, colocando tapones de acero, de acuerdo con los planos o las instrucciones de La Supervisión. No habrá medida ni pago por separado por concepto de tales perforaciones y su taponamiento final.

#### **02.14.04 Perforaciones para exploración y chequeo**

El Contratista deberá perforar agujeros para exploración con recuperación de núcleos y para chequeo. El diámetro de los agujeros de exploración y de chequeo deberá ser mínimo 76mm.

Se deberán perforar con barrena de doble tubo, broca de diamante y ensanchadores que permitan la máxima recuperación posible de núcleos en los sitios y a las profundidades requeridas por La Supervisión y se harán, tanto desde la superficie, como desde obras subterráneas, para conocer las características de los materiales existentes o verificar la efectividad de las operaciones de inyección. La profundidad de los agujeros no excederá de 10 m. El Contratista suministrará los equipos completos, adecuados y necesarios para ejecutar las perforaciones, dentro de los plazos exigidos por La Supervisión. Antes de iniciar la perforación, cada taladro, deberá contar con la aprobación de La Supervisión, para lo cual será necesario que cada equipo tenga los elementos requeridos para perforar, en forma tal, que se obtenga una recuperación lo más completa posible.

### **02.14.05 Recuperación de núcleos**

Se requerirá recobro de núcleos en las perforaciones de los agujeros de exploración, de los agujeros de chequeo y de los agujeros para ensayos de mecánica de rocas, cuando fueran necesarios o solicitados por La Supervisión.

Donde se requiera la recuperación de núcleos, se deberá ejecutar la perforación de tal manera que se recobre la mayor cantidad posible de tales núcleos, lo cual requerirá el uso de elementos de perforación adecuados y un control estricto del agua de lavado, longitud del tramo perforado y todos los otros factores que tengan influencia según la clase de roca que se esté perforando. La longitud de cada tramo por perforar para recobrar núcleos deberá estar limitada a un máximo de 1.5 m. Si se atasca o se acuña la broca o el comportamiento de la perforadora indica que el núcleo está siendo destruido, se deberá extraer la barrena inmediatamente, todo ello independientemente de la longitud que se haya perforado. Cuando se recobre menos del 85% de un tramo de un metro, la longitud del tramo por perforar a continuación deberá ser 50% menor, a menos que La Supervisión indique algo diferente.

Los núcleos deberán ser colocados en cajas metálicas o de madera debidamente identificadas de cinco compartimientos de un metro de largo cuyo diseño deberá ser aprobado por La Supervisión y deberán ser suministradas por El Contratista. Los núcleos deberán colocarse en la secuencia apropiada asegurando firmemente todos los fragmentos de roca. Los núcleos se deberán guardar, almacenar y conservar de acuerdo con lo establecido en la Norma ASTM D2113 y deberán ser transportados por El Contratista dentro de las 24 horas siguientes a su obtención al sitio de almacenamiento localizado dentro del área de la obra he indicado por La Supervisión. El Contratista deberá mantener registros de perforación precisos y completos en formatos aprobados por La Supervisión, de todos los agujeros de exploración o de chequeo y de cualquier otro agujero en que La Supervisión exija este registro. Cada registro de perforación deberá ser entregado a La Supervisión al terminar un agujero y deberá incluir la descripción y la localización de las características especiales tales como venas, grietas, cizallamiento, roca blanda o fracturada, nivel freático, cambios de color en el agua recuperada, sitios donde se perdió o recobró el agua de perforación y cualquier otra característica que pueda contribuir a la descripción geotécnica del agujero perforado.

## **02.14.06 Re-perforaciones**

Cuando por las condiciones estructurales del macizo rocoso, según lo determine La Supervisión resultare que el agujero perforado a cualquier profundidad inferior a la especificada no puede sostenerse y colapsa, o que durante las operaciones de inyección en etapas resultare que la lechada no pueda ser contenida en dentro de la etapa correspondiente, haciendo puente, y sea necesario obturar e inyectar desde una etapa superior, La Supervisión podrá instruir que tal agujero sea inyectado en el tramo inestable o que hace puente, para posteriormente volver a perforar y continuar con las operaciones de perforación hasta la profundidad especificada. Las operaciones de re-perforación deberán ser realizadas tan pronto como sea posible luego de asegurarse que la lechada haya endurecido.

## **02.14.07 Medida y pago**

### **02.14.07.01 Perforaciones para la pantalla de inyecciones**

La medida para el pago de las perforaciones de agujeros para la pantalla de inyecciones incluyendo los agujeros de chequeo en la cimentación, será hecha a la profundidad indicada en los planos o indicada por La Supervisión, medida desde la corona del taladro hasta la superficie de perforación actual en la roca o el concreto, excluyendo cualquier conducto o tubería empotrada previamente para la inyección de lechada.

Excepto para las operaciones de re-perforación después de una etapa de inyección y el suministro y colocación de una tubería de metal y sus accesorios para inyectar la cimentación, el pago para las perforaciones para la pantalla inyecciones profundas se hará al precio unitario de la oferta establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas y este precio incluirá toda la mano de obra, materiales y equipo necesarios para la perforación de agujeros para inyecciones en etapas entre las profundidades especificadas en los planos, mantener los agujeros libres de obstrucciones hasta las operaciones de inyección y todos los trabajos necesarios e incidentales. No se hará ningún pago por separado o compensación de los precios unitarios de la oferta en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas para la perforación de agujeros para inyección en etapas a razón de la necesidad de interrumpir la perforación de los agujeros para permitir inyecciones, limpieza antes de la continuación de las perforaciones o por cualquier traslado del equipo que sea necesario para estas operaciones de perforación.

Donde El Contratista conforme agujeros para inyección mediante el empotramiento de tuberías en el concreto, la longitud de los agujeros así conformados será incluida en la medida para pago, pero no se hará medida adicional o pago para cualquier sistema utilizado para conformar el agujero en lugar de perforar.

#### **02.14.07.02 Re-perforación de agujeros**

Cuando se indique que se deberá inyectar en etapas hacia abajo, la re-perforación requerida por un error de El Contratista al limpiar el agujero antes que la lechada haya endurecido será por cuenta de El Contratista. Cuando se haya permitido suficiente tiempo para que la lechada inyectada haya endurecido según la instrucción de La Supervisión, la re-perforación requerida será pagada por separado a una tasa del 50 por ciento del precio unitario por metro lineal de perforación para inyección establecido en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.14.07.03 Perforaciones para consolidación**

La medida para el pago de las perforaciones para consolidación será realizada a la profundidad mostrada en los planos o indicada por La Supervisión medida desde el fondo de la perforación hasta la superficie actual de perforación, como sea aprobado por La Supervisión. El pago por las perforaciones para consolidación será realizado al precio unitario por metro lineal de agujero perforado para la consolidación del cimientto de la presa y este pago constituirá la compensación total por los materiales, mano de obra, equipos, utilidades, y todo lo necesario e incidental para la perforación de los agujeros para la consolidación aprobados por La Supervisión.

#### **02.14.07.04 Perforaciones para exploración**

La medida para el pago de las perforaciones para exploración será realizada a la profundidad mostrada en los planos o indicada por La Supervisión, medida desde la corona del taladro hasta la superficie de perforación actual en la roca o en el concreto con recuperación de núcleos apropiadamente dispuestos en sus cajas y almacenados como se indica en la Sub-Cláusula 02.14.05 más atrás. El pago para las perforaciones de los agujeros para exploración será realizado al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas e incluirá todos los materiales, mano de obra y equipos de El Contratista, incluyendo las operaciones de instalación de los equipos de perforación en cada uno de los agujeros, la

perforación de los agujeros, la protección de los agujeros perforados, la limpieza y todo lo necesario e incidental para la perforación en conformidad con estas especificaciones.

## **02.15 Inyecciones de lechada a presión**

### **02.15.01 General**

El Contratista ejecutará las perforaciones y las inyecciones requeridas para la obra, de acuerdo con las instrucciones de La Supervisión, quien estará a cargo de la dirección técnica y supervisión de todas las operaciones de perforación e inyección. El número, localización, espaciamiento, dirección, inclinación y profundidad, el orden de perforación e inyección de dichos taladros, las presiones y mezclas que se deben usar para la inyección, el tiempo de espera entre etapas de inyección, las profundidades a las cuales se debe inyectar la mezcla y las presiones a las cuales se deben hacer las pruebas con agua a presión, serán determinadas por La Supervisión y dependerán de la naturaleza de la roca que aparezca a medida que se realicen las excavaciones y de los resultados de las operaciones de perforación, lavado, pruebas con agua a presión e inyecciones ejecutadas por El Contratista. La Supervisión llevará a cabo el control de calidad de los materiales y mezclas de inyección y El Contratista deberá ejecutar, sin costo adicional para El Contratante, todas las modificaciones y ajustes que se deriven de dicho control.

El hecho de que La Supervisión ejerza la dirección técnica y supervisión de todas las operaciones de perforación e inyección, así como el control de calidad de los materiales y mezclas de inyección, no exonerará a El Contratista de su responsabilidad por la ejecución de todos los trabajos conforme a lo especificado en este capítulo.

Los ajustes y modificaciones al alcance de los trabajos de inyección mostrados en los planos o establecidos previamente por La Supervisión, incluso el desplazamiento de equipos a zonas previamente inyectadas y aceptadas por La Supervisión, cuando éstas así lo requieran, deberán ser ejecutados por El Contratista, quien no tendrá derecho a solicitar modificación a los precios ni a los plazos establecidos en el contrato debido a tales ajustes y modificaciones.

## **02.15.02 Definiciones**

Las palabras siguientes que se usen en este apartado tendrán el significado que aquí se describe:

### **02.15.02.01 Etapa**

La longitud parcial o total de un agujero en el cual se ejecuta la inyección. La longitud de cada etapa será la mostrada en los planos o la indicada por La Supervisión, de acuerdo con las condiciones encontradas durante la perforación.

### **02.15.02.02 Lechada**

El conjunto de materiales empleados en las inyecciones, el cual consiste en la mezcla de agua y cemento a la que se le podrán incorporar aditivos tales como superplastificantes, acelerantes de fraguado u otros que ordene La Supervisión.

### **02.15.02.03 Mortero**

El conjunto de materiales empleados en las inyecciones, el cual consiste en la mezcla de agua, cemento y arena a la que se le podrán incorporar aditivos tales como superplastificantes, acelerantes de fraguado u otros que ordene La Supervisión.

### **02.15.02.04 Aditivo**

Componente de naturaleza orgánica (resinas) o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco o fraguado.

### **02.15.02.05 Relación agua – cemento**

La proporción en la lechada entre el peso del agua y el peso de cemento más cualquier aditivo que se agregue.

### **02.15.02.06 Relación agua – cemento – arena**

La proporción en el mortero entre el peso de agua, el peso de cemento y el peso de la arena seca más cualquier aditivo que se agregue.

### **02.15.02.07 Presión de inyección**

La presión medida a la entrada de un agujero de inyección, mientras se está aplicando la mezcla de inyección.

#### **02.15.02.08 Presión efectiva**

La presión calculada en el punto medio de una etapa en un agujero, mientras se está aplicando la lechada.

#### **02.15.02.09 Inyección por etapas**

La perforación e inyección en etapas sucesivas de un agujero desde la boca de la perforación. Cada etapa del agujero se perfora, se lava a presión y se inyecta y se deja fraguar la mezcla durante el tiempo indicado por La Supervisión ; luego se re-perfora la etapa inyectada, se perfora la etapa siguiente del agujero y se repite el proceso.

#### **02.15.02.10 Inyección con empaques**

La perforación de un agujero en forma continua y en toda su profundidad y la subsecuente inyección de mezcla en el mismo agujero en una o más etapas por medio de empaques colocados a profundidades establecidas por La Supervisión.

#### **02.15.02.11 Pantalla de inyecciones**

La perforación de una o más líneas de agujeros, cada agujero a la profundidad y dirección especificada, y la inyección de lechada o mortero en tales agujeros para conformar un plano de baja permeabilidad.

#### **02.15.02.12 Cortina radial de inyecciones**

La perforación de agujeros en forma radial alrededor de una estructura y la posterior inyección de mezcla en tales agujeros.

#### **02.15.02.13 Inyección de juntas**

La aplicación de mezcla o cualquier material sellante inyectable, según ordene La Supervisión, para sellar las juntas de contracción, a través de tubería embebida para tal propósito en una estructura de concreto.

#### **02.15.02.14 Inyección durante excavación de obras subterráneas**

La perforación de agujeros y la subsecuente inyección de una mezcla a presión para estabilizar o reducir la permeabilidad del material alrededor de una parte dada de una obra subterránea, con anterioridad a la excavación de dicha parte de la obra.



### **02.15.02.15 Inyecciones empleando el Principio GIN (Grouting Intensity Number)**

Las inyecciones en la fundación de la presa se harán con una mezcla de lechada rica en cemento para lograr el grado de impermeabilidad de diseño de la fundación de la presa y demás obras y garantizar la durabilidad a largo plazo de las cortinas de inyección. En el proceso de inyección se deberá utilizar el método del Número de Intensidad de Inyección o Grouting Intensity Number (GIN). Las características principales del método son:

- Uso de una sola mezcla estable para todo el proceso (relación agua - cemento en peso entre 0.6 a 0.8:1.0) con un aditivo superplastificante para incrementar la penetrabilidad.
- El bombeo de la lechada con bajas fluctuaciones de la presión a un gasto moderado para obtener un incremento paulatino de la presión a medida que la lechada penetra en las discontinuidades de la roca.

El monitoreo continuo en tiempo real de la presión, el caudal, el volumen inyectado y la penetrabilidad contra el tiempo, por medio de gráficos visibles en la pantalla de un PC instalado cerca al frente de inyección. Monitoreo en tiempo real de la trayectoria de inyección en un gráfico Presión vs Volumen acumulado.

Al fin del proceso de inyección de una etapa de un agujero cuando la trayectoria de inyección registrada en el diagrama Presión vs Volumen, alcanza un ritmo bajo de bombeo y uno de los tres parámetros límites establecidos previamente por La Supervisión para la etapa: el volumen máximo, la presión máxima o una posición intermedia en la curva hiperbólica (curva de valor constante  $P \times V$ ). En el caso específico que la inyección alcance el límite de volumen especificado, La Supervisión decidirá la acción inmediata a tomar, bien sea suspender la inyección y dejar fraguar la lechada para continuar con la siguiente etapa, continuar con la inyección hasta obtener una presión determinada, o suspender temporalmente el bombeo y lavar el agujero para una nueva aplicación posterior en la misma etapa.

Las curvas GIN a implementar para el proceso de inyección serán las curvas modificadas y establecidas por La Supervisión, para cada sitio o frente de inyecciones a ejecutar en la obra.

### **02.15.02.16 Penetrabilidad (q/p)**

Relación entre el caudal inyectado  $q$  y la presión  $p$ , medida durante el proceso de inyección.

#### **02.15.02.17 Viscosidad**

La viscosidad se define como la resistencia interna al flujo que exhibe una lechada y constituye el parámetro que gobierna la velocidad de flujo durante el proceso de inyección.

#### **02.15.02.18 Cohesión**

En un fluido Binghamiano, como lo es una mezcla para inyección, la cohesión constituye igualmente un parámetro de resistencia al flujo que gobierna la distancia máxima a la cual penetra la lechada. Esta distancia de penetración varía en proporción directa a la presión de inyección e inversamente a la cohesión de la mezcla.

#### **02.15.02.19 Cohesión relativa**

La cohesión relativa,  $C_r$ , es la relación entre la cohesión  $C$  y el peso unitario de la lechada, expresada en milímetros.

#### **02.15.02.20 Lechada estable**

Una lechada estable es aquella que exhibe en dos horas, una decantación menor o igual a 5% medida en una probeta de 1000 ml.

### **02.15.03 Prohibiciones**

A menos que sea autorizado por La Supervisión, a El Contratista no se le permitirá:

- 1) Perforar e inyectar en cualquier sitio del área de la presa, sin haber terminado todas las excavaciones de esta parte de la obra, dentro de una distancia de cincuenta metros entre los sitios de inyección y de excavación.
- 2) Perforar agujeros para drenaje permanente dentro de una distancia de 30 m medida horizontalmente desde donde se estén ejecutando inyecciones en cualquier sitio de la obra. En caso de que La Supervisión solicite reinyectar en cualquier área cercana a los drenajes, El Contratista deberá tomar a su costo, todas las precauciones necesarias para evitar que los drenajes queden obstruidos con lechada, incluyendo la rehabilitación del drenaje mediante un lavado con agua a presión o su re-perforación si es necesario, mientras en la cercanía se esté inyectando.
- 3) El uso de grasa o cualquier otro lubricante diferente del agua, como una ayuda en la perforación de agujeros de inyección, agujeros de exploración, agujeros de chequeo,

agujeros de drenaje y lagrimales. En el caso que El Contratista proponga el empleo de espumas químicas como ayuda para la perforación, deberá proporcionar a La Supervisión información técnica detallada del producto que demuestre que no es incompatible con el cemento de inyección al largo plazo, así como documentación de su uso en otros proyectos de inyecciones similares.

- 4) El uso de lodos, bentonita, arcilla o cualquiera otro producto como ayuda en la estabilización de las paredes durante la perforación de los agujeros de drenaje, agujeros para instrumentación y lagrimales.

#### **02.15.04 Materiales**

Para las inyecciones se usará lechada o mortero a las cuales se adicionará un aditivo superplastificante según lo ordene La Supervisión. Los materiales que proponga utilizar El Contratista deberán cumplir con todo lo estipulado en estas especificaciones.

##### **02.15.04.01 Cemento**

El cemento para inyecciones deberá cumplir con las normas ASTM C150, con una finura Blaine superior a 3700 cm<sup>2</sup>/gr y un pasante en malla No 325 no mayor a 5%.

Se podrá usar cemento empacado en bolsas para la preparación de las mezclas para inyecciones o cemento a granel siempre y cuando El Contratista emplee métodos satisfactorios de dosificación, manejo, transporte y almacenamiento. La compra será por pedidos volumétricos en camiones cisterna y almacenadas en silos en las plantas de lechada y mortero diseñadas para tal fin, de tal modo que en ningún momento se suspendan las actividades de inyección por falta de cemento. El sitio de almacenamiento y la cantidad de cemento almacenado deberán ser planeados por El Contratista de acuerdo con los requerimientos de la obra.

##### **02.15.04.02 Agua**

El agua que se vaya a usar en las mezclas de concreto deberá someterse a la aprobación de La Supervisión y deberá ser limpia, fresca y estar exenta de impurezas, tales como aceite, ácido, álcalis, sales, sedimentos, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales. Cuando La Supervisión lo requiera, El Contratista deberá efectuar análisis sobre la calidad de agua, la cual deberá cumplir con los requisitos del Capítulo 3.4 de la Norma ACI-318.

#### **02.15.04.03 Agregado fino**

La Supervisión podrá ordenar el uso de arena para inyecciones la cual deberá entenderse aquel cuyo tamaño máximo sea igual o menor a 4.8 mm y su módulo de finura no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. El agregado fino podrá ser arena natural, arena fabricada o una combinación de arenas naturales y fabricadas. La arena consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias; deberá estar bien lavada (libre de partículas de limo o arcilla), tamizada, clasificada y mezclada, según se requiera para producir un agregado fino aceptable que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C33.

Las partículas deberán tener, por lo general, forma cúbica; y el agregado deberá estar exento de partículas en forma plana o alargada. Las rocas que se desintegren formando partículas delgadas, planas y alargadas, sea cual fuere el tipo de equipo de procesamiento, no serán aprobadas para uso en la producción del agregado fino. Se considerará como partícula delgada plana y alargada aquella cuya dimensión máxima sea cinco veces mayor que su dimensión mínima.

La arena procesada deberá manejarse y apilarse en tal forma que se evite su segregación o contaminación y que su contenido de humedad no varíe apreciablemente. Las áreas en las cuales se almacene la arena deberán tener un suelo firme, limpio y bien drenado. La preparación de las áreas para las pilas de arena, el almacenamiento de los materiales procesados y el desecho de cualquier material rechazado, estarán en todo tiempo sujetos a la aprobación de La Supervisión.

#### **02.15.04.04 Agregado grueso**

Por agregado grueso deberá entenderse aquel agregado bien gradado compuesto de partículas entre 4.8 mm y 152 mm o grupo de tamaños entre estos límites. El agregado grueso consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias, obtenidas de roca o grava natural, de la trituración de estos materiales, o de una combinación de ambas; y deberá estar exento de partículas alargadas o blandas, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales. El agregado grueso deberá ser tamizado, lavado, clasificado y sometido a los procesos que se requieran para obtener un material especificado; este agregado se suministrará en cuatro tamaños los cuales deberán estar dentro de los límites especificados y aprobados por La Supervisión. Los agregados gruesos formados por partículas con un tamaño inferior a 38 mm, que se sometan al ensayo de abrasión en la máquina de ensayo de Los Ángeles, de acuerdo con lo establecido en la Norma

ASTM C131, usando la granulometría A de dicha norma, deberán tener una pérdida máxima de 10% en peso a 100 revoluciones, y de no más de 40% en peso a 500 revoluciones. Los agregados gruesos formados de partículas con un tamaño igual o superior a 38 mm que se sometan al mismo ensayo de abrasión de acuerdo con lo especificado en la Norma ASTM C535, utilizando la granulometría apropiada, deberán tener una pérdida no mayor de 10% en peso a 200 revoluciones, y de no más de 40% en peso a 1000 revoluciones. Los diferentes tipos de agregado grueso, en cuanto a tamaño, deberán almacenarse en sitios separados o amontonarse en pilas separadas una de otra. Las áreas en las cuales se apilen los agregados deben tener un suelo firme, limpio y bien drenado y el método de manejo y apilamiento de los diferentes tipos de agregados deberá realizarse en tal forma, que estos no se entremezclen antes de que se efectúe la dosificación, no sufran rotura o segregación y no se mezclen con impurezas y sustancias extrañas, para lo cual deberán instalarse elementos divisorios para separar los diferentes tipos de agregados y adoptar cualquier otro tipo de medida que se requiera para lograr los propósitos mencionados. La preparación de las áreas de almacenamiento para agregados, el almacenamiento de los agregados que ya hayan sido procesados y el desecho del material que se haya rechazado estarán en todo tiempo sujetos a la aprobación de La Supervisión.

Si los agregados se depositan en pilas, se deberán extender en capas horizontales por medio de un equipo apropiado, con el fin de evitar la segregación. Dicho equipo deberá ser lavado completamente y a satisfacción de La Supervisión, inmediatamente antes de que se interne en las pilas del agregado. Los métodos para extender los agregados gruesos en las pilas deberán contar con la aprobación de La Supervisión. El Contratista deberá tomar las precauciones para controlar la presencia de polvo en las áreas de almacenamiento de agregado grueso y evitar que se contamine. El contenido de humedad de los agregados deberá controlarse para garantizar que no varíe apreciablemente dentro de la masa de estos.

#### **02.15.04.05 Bentonita**

El Contratista deberá utilizar bentonita de buena calidad, tipo Bentonita de Wyoming, o similar, para los trabajos de inyección. Las cantidades de bentonita, expresadas como un porcentaje del peso del cemento, serán las determinadas con base en los ensayos de laboratorio previos al inicio del proceso de inyección. El Contratista deberá suministrar a La Supervisión muestras de la bentonita que se propone utilizar, así como toda la información técnica pertinente sobre sus

propiedades, y la experiencia obtenida en su utilización en trabajos similares y toda la información que La Supervisión considere necesaria para juzgar su aplicabilidad en la obra. En ningún caso se permitirá el uso de bentonita sin la previa aprobación de La Supervisión.

#### **02.15.04.06 Aditivos**

##### *i Aditivo superplastificante*

El Contratista deberá utilizar un aditivo superplastificante para incrementar la penetrabilidad de las lechadas de inyección. La cantidad de aditivo superplastificante, expresada como un porcentaje del peso del cemento, será el determinado por La Supervisión. Este valor corresponderá al porcentaje de aditivo necesario para que la cohesión relativa de la lechada esté comprendida entre 0.08 mm y 0.15 mm. El aditivo deberá conformarse a la norma ASTM C494 Tipo F. El Contratista deberá suministrar a La Supervisión muestras del aditivo que se propone usar, así como toda la información técnica pertinente sobre sus propiedades, su composición química, la experiencia obtenida en su utilización en trabajos similares y toda otra información que La Supervisión considere necesaria para juzgar su aplicabilidad en la obra. No se permitirá el uso de superplastificante sin la previa aprobación escrita de La Supervisión. No se hará ningún pago separado por aditivos que El Contratista use para su propia conveniencia, sin que hayan sido requeridos por La Supervisión, aunque haya aprobado el uso de tales aditivos.

##### *ii Resinas y mezclas químicas*

La Supervisión podrá solicitar la utilización de resinas y mezclas químicas para la ejecución de inyecciones a presión. En este caso El Contratista deberá realizar tales inyecciones de acuerdo con los procedimientos y equipos establecidos para el tipo de resina y/o mezcla que se decida utilizar. El único pago que La Supervisión reconocerá por este cambio será el reembolso del valor de las resinas y/o mezclas químicas al precio real del suministro en el sitio donde éstas se utilicen, de acuerdo con las facturas de compra, de acuerdo con lo indicado en la Sub-Cláusula 13.6 de las CGC.

##### *iii Aditivos reductores de agua y para el control del fraguado*

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deberán cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C-494 (Tipos D y E) y deberán manejarse y almacenarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de La Supervisión.

*iv Otros aditivos*

Es posible que además del superplastificante, se requiera el uso de otros aditivos tales como acelerantes de fraguado, llenantes inertes, cenizas volcánicas y expansores. Tales materiales deberán ser productos comerciales de reconocida eficacia y estarán sometidos a los mismos requisitos de aceptación establecidos para el superplastificante. La Supervisión reembolsará a El Contratista el valor de los aditivos que la misma ordene, con excepción del superplastificante, al precio real de suministro en el sitio de la obra, de acuerdo con lo indicado en la Sub-Cláusula 13.6 de las CGC.

**02.15.04.07 Tubería y accesorios metálicos**

Las tuberías y accesorios que se utilicen para las inyecciones deberán ser capaces de resistir la presión máxima especificada para cada tipo de inyección, de acuerdo con los planos o lo indicado por La Supervisión.

**02.15.05 Personal y equipo**

**02.15.05.01 Personal**

El Contratista deberá utilizar personal calificado que tenga experiencia y conocimiento de las técnicas modernas de perforación e inyección a presión. El Contratista deberá someter a la aprobación de La Supervisión el personal profesional que dirigirá las operaciones de perforación y de inyección. Cualquier cambio o sustitución de dicho personal durante el desarrollo de los trabajos deberá tener la aprobación de La Supervisión.

**02.15.05.02 Equipo de perforación**

De acuerdo con los rendimientos requeridos en el programa de construcción y el plazo previsto para la ejecución de la obra, El Contratista deberá suministrar equipos y accesorios de perforación para ejecutar los diferentes tipos de perforación. El equipo de perforación deberá mantenerse en condiciones óptimas de operación en todo momento.

Con un plazo no menor de 90 días antes de que El Contratista tenga programado enviar el equipo de perforación al sitio de la obra, deberá someter a La Supervisión, para su aprobación, la información detallada de dicho equipo. La aprobación por parte de La Supervisión del equipo propuesto por El Contratista no exime a este último de la responsabilidad de suministrar equipos

para la realización de los trabajos, de acuerdo con las especificaciones e instrucciones de La Supervisión y dentro de los plazos establecidos en el programa de construcción. Si durante el desarrollo de los trabajos se comprueba que el equipo o los materiales de perforación son insuficientes o no son de características adecuadas para la realización de los trabajos, El Contratista deberá suministrar equipos y materiales adicionales u otros equipos y materiales para completar los trabajos de acuerdo con el programa de construcción y en un todo de acuerdo con lo especificado o indicado por La Supervisión. El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensiones de plazos ni a ningún pago adicional por razón de la necesidad de suministrar estos equipos adicionales.

En los agujeros para inyección podrán usarse perforadoras de rotación, que garanticen buenos acabados en las paredes del agujero a fin de permitir una obturación adecuada en cualquier parte de este. Las perforadoras deberán tener una capacidad suficiente para perforar agujeros con cualquier inclinación y de los diámetros y a las profundidades que se muestran en los planos o se especifican más adelante.

No se permitirá el uso de motores de combustión interna en los equipos que se utilicen para la perforación de agujeros en galerías de la presa y en excavaciones subterráneas y las perforadoras neumáticas utilizadas deberán estar equipadas con silenciadores adecuados y sistema de barrido de agua. El uso de la barrenación en seco se podrá hacer solamente en circunstancias especiales debidamente aprobado por La Supervisión.

El tamaño de las perforadoras que proponga usar El Contratista en obras subterráneas deberá ser tal que facilite la operación de perforación y garantice las inclinaciones y diámetros mostradas en los planos o indicadas por La Supervisión.

El Contratista deberá proveer los equipos adecuados para la ejecución de agujeros piloto en excavaciones subterráneas que permitan aliviar la presión del agua subterránea o gas con anterioridad a la excavación de alguna parte de la obra. Los equipos deberán ser de la potencia adecuada para perforar con facilidad agujeros hasta de 60 m de longitud. El Contratista deberá disponer de todos los implementos del sistema de perforación y organizar los trabajos de tal manera que se asegure un rendimiento de perforación por equipo, no inferior a 20 m por día calendario.



### **02.15.05.03 Equipo de inyección**

De acuerdo con los rendimientos requeridos en el programa de construcción y el plazo previsto para la ejecución de la obra, El Contratista deberá suministrar equipos y accesorios suficientes para ejecutar las inyecciones que se requieran de acuerdo con las presiones y caudales máximos indicados en las especificaciones. Este equipo será del tipo y capacidad aprobados por La Supervisión y deberá mantenerse en todo momento en condiciones óptimas de operación.

Con un plazo no menor de 60 días antes de que El Contratista tenga programado enviar el equipo de inyección al sitio de la obra, deberá someter a La Supervisión para su aprobación las características técnicas e información detallada sobre dicho equipo. La aprobación, por parte de La Supervisión del equipo propuesto por El Contratista, no exime a El Contratista de la responsabilidad de suministrar equipo necesario para la realización de los trabajos, de acuerdo con las especificaciones e instrucciones de La Supervisión y dentro de los plazos establecidos en el programa de construcción. Si durante el desarrollo de los trabajos se comprueba que el equipo es insuficiente o no es de características adecuadas para la realización de los trabajos, El Contratista deberá suministrar otros equipos similares o diferentes a los disponibles en la obra para completar los trabajos de acuerdo con el programa de construcción y en un todo de acuerdo con lo especificado o indicado por La Supervisión. El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensiones de plazos ni a ningún pago adicional debido a la necesidad de suministrar estos equipos adicionales.

Con un plazo no menor de 30 días calendario antes de que El Contratista programe comenzar las operaciones de inyección, deberá someter para la aprobación de La Supervisión, la descripción detallada de los circuitos de inyección y de los métodos para la conexión a los agujeros de inyección. El equipo de inyección deberá tener una capacidad para proveer una dosificación y mezclado efectivos, mantener mezclas en suspensión, suministrar y bombear la mezcla dentro de los agujeros de inyección en forma continua, con flujo sin interrupciones y a cualquier presión constante dentro de los límites de presión especificados. Cada equipo para inyección que se suministre para la obra deberá incluir, pero no limitarse a lo siguiente:

- 1) Una bomba para operación y otra auxiliar, cada una con capacidad para operar a una presión máxima de 50 bares a caudales entre uno y 30 l/min, sin fluctuaciones bruscas de la presión de inyección. Las bombas deberán tener una capacidad para operar a bajo

caudal con una variación en la presión no mayor del cinco por ciento del valor promedio de la presión de inyección especificada. En caso de que se requiera y La Supervisión así lo ordene, El Contratista deberá estar preparado para bombear e inyectar mortero hasta una proporción de tres partes de arena por una de cemento. Se deberá instalar en la toma de las bombas una conexión para agua con el fin de facilitar el lavado del sistema y la inyección de agua dentro de los agujeros.

- 2) Un mezclador coloidal de alta velocidad no menor de 1300 rpm, con sistema de recirculación y vórtice de alta turbulencia, capaz de mezclar agua, cemento, arena y aditivo. El mezclador deberá estar equipado con un dispositivo medidor de agua calibrado para dar lecturas en litros. El mezclador deberá tener la capacidad suficiente para asegurar el suministro suficiente de mezcla, cuando se esté inyectando al gasto máximo especificado.
- 3) Un agitador mecánico con capacidad para agitar y mantener en suspensión todos los materiales sólidos contenidos en la mezcla. El agitador deberá estar equipado con tamices que permitan remover de las mezcladoras y del tubo de retorno al mezclador, cualquier mezcla endurecida o cualquier material extraño que sea retenido por un tamiz N.º 100 U.S. Standard cuando se utilicen lechadas o por un tamiz No. 8 o 16 si es una mezcla con arena. La capacidad del agitador no deberá ser menor que la del mezclador. El agitador deberá estar graduado en litros, de modo que se facilite la medición manual aproximada del volumen inyectado de mezcla.
- 4) Todas las válvulas, medidores del flujo de agua, medidores de mezcla, mangueras de presión, tuberías, manguitos, tapones, conexiones y herramientas necesarias para efectuar la operación de inyección de acuerdo con lo especificado. El Contratista deberá proveer válvulas y reguladores de presión máxima y de caudales de inyección con el objeto de evitar la posibilidad de sobrepresiones.
- 5) Empaques dobles y sencillos, expandibles neumática, hidráulica o mecánicamente, que puedan colocarse solos o en pares en un agujero a cualquier profundidad, con el fin de aislar una sección de este. Los empaques se deberán poder expandir para sellar los agujeros en un determinado lugar y una vez expandidos deberán soportar sin escapes, presiones iguales a las máximas presiones de inyección especificadas.

La distribución del equipo de inyección deberá ser tal que provea un viaje continuo de una mezcla de consistencia uniforme a través del sistema y que permita un control exacto de la presión en la entrada del agujero sometido a inyección. El Contratista podrá implementar una línea de retorno para mantener la lechada en circulación continua dentro del circuito de inyección. El diámetro interior de todas las líneas del sistema de circulación no deberá ser mayor de 25 mm. El cabezal de inyección para alimentar la lechada o mortero dentro del agujero deberá incluir una conexión de suministro, una conexión con válvula al agujero y una válvula de purga para alivio de presiones.

El sistema deberá tener dos manómetros con glicerina, con el rango apropiado de presiones, uno de los cuales deberá estar localizado a la salida de la bomba y el otro en el caballete de inyección, de modo que se pueda visualizar y verificar en todo momento la presión de suministro de la mezcla y la presión de inyección de la etapa. Este sistema manual de control servirá como medida de chequeo y respaldo al sistema electrónico de medida y control automático.

Cada instalación para inyección deberá contar con instalaciones de almacenamiento suficientes para suministrar cantidades adecuadas de cemento, agua y otros materiales de tal modo que la operación de inyección se pueda llevar a cabo sin interrupción. El equipo de inyección y los materiales deberán tener protección adecuada contra aguas lluvias e infiltraciones de las excavaciones subterráneas. El Contratista deberá implementar un sistema de comunicación permanente, tal como radios portátiles (handies), teléfonos u otro sistema aprobado por La Supervisión, entre la caseta de control de inyecciones ubicada en la planta de preparación de la inyección y cada uno de los puntos de inyección. El suministro e instalación previos de este sistema de comunicación, será requisito indispensable para poder iniciar cualquier operación de inyección.

#### **02.15.05.04 Equipo de automatización de las inyecciones**

El Contratista deberá garantizar la automatización y el control automático del proceso de inyección, mediante el envío continuo de los datos registrados en la boca del agujero a un computador portátil ubicado en la caseta de control para las inyecciones de la cortina profunda y las inyecciones de consolidación de la presa. El equipo de automatización y control deberá tener las siguientes características:

- 1) Registrar por medio de sensores electrónicos de alta precisión los parámetros de inyección, a saber: presión de inyección, caudal y volumen de lechada inyectada en una etapa.
- 2) Esta información debe ser procesada por un software que indique en tiempo real en la pantalla de un PC ubicado en el frente de trabajo, la trayectoria de inyección y la evolución de la presión, del caudal de bombeo y de la penetrabilidad contra tiempo durante la inyección. En la gráfica de trayectoria Presión vs Volumen debe aparecer la curva límite con los parámetros GIN preprogramados.
- 3) El sistema debe suspender automáticamente el bombeo de lechada una vez la trayectoria de inyección alcance alguno de los límites preestablecidos para la etapa inyectada. El sistema debe permitir la regulación del ritmo de bombeo para que la terminación de la inyección se lleve a cabo a bajos caudales, menores a 5.0 l/min, o a los que establezca La Supervisión.
- 4) El equipo debe poseer un sistema de calibración automático que permita verificar la exactitud de los registros producidos. Se debe hacer al menos una calibración al principio de cada turno o cuando La Supervisión lo solicite.
- 5) Al final de cada turno El Contratista imprimirá los registros gráficos de cada inyección, con las cuatro curvas indicadas arriba, en una sola página. El registro impreso deberá contener la identificación de la etapa y los valores límite de presión y volumen a los cuales se terminó la aplicación de lechada. El Contratista deberá entregar copia de los registros impresos de todas las etapas inyectadas así: para el turno diurno, antes de las 20 h del día en que se ejecutaron las inyecciones y para el turno nocturno, antes de las 20 h del día siguiente al que se iniciaron las inyecciones. En casos especiales, La Supervisión podrá exigir la impresión anticipada de un registro determinado para el estudio de un caso específico que considere de importancia.
- 6) El sistema automático debe producir y guardar en formato electrónico la información numérica detallada de la evolución de los parámetros de inyección en cada etapa para consulta de La Supervisión cuando ésta lo requiera.

### **02.15.06 Perforación**

Las perforaciones para las inyecciones deberán ser ejecutadas en conformidad con lo establecido en la Sub-Cláusula 02.14 más atrás.

### **02.15.07 Pruebas con agua a presión**

Cuando La Supervisión lo solicite, El Contratista deberá llevar a cabo pruebas con agua a presión en los agujeros para inyección, en los de exploración y en los de chequeo a las profundidades y en la secuencia que indique La Supervisión, con el fin de determinar la permeabilidad de la roca y la efectividad de las operaciones de inyección.

La Supervisión indicará las presiones a usar en las pruebas con agua a presión, pero en general no excederán 10 bares. En los agujeros de exploración y de chequeo El Contratista deberá llevar un monitoreo electrónico en tiempo real de la presión y el caudal de agua inyectado en las pruebas con agua a presión, con un equipo similar al empleado para las inyecciones de la presa. Igualmente deberá producir los registros impresos de los resultados de las pruebas ejecutadas en un formato aprobado por La Supervisión.

El Contratista deberá determinar periódicamente y registrar el nivel freático en la vecindad de un agujero que se va a probar hidrostáticamente, midiéndolo en aquel que se va a probar o en agujeros vecinos que se hayan ejecutado para trabajos de inyección, en los agujeros para las inyecciones y en todas las perforaciones de chequeo.

Las pruebas con agua a presión en una perforación parcial o total hecha en la roca, se deberán llevar a cabo en la siguiente forma:

- 1) Inmediatamente antes de iniciar las pruebas con agua a presión, el agujero deberá limpiarse cuidadosamente con agua y aire con el fin de remover todos los sedimentos, rebabas de perforación, lodo y cualquier otra sustancia extraña. La operación de lavado deberá continuar hasta cuando el agua retorne completamente clara o se considere que la perforación se encuentra completamente limpia.
- 2) Se deberán insertar y expandir empaques sencillos o dobles en el agujero según lo indique La Supervisión a la profundidad establecida por ésta.
- 3) Se deberá bombear agua limpia en el agujero, entre uno y otro empaque, o entre un empaque y el fondo del agujero a través de las válvulas que se requieran para regular la presión del agua inyectada y el flujo.
- 4) Las pruebas se deberán ejecutar a varias presiones, midiendo el caudal correspondiente a cada cambio de presión. Para cada cambio de presión, el bombeo de agua deberá

continuarse hasta cuando el flujo de agua inyectada pueda mantenerse constante durante el tiempo que se especifica en la Tabla 22, o como lo indique La Supervisión.

*Tabla 22 Tiempos por etapa de la prueba de agua a presión*

Presión (P)	Tiempo transcurrido (minutos)
P1 = P/4	5
P2 = P/2	5
P3 = P	5
P2 = P/2	5
P1 = P/4	5

Cuando al probar un tramo de perforación se presente pérdida excesiva de agua durante la ejecución de una prueba con agua a presión, sin que se registre presión alguna en el manómetro y en el PC, se deberá suspender la prueba y proceder a inyectar la etapa de acuerdo con la curva GIN que La Supervisión indique para estos casos. Si los consumos de lechada son excesivos y aún no se registra presión alguna en el manómetro o en el PC, La Supervisión podrá dar por terminada la inyección al llegar al volumen límite preestablecido, o bien ordenar continuar con la inyección con una mezcla a la cual se le adicionará un aditivo expansor a fin de engrosar la mezcla hasta obtener rechazo a la presión y volumen indicados por La Supervisión, tal como se establece en el numeral 02.15.10.

### **02.15.08 Tubería de inyección**

Si El Contratista lo requiere o La Supervisión lo ordena, en cualquier agujero para inyecciones se empotrará en el concreto y en la roca un tubo metálico de longitud no inferior a 0.50 m y de un diámetro no menor a 75 mm (NQ), roscado en su extremo exterior. Este tubo se anclará al concreto y la roca mediante la inyección de una lechada con proporción 0.4:1 o con mortero en volumen.

El Contratista colocará tubería metálica en fuentes de agua, grietas, materiales de relleno, vetas o cualesquiera otras imperfecciones de la roca, según lo indique La Supervisión, de manera que se pueda inyectar a través de tales tubos. Los tubos que se coloquen en el concreto deberán terminar por lo menos 10 cm dentro de la superficie; se deberá añadir al tubo para inyecciones

una unión corriente y un niple forrado en papel con el fin de facilitar su remoción una vez aplicadas las inyecciones; el niple deberá sobresalir del concreto por lo menos 10 cm.

Los espacios que queden entre los tubos para inyecciones y la roca o el concreto en los que estén empotrados, deberán sellarse cuidadosamente con lechada u otro material apropiado con el fin de evitar la entrada de mortero u otras sustancias extrañas antes de aplicar las inyecciones. Los tubos que se aflojen a causa de anclajes inadecuados o por negligencia de El Contratista, deberán ser reemplazados por éste a su costo.

Todos los tubos y accesorios que se vayan a empotrar en concreto deberán limpiarse de manera que queden completamente libres de suciedad, grasa o lechada, inmediatamente antes de empotrarlos en el concreto. Los tubos y accesorios deberán ensamblarse y colocarse cuidadosamente; asimismo, deberán asegurarse firmemente en su posición final y protegerse contra deterioro mientras se coloca el concreto.

### **02.15.09 Conexiones para inyecciones**

Se considera como conexión para inyección la actividad relacionada con el suministro e instalación de los accesorios necesarios para el lavado y para la inyección en un agujero tales como tuberías, mangueras, tapones, empaques y acoples, así como los medidores de flujo y los manómetros, todo de acuerdo con lo especificado.

Se considera conexión para inyección solamente la que se efectúa en los agujeros para inyección y en los agujeros de exploración y de chequeo que sean probados e inyectados según lo indique La Supervisión, incluyendo aquellos que no tomen lechada. La conexión para inyección cubre toda la actividad en los agujeros indicados relacionada con el suministro e instalación de la tubería y accesorios para inyección y se considera una sola conexión para cada agujero, aunque El Contratista por su propia voluntad, por indicación de La Supervisión, por falta de equipo o por suspensión de las actividades de inyección, haya retirado la tubería y accesorios de un agujero y según indicaciones de La Supervisión, sea necesario volver a inyectar en dicho agujero o rellenar en toda su longitud un agujero determinado. Se considera solamente una conexión por cada agujero de inyección de exploración y de chequeo independientemente del número de etapas, de la longitud, del número de empaques, del consumo de mezcla, del número de pruebas con agua a presión, del número de veces que El Contratista tenga que conectar los

equipos de inyección a cada agujero, o de cualquier otro factor que prolongue las actividades de inyección en un agujero determinado. El Contratista deberá estar preparado para ejecutar inyecciones simultáneas hasta en tres agujeros por los cuales se estén presentando resurgencias de lechada proveniente de un agujero que está siendo inyectado. Para tal fin, deberá contar con el equipo y accesorios necesarios para llevar a cabo la operación, incluyendo bifurcaciones metálicas y bombas de inyección que garanticen la presión de inyección en cada uno de los agujeros inyectadas en forma simultánea.

### **02.15.10 Inyecciones a presión**

La Supervisión dirigirá y supervisará todos los trabajos relacionados con la aplicación de inyecciones a presión y podrán ordenar la utilización de resinas y/o mezclas químicas para ejecutar las inyecciones.

La Supervisión podrá exigir a El Contratista que use las técnicas de inyección por etapas o de inyección con empaques, dependiendo de las condiciones de la roca o de los resultados de inyecciones realizadas anteriormente en una zona dada.

Las inyecciones de la pantalla profunda y de las inyecciones de consolidación de la presa, se efectuarán empleando el método GIN (Grouting Intensity Number) tal como se describe en la Sub-Cláusula 02.15.02.09.

El criterio de terminación o número GIN para las inyecciones será el indicado por La Supervisión después de efectuar las pruebas iniciales y podrá variar durante las operaciones de inyección. En general, la inyección de un agujero o etapa será considerada terminada cuando la trayectoria de inyección del gráfico Presión vs Volumen alcance la curva GIN especificada para la etapa con un caudal de bombeo menor a 5.0 l/min, correspondiente a la mínima velocidad práctica del equipo de bombeo. Sin embargo, se podrán presentar condiciones especiales que requieran ser inyectadas con mezclas, presiones o volúmenes diferentes a los establecidos en el criterio general GIN, para lo cual La Supervisión indicará a El Contratista en el sitio los parámetros a utilizar para estos casos especiales. Igualmente, si La Supervisión lo estima conveniente, podrá ordenar la suspensión temporal de la inyección hasta el fraguado de la lechada, sin que esta situación sea motivo de reclamación de El Contratista.



Cuando se haya terminado de perforar un grupo de agujeros, El Contratista deberá probar con agua a presión los agujeros que indique La Supervisión, en secciones aisladas o en la totalidad perforada de cada agujero. La prueba con agua a presión se deberá llevar a cabo según lo estipulado en la Sub-Cláusula 02.15.07.

### **02.15.11 Lavado con agua a presión**

Inmediatamente antes de iniciar la aplicación de inyección en una etapa de un agujero, tal etapa deberá ser limpiada usando aire y agua a presión a través de un tubo de diámetro aproximadamente igual a la mitad del diámetro de la perforación y que se extienda hasta el fondo de la etapa. Toda la roca descompuesta y material blando que se encuentre deberá ser lavado con agua y aire a presión para remover tanto material como sea posible. Tal material podrá ser expulsado de uno o más agujeros por medio de agua y aire introducido bajo presión en un agujero adyacente.

Las operaciones de inyección para cualquier agujero se deberán empezar después de limpiar la cavidad con aire y agua a presión por un período de tres minutos a cinco minutos. Durante esta operación que está comprendida dentro de la actividad denominada lavado con agua a presión, El Contratista deberá efectuar la medición del consumo de agua durante cada minuto. El Contratista podrá ejecutar los lavados a presión utilizando empaque sencillo, lo que le permitirá independizar esta actividad de las inyecciones posteriores.

Aquellos agujeros en los cuales no se pueda levantar la presión requerida durante el lavado con agua a presión se deberán lavar por un período de tres minutos a cinco minutos, o por un período de tiempo que a juicio de La Supervisión sea suficiente para remover el relleno de las fracturas.

### **02.15.12 Proporción de la mezcla**

Por lo menos 60 días calendario antes de iniciar el programa de inyecciones, El Contratista deberá bajo la supervisión y dirección de La Supervisión, llevar a cabo el diseño y prueba de inyección en campo de las mezclas de lechadas y morteros que se utilizarán en las inyecciones. El diseño de las mezclas se hará mediante la ejecución de mezclas de prueba utilizando los mismos equipos que empleará durante los trabajos de inyección para la preparación de las mezclas en los cuales se variarán las proporciones de los componentes de tal forma que se obtengan mezclas estables (exudación de 5% antes de 2 horas) durables (mínima resistencia a

la compresión de 9 MPa a los 7 días de edad y de 130 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad) y adecuadamente fluidas, de acuerdo con tiempos mínimos de fluidez medidos con el cono Marsh y establecidos por La Supervisión. Adicionalmente, se efectuarán ensayos para determinar la densidad de la mezcla, la cohesión, los tiempos de fraguado inicial y final y la compatibilidad cemento-aditivo. El Contratista deberá suministrar todos los materiales, el personal y el equipo necesarios para la ejecución de estos ensayos, para lo cual no habrá medida ni pago por separado.

El tiempo de mezclado será por lo menos de 1.5 minutos a partir del momento en que se hayan colocado todos los materiales en el mezclado. La mezcla se deberá mantener permanentemente en suspensión homogénea mediante el uso de los agitadores mecánicos hasta que termine la inyección. La proporción de mezcla para la lechada variará en general entre 0.6:1.0 y 0.8:1.0 (agua: cemento por peso) y para el mortero entre 1:1:1 y 1:1:3 (agua: cemento: arena) pudiendo aumentar según aprobación de La Supervisión. De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas ejecutadas para la evaluación y comportamiento de las mezclas de inyección, La Supervisión definirá el tipo y los porcentajes de superplastificante a emplear en las mezclas seleccionadas.

La Supervisión podrá considerar la posibilidad de utilizar mezclas químicas para ejecutar las inyecciones, si las condiciones geológicas así lo exigen. En este caso, El Contratista deberá realizar tales inyecciones de acuerdo con los procedimientos y equipos establecidos para el tipo de resina y/o mezcla química que se decida utilizar. El único pago que reconocerá La Supervisión por este cambio será el reembolso del valor de las resinas y/o mezclas químicas al precio real de suministro en el sitio donde estas se utilicen, de acuerdo con lo indicado en la Sub-Cláusula 13.6 de las CGC.

### **02.15.13 Inyección con empaques**

Cuando se use el procedimiento de inyección con empaques se deberá fijar un empaque en el extremo inferior del tubo de suministro de mezcla; luego se deberá insertar dicho tubo en el agujero perforado haciéndolo llegar hasta la profundidad prescrita por La Supervisión, donde se deberá expandir el empaque y a continuación se deberá aplicar la inyección hasta el límite GIN seleccionado, dejando el empaque expandido el tiempo necesario para disipar cualquier contrapresión de la etapa; luego se repetirá la operación hasta completar la inyección en toda la longitud del agujero. De acuerdo con el desarrollo de la inyección de una etapa cualquiera, La

Supervisión podrá ordenar esperar el fraguado de la lechada antes de continuar con la siguiente etapa.

A menos que La Supervisión indique lo contrario, la longitud de cada una de las etapas inyectadas con empaques deberá ser de 5.0 m. Normalmente la inyección deberá progresar desde el fondo hacia la superficie, pero cuando se presente inestabilidad o derrumbe continuado de uno o más agujeros debido a las malas condiciones del material, La Supervisión podrá solicitar a El Contratista, o éste podrá proceder con la aprobación de La Supervisión, la inyección desde la boca de del agujero o de la etapa en la cual se presentó la inestabilidad hacia abajo.

#### **02.15.14 Inyección por etapas**

En las inyecciones por etapas, El Contratista deberá limpiar la primera etapa del agujero para inyección, lavando o re-perforando nuevamente tan pronto como la mezcla en la etapa adyacente haya fraguado suficientemente como para que no se lave con el agua de perforación. Toda re-perforación que se necesite para despejar una etapa en el agujero antes de perforar la siguiente etapa, deberá ser hecha por El Contratista a su propio costo y a satisfacción de La Supervisión, salvo en los casos en que se deje fraguar la lechada por orden de La Supervisión.

#### **02.15.15 Aplicación de las mezclas**

En general, los agujeros para las inyecciones de la pantalla de inyecciones profundas y las inyecciones de consolidación de la presa se inyectarán con una sola mezcla empleando el método GIN.

Para todas las etapas, la inyección debe iniciarse a caudales bajos, entre 5.0 l/min y 10.0 l/min, observando la presión en la pantalla del PC. Si se obtienen presiones altas desde el principio, la inyección deberá continuarse a bajo ritmo de bombeo hasta alcanzar la curva GIN límite. Si, por el contrario, se observa un registro bajo de presión desde el principio, El Contratista podrá aumentar gradualmente el ritmo de bombeo hasta valores máximos de 20 l/min. En ningún caso deberá aumentarse el ritmo de bombeo cuando se observe aumento de presión. Cuando la trayectoria de inyección del gráfico Presión vs Volumen indique que se aproxima el fin de la aplicación de mezcla en la etapa, El Contratista deberá reducir el ritmo de bombeo de tal forma que la terminación automática de la inyección se produzca a caudales de 5.0 l/min o según lo indique La Supervisión. La Supervisión definirá las condiciones en las que se debe esperar el

fraguado de una etapa terminada antes de continuar con la siguiente. Por lo general, la aplicación de lechada en la siguiente etapa podrá iniciarse una vez se verifique que no hay contrapresión de la etapa recientemente inyectada.

Cuando en la inyección de una etapa se alcance el límite de volumen especificado a muy baja presión, indicativo de la presencia de fracturas muy abiertas en la fundación, La Supervisión definirá a El Contratista la acción a tomar: dar por terminada la inyección, dejar fraguar la lechada y continuar con la siguiente etapa; continuar con la inyección con la adición de un aditivo expansor hasta obtener una presión y volumen indicados por La Supervisión o suspender temporalmente el bombeo y lavar el agujero para una nueva aplicación posterior en la misma etapa.

En general las intensidades GIN variarán entre 1000 bar-l/m y 5000 bar-l/m y las presiones máximas no excederán 30 bares. Los consumos límites variarán por lo general entre 200 l/m y 1000 l/m, pero La Supervisión podrá ordenar la continuación de las inyecciones que estime conveniente, como se indicó en el numeral 02.15.10.

Sí durante la inyección de un agujero se observa que la mezcla sale por la superficie de la roca o del concreto, ya sea en superficies de excavaciones subterráneas, en corte abierto o del terreno natural, tales escapes o resurgencias deberán ser taponados o calafateados por cuenta de El Contratista según lo indique La Supervisión, sin detener el proceso de inyección o haciéndolo brevemente mientras se ejecuta el calafateo. Si las resurgencias persisten o son de un caudal tal que el calafateo resulta infructuoso, La Supervisión podrá ordenar la suspensión del proceso de inyección durante el tiempo que se requiera para que, al reiniciar la inyección, hasta que hayan cesado tales resurgencias de lechada. Como medida de seguridad contra desplazamientos de la roca, especialmente cuando se inyecta cerca de la superficie, La Supervisión podrá exigir la reducción de la presión de bombeo, el bombeo intermitente o la suspensión temporal del bombeo sin que estas operaciones representen ningún extra-costos para El Contratante.

Si durante el monitoreo de las inyecciones mediante computador, las gráficas indican fracturamiento hidráulico definido como una caída brusca y permanente de la presión y un aumento súbito del caudal, la inyección deberá ser suspendida y El Contratista deberá informar de inmediato a La Supervisión. Seguidamente la inyección se podrá reanudar a una presión bajo

unos parámetros GIN diferentes; si se observa un nuevo fracturamiento antes de que la trayectoria de inyección alcance la línea límite seleccionada, la inyección de la etapa se debe terminar dejando fraguar la lechada para luego continuar con la siguiente etapa.

Si durante la inyección de cualquier agujero se observa que la mezcla fluye por uno o más agujeros adyacentes, El Contratista deberá conectar en forma inmediata dicho (s) agujero (s) simultáneamente con el primero. Para tales circunstancias El Contratista deberá estar preparado para inyectar simultáneamente hasta un total de cuatro agujeros tomando las precauciones para evitar daños a la roca con las altas presiones resultantes. Si hubiere escapes importantes en agujeros adicionales, éstos deberán taponarse temporalmente y luego, antes de que fragüe la mezcla deberán inyectarse a las presiones requeridas.

Durante la inyección, El Contratista deberá tomar todas las precauciones para evitar que el equipo y los circuitos de inyección se obstruyan inyectando periódicamente agua al sistema. El criterio de cierre para la terminación de las inyecciones en un sector determinado de la fundación será indicado por La Supervisión y podrá variar durante las operaciones de la inyección.

#### **02.15.16 Pantalla de inyecciones profundas**

Las inyecciones para la pantalla profunda de la presa se efectuarán empleando el método GIN con base en las curvas y parámetros establecidos por La Supervisión.

La aplicación de la inyección se deberá llevar a cabo en la secuencia indicada en los planos o establecida por La Supervisión. La secuencia, parámetros y métodos de inyección descritos en este capítulo pueden ser variados por La Supervisión durante el progreso de la obra con el fin de ajustar los trabajos a las condiciones de la roca de fundación.

Cuando en una perforación se pierda el agua o se encuentre flujo artesiano, el agujero deberá ser inyectado en una o más etapas como lo determine La Supervisión y en las profundidades donde se haya perdido el agua o se haya encontrado flujo a presión.

La Supervisión definirá los criterios para la ejecución de agujeros secundarios, terciarios, etc., y el criterio de cierre para la terminación de las inyecciones en un sector determinado de la fundación. Estos criterios podrán ser variados por La Supervisión durante la construcción de

acuerdo con las condiciones encontradas. Estos cambios no darán derecho a El Contratista a compensación alguna ni a aumento en los plazos de construcción.

La separación de los agujeros primarios en la fila de la cortina profunda podrá variar de acuerdo con los resultados que se obtengan a medida que progresen los trabajos. El Contratista no tendrá derecho a compensación alguna ni aumento en los plazos de construcción debido a tales cambios.

En caso de que La Supervisión lo juzgue necesario, se podrá ordenar inyecciones profundas desde superficie. Los agujeros para inyecciones profundas deberán ser inyectados utilizando el método de inyección por empaques con la separación y ubicación que indique La Supervisión. En el proceso de inyección deberán ser utilizados los criterios establecidos en el numeral 02.15.13 más atrás. Los agujeros desde la superficie deberán ser inyectadas con los parámetros límites que indique La Supervisión.

#### **02.15.17 Inyecciones de contacto**

El Contratista deberá ejecutar inyecciones de contacto en las siguientes partes de la obra:

- 1) Detrás o alrededor de cualquier estructura o revestimiento en concreto, para el contacto concreto - roca que se construya para la obra, según lo mostrado en los planos o lo solicitado por La Supervisión.

Las inyecciones de contacto se realizarán con el objeto de llenar todos los espacios vacíos existentes entre el concreto y la superficie de roca, o entre el concreto de primera etapa y el concreto de segunda etapa, o entre el concreto y el acero.

La Supervisión establecerá, en la obra, la proporción de la mezcla de lechada o mortero que deberá aplicarse en las inyecciones de contacto, la cual no se dará por terminada mientras que, en opinión de La Supervisión, no se hayan llenado totalmente todos los espacios vacíos. En general, la inyección de contacto no será considerada completa hasta que el agujero rechace a la presión máxima establecida por La Supervisión, con un caudal de bombeo menor de 2 l/min.

El tiempo mínimo para proceder a inyectar después de colocar el concreto convencional será de tres (3) días, a menos que La Supervisión indique o apruebe algo diferente, una vez se obtengan las resistencias de diseño y se haya disminuido y estabilizado la temperatura del concreto.

La presión máxima para aplicar las inyecciones de contacto entre la roca y el concreto será definida por La Supervisión y deberá estar comprendida entre 0.1 MPa y 0.3 MPa. La lechada y las proporciones de la mezcla que se usarán para las inyecciones de contacto serán definidas por La Supervisión. Las inyecciones de contacto entre acero y concreto deberán hacerse siguiendo las instrucciones para su aplicación y utilizando las presiones que indique La Supervisión.

Las inyecciones de contacto entre el concreto de revestimiento y la superficie de roca, se deberán iniciar conectando los tubos de suministro de mezcla a los agujeros localizados en los sitios más bajos y con los agujeros restantes abiertos y libres de obstrucciones. Posteriormente, se deberá inyectar mezcla en los espacios vacíos, hasta cuando el agujero no admita más mezcla a la presión requerida por La Supervisión. Si durante la aplicación de las inyecciones la mezcla fluye a través de un agujero abierto, y esta mezcla es de consistencia similar a la de la inyectada, este agujero abierto deberá taparse. Cuando un agujero no admita la mezcla inyectada en la forma especificada, deberá cerrarse por medio de una válvula de cierre o por cualquier otro método aprobado y el tubo de suministro deberá conectarse al agujero inmediatamente superior o al agujero que indique La Supervisión. Después de haber terminado la aplicación de inyecciones en un agujero, deberá cerrarse la válvula hasta cuando la mezcla haya endurecido suficientemente y sea retenida en el agujero.

Cuando se haya vaciado concreto por detrás de un blindaje de acero, se deberá realizar los ensayos correspondientes con instrumentos apropiados, a fin de determinar si existen o no espacios vacíos entre el blindaje de acero y el concreto, los cuales serán verificados por La Supervisión. Cualquier espacio vacío hallado deberá llenarse con lechada a través de agujeros perforados en el blindaje de acero que intercepten los vacíos. Estos agujeros deberán perforarse y enroscarse adecuadamente, en forma tal que los nipples para la lechada puedan ser fijados de acuerdo con las instrucciones de La Supervisión. En cada espacio vacío se aplicarán inyecciones de lechada a presiones que no excedan de 0.2 MPa hasta cuando la lechada fluya a través de un segundo agujero, debidamente localizado de manera que sirva como conducto de ventilación y purga. Cuando el espacio vacío se haya llenado con lechada a satisfacción de La Supervisión, el agujero de ventilación deberá taponarse hasta cuando la lechada haya fraguado.

La Supervisión podrá variar los procedimientos de aplicación de las inyecciones de contacto de acuerdo con las condiciones encontradas para lograr que el mayor número de vacíos entre el concreto y la roca o entre los concretos de primera y segunda etapa queden completamente llenos con la mezcla, a fin de disminuir las filtraciones que se estén presentando durante la ejecución de las inyecciones de contacto o que puedan presentarse posteriormente con el ascenso del nivel del embalse. Todos los agujeros perforados a través de concreto y toda la tubería embebida en el concreto con el fin de aplicar las inyecciones de contacto, deberán ser llenados posteriormente con lechada.

### **02.15.18 Inyecciones de Consolidación**

El Contratista deberá ejecutar las inyecciones de consolidación en la fundación de la presa desde la superficie según lo mostrado en los planos o lo indicado por La Supervisión. El Contratista deberá ejecutar la perforación de los agujeros para inyecciones de consolidación con diámetro mínimo de 50 mm y como se muestra en los planos o como lo ordene La Supervisión.

La distribución, localización y secuencia de las inyecciones se efectuará según lo mostrado en los planos o lo indicado por La Supervisión. La metodología y secuencia de perforación e inyección de los agujeros serán esencialmente similares a las de la cortina profunda.

Las inyecciones de consolidación en la fundación de estructuras se llevarán a cabo usando una mezcla única cuya relación agua/cemento será indicada por La Supervisión. Los parámetros de las inyecciones de consolidación en las fundaciones de las estructuras serán definidos por La Supervisión.

### **02.15.19 Registros**

El Contratista deberá llevar registros de las pruebas con agua en las perforaciones para inyección, de las cantidades de materiales y los recursos utilizados y de cualquier otro dato resultante de las actividades de perforación e inyección, y deberá tenerlos disponibles para cuando los solicite La Supervisión. La presencia de un inspector enviado por La Supervisión para llevar registros de las operaciones de perforación e inyección no exonerará a El Contratista de su obligación de llevar todos los registros antes mencionados.



### **02.15.20 Reparación y limpieza**

El Contratista deberá proporcionar los medios adecuados para evacuar y retirar toda la mezcla sobrante en las operaciones de inyección y deberá limpiar y restaurar a su estado inicial todas las superficies de concreto por las cuales haya corrido la mezcla. Después de terminar las inyecciones, El Contratista deberá sacar todos los accesorios removibles de las tuberías embebidas en el concreto.

### **02.15.21 Requisitos para la medida y pago**

La Supervisión autorizará la medida y pago de los ítems enumerados en la Sección 02.15.22, cuando El Contratista haya completado a satisfacción de La Supervisión y todo de acuerdo con estas especificaciones, los siguientes trabajos.

- 1) Entrega de los registros de inyección, de pruebas con agua a presión, de las cantidades de materiales utilizados de cada uno de los agujeros para inyección ejecutados.
- 2) Entrega en el sitio designado por La Supervisión de los núcleos recuperados de las perforaciones de exploración y de chequeo en las cajas porta-núcleos, debidamente marcadas.
- 3) Cumplimiento de lo indicado en este capítulo, planos y las instrucciones de La Supervisión respecto al rumbo e inclinación, profundidad, longitud, diámetro de los agujeros para las perforaciones para inyecciones y drenajes.

### **02.15.22 Medida y pago**

#### **02.15.22.01 Conexiones para inyecciones**

La medida para pago de las conexiones para inyecciones incluyendo las conexiones de los agujeros perforados y probadas hidrostáticamente que no reciban las inyecciones, será hecha por el número de conexiones para inyección hechas a los agujeros de chequeo, de exploración y de inyección de la pantalla de inyecciones profundas. Dicha medida será hecha solamente una vez para cada agujero al cual El Contratista conecte realmente el equipo para inyecciones e inyecte mezcla según lo exija La Supervisión.

El pago para las conexiones para inyecciones será realizado al precio unitario de la oferta establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Este precio incluirá toda la

mano de obra, materiales y equipo de El Contratista y todo lo necesario e incidental para la ejecución completa de las conexiones para inyección de lechada a presión.

#### **02.15.22.02 Pruebas con agua a presión**

La medida de pago para probar hidrostáticamente los agujeros para inyección, para chequeo y de exploración, será hecha por la cantidad de pruebas de agua a presión realmente realizadas en los agujeros para inyección, exploración o chequeo, como lo instruya y lo apruebe La Supervisión. No habrá pago por separado para el equipo de registro computarizado de los ensayos con agua a presión.

El pago para las pruebas de agua a presión será realizado al precio unitario de la oferta establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Este precio incluirá toda la mano de obra, materiales y equipo de El Contratista y todo lo necesario e incidental para la ejecución completa de las pruebas de agua a presión en los agujeros para las inyecciones, exploración o chequeo, como lo indique La Supervisión.

#### **02.15.22.03 Inyección de lechada a presión**

La medida para el pago de la inyección de lechada se realizará en base al número de bolsas de cemento realmente inyectado a presión en los agujeros o en las conexiones bajo la dirección dLa Supervisión, o necesarios para rellenar las tuberías permanentes. Una bolsa de cemento será considerada con un peso de 42.5 kg.

El pago para la inyección de lechada de cemento será realizado la precio unitario por bolsa de cemento inyectado en los agujeros o en las conexiones establecidas para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, excepto por la arena, la bentonita y los aditivos superplastificantes, el pago para inyecciones a presión incluirá todos los costos de suministrar toda la mano de obra, materiales, herramientas y el equipo y todo lo que sea necesario e incidental para lavar los agujeros, inyectar la lechada, sellar las filtraciones superficiales y la limpieza final.

No se hará ningún ajuste al precio unitario o ninguna compensación adicional a razón de un incremento o reducción en la tasa de toma de cemento por hora durante las inyecciones a presión.

Las cantidades de inyección de lechada a presión es incierta y la cantidad final puede variar de aquella establecida en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Las cantidades establecidas en la Lista para las inyecciones de lechada de cemento a presión deben considerarse de referencia y se presentan con el propósito de comparar las ofertas. El Contratista no tendrá derecho a ningún ajuste en el precio o compensación adicional a razón de un incremento y reducción de las cantidades finales de inyección de lechada a presión.

No se hará ningún pago adicional por la inyección de lechada de cemento perdida debido a anclajes inadecuados de las tuberías o conexiones, rechazada por un mezclado inadecuado, o perdida por las filtraciones debido al fallo de sellar las superficies con filtraciones que han sido indicadas por La Supervisión.

#### **02.15.22.04 Arena para inyecciones**

La arena para inyecciones será medida por el número de toneladas de arena seca que cumpla con estas especificaciones y que sea realmente utilizada en mezcla de mortero inyectada en los agujeros o en las conexiones para inyección de acuerdo con las instrucciones de La Supervisión. El pago será realizado al precio unitario de arena para inyecciones por tonelada establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.15.22.05 Aditivo superplastificante**

El superplastificante se medirá por el número de kilogramos de superplastificante realmente inyectado, de acuerdo con las presentes especificaciones. El pago será realizado al precio unitario del aditivo superplastificante para inyecciones por kilogramo establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.15.22.06 Bentonita**

La medida para el pago de la bentonita se hará por la cantidad de bentonita en kilogramos realmente incorporados en la mezcla de lechada para inyección a presión como lo apruebe La Supervisión. El pago será realizado al precio unitario de bentonita establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## **02.16 Trabajos en acero estructural**

### **02.16.01 General**

Esta especificación está dirigida a establecer los requisitos básicos para la fabricación de elementos de Acero Estructural que forman parte del proyecto bajo este contrato.

La fabricación de las siguientes estructuras bajo este contrato deberá ser realizada de acuerdo con estas especificaciones:

- 1) Estructura de cubierta de casetas.
- 2) Estructura de techo y cubierta de instalaciones.
- 3) Estructuras accesorias de la presa y obras conexas.

Las siguientes estructuras deberán ser fabricadas bajo esta especificación, pero deberán ser complementadas con los requisitos de las cláusulas particulares de estas especificaciones para cada elemento en cuestión.

Si existiera conflicto entre ambas especificaciones, las especificaciones particulares de cada estructura deberán gobernar o como lo indique La Supervisión.

### **02.16.02 Referencias**

Las normas pertinentes de los códigos que aquí se indican serán aplicadas para realizar los trabajos requeridos, excepto cuando se indique lo contrario en los planos o en estas especificaciones. Cuando se haga referencia a una norma, se considera que se refiere a la edición más reciente o a su última revisión, vigente a la fecha de la firma de El Contrato.

Si el fabricante propone utilizar otras normas deberá solicitar la autorización previa demostrando que son equivalentes o superiores a las aquí indicadas y que pertenece a un país de alto desarrollo industrial.

En caso de ofertar materiales o metodología de fabricación diferentes a los especificados, El Contratista deberá presentar una justificación del cambio y copia de esas normas de los materiales a utilizar en su oferta.

Las normas aplicables serán las siguientes:

<i>ASTM A 36 / A 36M-91</i>	<i>Standard Specification for Structural Steel.</i>
<i>ASTM A 153 - 82 (87)</i>	<i>Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.</i>
<i>ASTM A 325 M-92a</i>	<i>Standard Specifications for High- Strength Bolts for Structural Steel Joints.</i>
<i>ASTM A563 - 07a</i>	<i>Standard Specification for Carbons and Alloy Steel Nuts</i>
<i>AWWA C200</i>	<i>Steel Water Pipe 6 Inches and Larger.</i>
<i>AWWA C210</i>	<i>Standard for Liquid Epoxy Coating Systems for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines.</i>
<i>AWS D1.1</i>	<i>Structural Welding Code</i>
<i>AISC</i>	<i>Specification for Structural Joints Using A325 or A490 Bolts.</i>
<i>AISC</i>	<i>Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings.</i>

### **02.16.03 Aseguramiento de la calidad**

#### **02.16.03.01 Calificación de los soldadores y operadores de soldadura**

El Contratista deberá demostrar que los soldadores y los operadores de soldadura están calificados y certificados para cada trabajo particular que deberá ser realizado. La calificación deberá estar de acuerdo con el AWS D1.1.

Antes de asignar cada soldador u operador de soldadura bajo este contrato, se deberá remitir los nombres de los soldadores u operadores a ser empleados junto con la certificación de cada individuo como se especifica. El certificado deberá establecer el tipo de soldadura y las posiciones para las cuales el soldador u operador de soldadura está calificado, la fecha de calificación y el nombre de la institución y persona que certifica las pruebas de certificación. Se deberá remitir a La Supervisión tres (3) copias de los registros de calificación de los soldadores

antes que puedan comenzar las operaciones de soldadura. Se podrá solicitar a El Contratista o Fabricante repetir las pruebas de calificación para los soldadores u operadores que a juicio de La Supervisión el trabajo indique que existe una duda razonable de su capacidad. En tales casos, el soldador deberá ser recertificado como se describe arriba después de haber aprobado exitosamente las pruebas. El período de efectividad para todos los certificados de calificación deberá estar de acuerdo con el AWS D1.1. Se deberá mantener la certificación vigente durante la duración de El Contrato. Todos los gastos relacionados con la calificación y recalificación deberán ser a cuenta de El Contratista.

#### **02.16.03.02 Calificación de los inspectores**

Todos los inspectores que realizarán inspecciones de acero estructural de acuerdo con estas especificaciones deberán estar calificados y certificados en conformidad con el AWS QC1. El Contratista deberá proveer un Inspector de Soldadura Certificado (ISC) como el punto de contacto primario para el control de calidad de las soldaduras. Se deberá remitir copias de los certificados mostrando evidencia de las calificaciones o certificaciones para los inspectores de soldadura.

#### **02.16.03.03 Pruebas por el propietario**

Los materiales de las partes y componentes podrán ser sujetos a cualquier forma de prueba no destructiva como lo determine La Supervisión. Esto puede incluir ensayos ultrasónicos, magnéticos, líquidos penetrantes, rayos X, rayos gamma u otros ensayos que investiguen profundamente la parte en cuestión. El costo de tales investigaciones será cubierto por El Contratante. Cualquier defecto será causa de rechazo y las partes rechazadas deberán ser reemplazadas y reensayadas con el mismo método que permitió localizar el defecto a cuenta de El Contratista.

#### **02.16.03.04 Planos taller**

El Contratista deberá preparar todos los planos de taller por medio de un profesional colegiado o bajo la directa supervisión del mismo. Se deberán remitir tres (3) copias de todos los planos a La Supervisión para su aprobación. El fabricante deberá elaborar planos de taller para todos los elementos a ser fabricados y no incluidos en los planos de la oferta y deberán ser remitidos a La Supervisión detallando todos los aspectos necesarios para su correcta fabricación.

Cualquier detalle diseñado por El Contratista deberá ser delineado en un plano de taller y sellado por un profesional colegiado. No se deberá incluir ningún traslape en las estructuras sin la aprobación de La Supervisión. Todas las soldaduras de campo requeridas deberán ser identificadas en los planos de taller. Cada soldadura requerida, ya sea de campo o en taller, deberá estar provista de un identificador único para permitir el control de la soldadura en el registro de soldaduras.

Antes de realizar cualquier proceso de fabricación de la tubería o sus accesorios descritos en los planos y las cláusulas anteriores, El Contratista deberá remitir a La Supervisión tres (3) copias de todos los planos de taller mostrando en detalle los materiales, tolerancias, conexiones y secuencias de soldadura propuestas. Los planos de taller deberán incluir las plantillas, catálogo de cortes, detalles de la fabricación y ensamblado y el tipo, grado y clase de todos los materiales como sea apropiado.

Se deberá proveer una tabla conteniendo una lista de todos los elementos y una referencia a cada certificado de ensayo del material que aplique para ese elemento. Los planos de taller deberán identificar los procedimientos requeridos para cada soldadura.

#### **02.16.04 Transporte, almacenamiento y manipulación**

El Contratista deberá notificar con al menos catorce (14) días de anticipación de la entrega de los elementos o estructuras de acero. El transporte de las estructuras será a cuenta de El Contratista. Todas las estructuras deberán ser entregadas en el plantel de la obra más cercano al sitio de instalación. Las estructuras deberán ser arregladas en los vehículos de transporte de tal manera que no ocurra ningún daño.

Todos los materiales serán inspeccionados al momento de su entrega en el sitio de la obra para determinar la existencia de daños. Las estructuras deberán ser almacenadas con la menor manipulación posible sobre un terreno especialmente preparado para almacenamiento. Se debe verificar que el terreno sea uniforme, libre de piedras, troncos u objetos similares.

#### **02.16.05 Fabricación estructural**

Los materiales deberán ser rectos y planos antes de ser dispuestos para el trabajo. Si el enderezado o aplanado es requerido, este deberá ser hecho por métodos que no afecten el metal.

Las abolladuras o dobleces agudos serán causa de rechazo del material. No se aceptará material con soldaduras excepto donde la soldadura se especifique como definitiva, donde se indique o donde se apruebe. Los dobleces serán realizados con rodillos de doblado, prensas o equipos aprobados. Cuando se requiera el calentamiento, se deberá tomar precauciones especiales para evitar el sobrecalentamiento del metal y deberá permitirse un período de enfriamiento de manera que no alteren sus propiedades originales. La flama propuesta para el corte del material diferente para el acero estructural estará sujeta a aprobación y deberá ser indicada en los planos. El cizallamiento deberá ser preciso y todas las porciones de trabajo deberán estar perfectamente acabadas. Las esquinas deberán ser cuadradas y verdaderas salvo que se especifique de otra manera. Los cortes de reentrada deberán ser rellenados alrededor a un radio mínimo de 25 mm como se apruebe. Los elementos terminados deberán estar libres de torceduras, dobleces, abolladuras y juntas abiertas.

#### **02.16.05.01 Tolerancias dimensionales para el trabajo estructural.**

Todas las dimensiones deberán ser medidas por un sistema de medición aprobado. El Contratista deberá remitir el sistema de medida para aprobación junto con el plan de trabajo (p.ej. cinta de acero calibrada a la misma temperatura que el material siendo medido).

Las dimensiones globales deberán estar dentro de las tolerancias indicadas en los planos o como se especifica aquí para cada elemento de trabajo. Cuando no se indiquen las tolerancias en otras secciones de estas especificaciones, una variación de 0.8 mm será permisible en la longitud global de los miembros componentes con ambos extremos esmerilados, los elementos sin los extremos esmerilados no deberán desviarse de las dimensiones mostradas por más de 1.6 mm para miembros de 9 metros o menores y por no más de 3 mm para elementos de más de 9 metros de longitud.

Las dimensiones de las estructuras mostradas en los planos están basadas en una temperatura de la estructura de 20° Celsius. El Contratista será responsable por cualquier ajuste dimensional para compensar las variaciones por la temperatura actual durante la construcción.

#### **02.16.05.02 Fabricación del acero estructural.**

El acero estructural podrá ser cortado por una antorcha mecánicamente guiada o manual sobre un perfil preciso con una superficie que es suave y libre de grietas y muescas. Las superficies y



bordes deberán ser preparadas de acuerdo con el AWS D1.1. Los cortes hechos a mano deberán ser recortados, desbastados o maquinados hasta obtener un metal sano.

#### **02.16.05.03 Ensamblado**

El Contratista deberá proveer planos de ensamblaje indicando la secuencia de fabricación y ensamblado y provisto con detalles para conectar los componentes adyacentes en el taller. Los detalles de ensamblado deberán identificar el orden requerido para el ensamblaje y los detalles de los puntos testigo como se describe en estas especificaciones.

#### **02.16.05.04 Registro de disposición de materiales**

El Contratista deberá remitir tres (3) copias de todas las órdenes de compra y fabricación, órdenes de taller para los materiales y órdenes de trabajo, incluyendo todas las órdenes nuevas colocadas por Contratistas y órdenes antiguas extendidas por cada proveedor. El Contratista deberá suministrar al momento de remitir los planos de taller, una lista designando el material a ser utilizado en cada elemento. Donde se requieran pruebas de fábrica, las órdenes de compra deberán contener la dirección del sitio de prueba y el nombre de la agencia de pruebas. Se deberá suministrar una factura de envío o memorando de cada envío de piezas terminadas o elementos al sitio del proyecto proporcionando la marca de designación y el peso de cada pieza, el número de piezas, el peso total y el número de identificación del envío. Se deberá remitir todos los registros de los materiales antes de comenzar con la fabricación. Los requisitos adicionales para estas remisiones se muestran más adelante.

#### **02.16.05.05 Uniones soldadas**

##### *i Procedimiento de soldadura.*

Los procedimientos de soldadura y la calificación de los soldadores deberán estar de acuerdo con los requisitos AWS D1.1. El fabricante debe presentar estos procedimientos certificando que han sido ensayados para cada tipo de junta prevista.

Previo el comienzo del proceso de soldadura para la producción, El Contratista deberá remitir un programa completo de los procesos de soldadura para una sección típica de la estructura a fabricar. El programa deberá conformarse a los requisitos del AWS D1.1. El programa deberá

proveer especificaciones detalladas del proceso y tablas o diagramas mostrando los procedimientos a utilizar para cada junta requerida.

El Contratista deberá remitir a La Supervisión las especificaciones de los procedimientos de soldadura (EPS) para cada tipo soldadura a realizar. Deberá remitir también los registros de calificación de los procesos de soldadura (RCS) para su aprobación antes del comienzo de la fabricación. Se deberá remitir para aprobación tres (3) copias de las EPS y los resultados de los procedimientos de calificación para cada tipo de soldadura que requiera el procedimiento de calificación. Deberá remitir las EPS y los RCS con los planos de taller.

Las EPS deberán ser preparadas y calificadas de acuerdo con las previsiones aplicables del AWS D1.1. Los procedimientos de soldadura deberán mostrar los tipos y localización de las soldaduras designadas o especificadas para recibir ensayos no destructivos e identificar las soldaduras como EFC donde sea aplicable. Una EPS siempre será requerida aún si el procedimiento es precalificado de acuerdo con la AWS D1.1. La evidencia apropiadamente documentada del cumplimiento de todos los requisitos de estas especificaciones para los ensayos previos de calificación podrá establecer un procedimiento de soldadura como precalificado. El procedimiento deberá estar claramente identificado mientras esté siendo precalificado o calificado por medio de pruebas.

*ii Calificación de desempeño de los soldadores y operadores de soldadura*

Los soldadores, operadores de soldadura y soldadores de punto deberán estar calificados y recalificados si fuese necesario para el tipo particular de trabajo que van a realizar. La calificación deberá estar de acuerdo con la AWS D1.1.

Antes de asignar cada soldador u operador de soldadura bajo este contrato, se deberá remitir los nombres de los soldadores u operadores a ser empleados junto con la certificación de cada individuo como se especifica. El certificado deberá establecer el tipo de soldadura y las posiciones para las cuales el soldador u operador de soldadura está calificado, la fecha de calificación y el nombre de la institución y persona que certifica las pruebas de certificación. Se deberá remitir a La Supervisión tres (3) copias de los registros de calificación de los soldadores antes que puedan comenzar las operaciones de soldadura. Se podrá solicitar a El Contratista o Fabricante repetir las pruebas de calificación para los soldadores u operadores que a juicio de

La Supervisión el trabajo indique que existe una duda razonable de su capacidad. En tales casos, el soldador deberá ser recertificado como se describe arriba, después de haber aprobado exitosamente las pruebas. El período de efectividad para todos los certificados de calificación deberá estar de acuerdo al AWS D1.1. Se deberá mantener la certificación vigente durante la duración de El Contrato. Todos los gastos relacionados con la calificación y recalificación deberán ser a cuenta de El Contratista.

*iii Proceso para soldaduras*

Las soldaduras para el acero estructural deberán ser realizadas con un proceso de soldadura de arco eléctrico utilizando un método que excluya la atmosfera del metal derretido y deberá conformarse a las previsiones aplicables del AWS D1.1 para todas las soldaduras. Las soldaduras deberán realizarse de tal manera que los esfuerzos residuales, distorsión y expansión sean mínimos.

*iv Técnica para soldaduras*

El electrodo y el grado del metal soldado deberán conformarse a las especificaciones AWS apropiadas para el metal base y el proceso de soldadura sientto utilizado. La dureza del metal soldado deberá conformarse a los requisitos del AWS D.1.1 como sea aplicable.

La designación AWS para los electrodos a ser utilizados, deberá ser incluida en el programa de procedimientos de soldadura. Se deberá utilizar únicamente electrodos de bajo hidrógeno para las soldaduras protegidas manuales de metal-arco independientemente del espesor del acero. Se deberá proveer un horno en el sitio de la obra para almacenar los electrodos a una temperatura controlada para mantener una baja humedad en los electrodos de bajo hidrógeno. Los hornos de temperatura controlada deberán estar energizados en todo momento. Los metales de relleno y procesos no deberán ser combinados en la misma junta o soldadura.

*v Manufactura*

La manufactura de la soldadura deberá ser conforme con el AWS D1.1 para todas las soldaduras y otros requisitos aplicables en estas especificaciones.

Antes de comenzar cada soldadura, las superficies a ser soldadas deberán ser inspeccionadas para asegurar el cumplimiento con las secciones aplicables del AWS D1.1.

Los puntos y soldaduras temporales requeridas para la fabricación y erección deberán ser realizados de acuerdo con el AWS D1.1 bajo las condiciones controladas descritas allí para trabajos permanentes. Los puntos de soldadura que no sean incorporados al trabajo permanente deberán estar sujetas a los mismos requisitos de calidad que las soldaduras permanentes. Tales puntos de soldadura deberán ser limpiados y fusionados cuidadosamente con las soldaduras permanentes. Los puntos de soldadura defectuosos deberán ser removidos antes de las soldaduras permanentes. Todas las soldaduras deberán ser realizadas utilizando electrodos de soldadura de bajo hidrógeno y por soldadores calificados para trabajos permanentes como se indica en estas especificaciones. Todos los puntos de soldadura que sean incorporados a las soldaduras finales, deberán tener un máximo de 3 mm con una longitud mínima de 25 mm, espaciados a un máximo de 150 mm centro a centro. Todas las soldaduras temporales deberán ser removidas como se indica en el AWS.

A menos que se indique de otra manera, todo el material de respaldo de acero para las soldaduras deberá ser removido de las juntas de soldadura antes de las pruebas. Todo material de respaldo que no pueda ser removido deberá ser identificado en los planos de taller. Todo material de respaldo de las soldaduras diferente del acero deberá ser calificado y probado y deberá ser incluido en las EPS y RCS. No se permitirá la variación del material de respaldo para soldaduras aprobado y requerirá el desarrollo y ensayo de un nuevo procedimiento de soldadura que implique el cambio en el material de respaldo.

**02.16.05.06 Uniones empernadas**

*i General*

Todas las conexiones de alta resistencia deberán ser apretadas a una tensión no menor que la mostrada abajo para los pernos A325. El apretado deberá ser realizado con indicador de tensión directa, llave calibrada u otros métodos aprobados.

*Tabla 23 Tensión de ajuste para pernos A325*

Diámetro		Tensión
<b>16 mm</b>	5/8"	80 kN
<b>19 mm</b>	3/4"	125 kN
<b>22 mm</b>	7/8"	227 kN
<b>25 mm</b>	1"	249 kN

Diámetro		Tensión
<b>32 mm</b>	1-1/8”	316 kN
<b>35 mm</b>	1-3/8”	378 kN
<b>38 mm</b>	1-1/2”	458 kN

Todas las demás conexiones deberán ser ajustadas a la condición de apretado justo. La condición de apretado justo se define como el apretado realizado ya sea por unos pocos impactos de una llave de impacto o por el esfuerzo máximo de un trabajador con una llave ordinaria que coloque las capas en contacto firme. El apretado deberá ser realizado en una manera sistemática comenzado desde la parte más rígida de la junta y trabajando hacia las partes externas de la conexión o los bordes libres. Se deberá utilizar medidores delgados como reglas de metal de 150 mm para asegurar que no existan espacios entre el acero en los agujeros de los pernos. Todos los pernos se deben instalar en una conexión en la condición de apretado justo antes de cualquier pre-tensionado. El pre-tensionado deber realizarse en el mismo orden que el apretado justo.

*ii Pernos, tuercas y arandelas.*

Se deben proveer pernos, tuercas y arandelas del tipo indicado o especificado. Todas las tuercas que deberán ser utilizadas con pernos de alta resistencia deberán estar conforme al ASTM A563. Todas las tuercas deberán estar equipadas con arandelas. Donde el uso de pernos de alta resistencia sea especificado o indicado, los materiales, mano de obra e instalación deberán conformarse a las previsiones del ASTM A325 y al AISC. Las arandelas a ser utilizadas con pernos de alta resistencia deberán conformarse al ASTM F436.

*iii Agujeros para los pernos.*

Los agujeros para los pernos deberán estar localizados con precisión, con superficies suaves y perpendiculares a cualquier elemento cilíndrico. Los agujeros para los pernos deberán ser perforados o pre-perforados y limados en el taller y deberán tener un diámetro no mayor a 2 mm que el diámetro del perno. Los agujeros para los pernos de alta resistencia deberán ser limados o perforados para coincidir con la forma del perno. Las roscas de los pernos deberán estar totalmente fuera de los agujeros. El diámetro del cuerpo de los agujeros y pernos deberán tener las tolerancias especificadas en los planos.

Las previsiones del AWS D1.1 permitiendo agujeros mal colocados no aplicarán. Todos los agujeros mal colocados deberán ser reparados como lo indique La Supervisión. La reparación de agujeros mal colocados o mal perforados deberá ser remitida a La Supervisión.

## **02.16.06 Instalación**

### **02.16.06.01 Limpieza**

Todas las partes que serán instaladas deberán ser profundamente limpiadas. Los compuestos de empaque, óxido, tierra, escoria y otros materiales extraños deberán ser removidos. Los agujeros y ranuras para lubricación deberán ser limpiados. Donde las unidades o elementos son transportados en piezas, deberán ser inspeccionadas antes de la instalación. El desarmado, limpieza y lubricación no será requerido, excepto cuando sea necesario colocar la pieza en una condición limpia y apropiadamente lubricada. Las llaves de tubos, buriles y otras herramientas propensas a causar daño en las superficies de los pernos, tuercas u otras partes no deberán ser utilizadas para el armado y apretado de las partes. Los pernos no estructurales y tornillos deberán ser firme y uniformemente apretados, pero se deberá cuidar de no sobre esforzar las roscas. Cuando se utilice una media tuerca para asegurar una tuerca completa, la media tuerca deberá estar colocada primero y seguida por la tuerca completa. Las roscas de todos los pernos excepto los pernos de alta resistencia, tuercas y tornillos deberán ser lubricados con un lubricante aprobado antes de ser ensamblados.

### **02.16.06.02 Alineamiento y colocación**

Cada componente de maquinaria o unidad estructural fabricada de acuerdo con estas especificaciones deberá ser alineada con precisión utilizando cuñas de acero u otros métodos aprobados de tal manera que no ocurra ningún forzamiento en cualquier parte móvil o distorsión en cualquier miembro antes de que sea sujeta en su lugar. El alineamiento de todas las partes con respecto a las demás deberá estar dentro de las tolerancias respectivas requeridas. Las cuñas que deban permanecer en la instalación final deberán ser indicadas en los planos.

## 02.16.07 Pintura para acero estructural

### 02.16.07.01 General

Las superficies maquinadas deberán ser profundamente limpiadas de cualquier materia extraña. Todas las superficies acabadas deberán ser protegidas por medios adecuados. Los pasadores y pernos no ensamblados deberán ser aceitados y empacados con papel resistente a la humedad o protegidos por los medios aprobados. Las superficies terminadas de metal ferroso que estarán en contacto con pernos deberán ser lavadas con un inhibidor de óxido aprobado y recubierto con un compuesto aprobado resistente al óxido para protección temporal durante la fabricación, transporte y períodos de almacenamiento. Las superficies terminadas de los metales deberán ser pintadas como se indica en las siguientes cláusulas.

### 02.16.07.02 Referencias

Las publicaciones listadas abajo forman parte de esta especificación como referencia extendida. Las publicaciones son referidas dentro del texto por su designación básica únicamente.

<i>ASTM D 235(2002; R 2007)</i>	<i>Mineral Spirits (Petroleum Spirits) (Hydrocarbon Dry Cleaning Solvent)</i>
<i>ASTM D 3721 (2005)</i>	<i>synthetic Red Iron Oxide Pigment</i>
<i>ASTM D 4417 (2003)</i>	<i>Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel</i>
<i>ASTM D 7091 (2005)</i>	<i>Standard Practice for Measurement of Dry Film Thickness of Nonmagnetic Coatings Applied to Ferrous Metals and Nonmagnetic, Nondestructive Coatings Applied to Non-Ferrous Metals</i>
<i>ASTM E 1347 (2006)</i>	<i>Color and Color Difference Measurement by Tristimulus (Filter) Colorimetry</i>
<i>SSPC-SP 1</i>	<i>Solvent Cleaning</i>

SSPC-SP 2	<i>Hand Tool Cleaning</i>
SSPC-SP 3	<i>Power Tool Cleaning</i>
SSPC-SP 5/NACE No. 1	<i>White Metal Blast Cleaning</i>
SSPC-SP 6/NACE No. 3	<i>Commercial Blast Cleaning</i>
SSPC-SP 7/NACE No. 4	<i>Brush-Off Blast Cleaning</i>
SSPC-SP 10/NACE No. 2	<i>Near-White Blast Cleaning</i>
SSPC-SP 11	<i>Power Tool Cleaning to Bare Metal</i>
SSPC-SP 14/NACE No. 8	<i>Industrial Blast Cleaning</i>
SSPC-SP 15	<i>Commercial Grade Power Tool Cleaning</i>
SSPC-PA 1	<i>Specifications for Paint Application</i>
SSPC-PS 26.00	<i>Aluminum Pigmented Epoxy Coating System Materials Specification, Performance-Based</i>

### **02.16.07.03 Requisitos de seguridad, salud y ambientales**

El trabajo deberá ser realizado de acuerdo con todos los requisitos nacionales aplicables para salud, seguridad y medio ambiente. Será responsabilidad exclusiva de El Contratista el cumplimiento de las leyes aplicables. El Contratista deberá incluir en su plan de trabajo todos los requisitos y regulaciones aplicables por las leyes vigentes en el país relacionadas con la seguridad, salud y medio ambiente durante la realización del proceso de pintura de las estructuras.

El Contratista deberá proveer a su personal y los inspectores de todo el equipo de seguridad necesario para la preservación de la integridad física y la salud durante el proceso de pintura de acuerdo con las leyes y reglamentos vigentes.



#### **02.16.07.04 Calificación del contratista de pintura**

El Contratista para la pintura deberá estar certificado bajo los estándares de la SSPC QP 1 y deberá remitir una copia del certificado para su aprobación.

#### **02.16.07.05 Condiciones ambientales**

La pintura deberá ser aplicada únicamente a superficies que estén a una temperatura sobre el punto de rocío y que estén completamente libres de humedad como se determine por inspección visual y el tacto. Excepto donde se indique de otra manera, la temperatura de las superficies a ser pintadas y del aire en contacto con ellas no deberá ser menor a 9°C ni mayor a 35°C, durante la aplicación de la pintura. La pintura no deberá ser aplicada a las superficies calentadas por la acción directa de la luz solar u otras fuentes de temperatura que puedan causar ampollas, brotes o porosidad en la película.

#### **02.16.07.06 Productos**

El Contratista deberá remitir muestras de cada lote de los productos solventes, adelgazadores y pinturas para su aprobación. Deberá remitir la Hoja de Información del producto para cada tipo de pintura a ser utilizada. Para productos que deban ser aplicados de acuerdo con las especificaciones del fabricante, se deberá remitir todas las instrucciones del fabricante para ese producto.

La capa de imprimación y las capas intermedias y finales deberán ser aplicadas en la planta del fabricante excepto donde se especifique de otra manera. Si la capa intermedia y la capa final deben ser aplicadas en el campo, el acero deberá ser limpiado con solventes para remover todos los residuos de grasas y aceite.

Los sistemas de pintura requeridos y las superficies sobre las cuales serán aplicados se muestran en los párrafos siguientes y/o en los planos.

##### *i Elementos fabricados y ensamblados*

Los elementos que han sido fabricados y/o ensamblados esencialmente en su forma final y que son limpiados y pintados de acuerdo con la práctica estándar del fabricante, estarán exentos de los requisitos de preparación y pintura equivalentes descritos aquí, previendo que:

- a. Las superficies imprimadas únicamente de acuerdo con tales prácticas estándar sean compatibles con las capas de acabado especificadas para aplicar en campo.
- b. Las superficies que han sido imprimadas y acabadas de acuerdo con las prácticas estándar del fabricante sean de un color aceptable y sean capaces de ser retocadas satisfactoriamente en el campo.
- c. Los elementos expresamente designados para ser limpiados y pintados en una manera específica no deberán ser recubiertos de acuerdo con las prácticas estándar el fabricante si difieren de las especificadas aquí.

*ii Sistema No. 1*

Se utilizará el Sistema de Pintura No. 1 para todas las estructuras de acero expuestas a la atmósfera y en estructuras interiores expuestas a la humedad, pero que no se encuentran continuamente sumergidas. Se deberá aplicar este sistema de pintura en un espesor total de película seca no menor a 200 micrones.

Este sistema de pintura deberá haber cumplido los requisitos del SSPC PS 26.00. La aplicación será por pulverización, brocha o rodillo de acuerdo con las instrucciones escritas del fabricante. La aplicación del sistema en menos de dos capas no será aceptada. No se permitirá la aplicación del material de recubrimiento mezclado que ha excedido el tiempo de vida en el recipiente indicado por el fabricante. Los materiales que han sido mezclados por más de 8 horas o que se han espesado apreciablemente no serán aplicados. Se deberán aplicar las recomendaciones del fabricante para el tiempo de secado mínimo y máximo entre las capas.

Capa de Imprimación:	Imprimador inorgánico rico en zinc aplicado en taller con un espesor de 75 micrones de película seca.
Capa Intermedia:	Epoxi base disolvente aplicada a un espesor de 140 micrones de película seca.
Capa Final:	Poliuretano base disolvente aplicada en un espesor de 60 micrones de película seca. Color Azul.

*iii Sistema No. 2*

Se utilizará el Sistema de Pintura No. 2 para todas las estructuras de acero expuestas a la atmósfera en contacto frecuente con el agua, y en estructuras interiores sumergidas, se deberá aplicar este sistema de pintura en un espesor total de película seca no menor a 240 micrones.

Capa de Imprimación: Epoxi Zinc base disolvente aplicada a un espesor de 60 micrones de película seca.

Capa Intermedia: Epoxi base disolvente aplicada a un espesor de 120 micrones de película seca.

Capa Final: Poliuretano base disolvente aplicada en un espesor de 60 micrones de película seca. Color Azul.

*iv Sistema No. 3*

Se utilizará el Sistema de Pintura No. 3 para todas las estructuras de acero sumergidas en el agua no potable o enterradas en el suelo, se deberá aplicar este sistema de pintura en un espesor total de película seca no menor a 450 micrones.

Capa de Imprimación: Epoxi base disolvente aplicada a un espesor de 150 micrones de película seca.

Capa Intermedia: Epoxi base disolvente aplicada a un espesor de 150 micrones de película seca.

Capa Final: Epoxi base disolvente aplicada a un espesor de 150 micrones de película seca.

**02.16.07.07 Limpieza y preparación de las superficies**

*i Requisitos generales*

Las superficies que serán pintadas deberán ser limpiadas antes de la aplicación de pintura o tratamiento de superficie. Se debe remover los depósitos de grasa o aceite de acuerdo con el SSPC SP 1, antes de realizar cualquier limpieza mecánica. La limpieza con solventes deberá realizarse con alcoholes minerales u otros solventes de baja toxicidad con un punto de inflamación sobre los 38° Celsius. Se deberá utilizar paños y fluidos limpios para evitar dejar

cualquier película delgada de residuo grasoso en las superficies durante su limpieza. Los elementos que no deban ser preparados o recubiertos deberán ser protegidos de cualquier daño que los métodos de preparación de las superficies pudieran ocasionar. La maquinaria deberá ser protegida contra la entrada del material abrasivo y polvo en sus componentes. La limpieza y pintura deberá ser programada de tal manera que el polvo y otros contaminantes de los procesos de limpieza no caigan sobre superficies frescas recién pintadas y las superficies que no deberán ser pintadas deberán ser adecuadamente protegidas de los efectos de las operaciones de limpieza y pintura. Las soldaduras en las proximidades de superficies previamente pintadas deberán ser conducidas de tal manera que se prevenga que las salpicaduras de soldadura golpeen la pintura o de otra manera reducir el daño al mínimo; la pintura dañada por las operaciones de soldadura deberá ser restaurada a su condición inicial. Las superficies a ser pintadas que sean inaccesibles después de que su construcción, erección u operaciones de instalación sean completadas deberán ser pintadas antes que se vuelvan inaccesibles.

*ii Superficies ferrosas sujetas a exposición atmosférica*

Las superficies que deberán estar continuamente en exposición atmosférica interna o externa y otras superficies como se indique, deberán ser limpiadas por medio de herramientas eléctricas o por chorros abrasivos secos hasta el grado de “lijado con cepillo”. La limpieza e imprimación deberá ser realizada en el taller, excepto donde se indique o apruebe. La limpieza con herramienta eléctrica deberá conformarse a los requisitos del SSPC SP 3. El lijado con cepillo deberá conformarse al SSPC SP 7/Nace No.4. Las soldaduras y superficies adyacentes dentro de unos pocos centímetros deberán ser limpiadas de salpicaduras de soldaduras, cortes u otros depósitos dañinos por medio del arenado, herramientas eléctricas de impacto, cepillo eléctrico de alambre o una combinación de estos métodos u otros métodos como sea necesario para completar la remoción de cada tipo de depósito. La combinación de los métodos de limpieza podrá excluir el arenado cuando la preparación de la superficie es llevada a cabo con una herramienta eléctrica. Sin embargo, se requerirá el cepillado y enjuagado con agua limpia después que la limpieza mecánica sea completada, excepto si la limpieza es ejecutada tan profusamente que se pueda remover todos los depósitos solubles alcalinos.

El mojado de las superficies durante las operaciones de enjuague deberá ser limitado al área de soldadura que requiera ser tratada, y aquellas áreas deberán estar secas antes de la aplicación de

la pintura. Las soldaduras y superficies adyacentes limpiadas profundamente por el método de chorros abrasivos únicamente serán consideradas adecuadamente preparadas si los restos de salpicaduras de soldadura omitidos por los chorros abrasivos son removidos con herramientas de impacto o abrasivas. Todas las superficies deberán ser imprimadas tan pronto como sea práctico después de la limpieza y en todos los casos, antes de la contaminación o deterioro de las superficies preparadas. Todas las superficies de acero deberán ser limpiadas y preparadas al mayor grado posible antes de ser almacenadas en el exterior por períodos extensos.

*iii Superficies ferrosas recubiertas sujetas a exposición atmosférica*

Las superficies ferrosas recubiertas que deban recibir cobertura adicional deberán ser limpiadas con herramientas eléctricas de acuerdo al SSPC SP 3. La superficie completa a ser recubierta podrá no ser limpiada con herramienta eléctrica si todas las superficies están libres de todo el óxido o pintura suelta. Las superficies preparadas con herramienta eléctrica deberán ser limpiadas posteriormente con agua a presión utilizando una punta de rotación a presiones entre 10 MPa y 35 MPa. El agua a presión deberá ser ajustada de tal manera que todos los residuos sean removidos sin erosionar significativamente la capa de recubrimiento existente. Después de secadas, todas las superficies deberán ser imprimadas tan pronto sea práctico y en todos los casos, antes de la contaminación o deterioro de las superficies preparadas.

*iv Superficies ferrosas sujetas a exposición severa*

Las superficies ferrosas sujetas a períodos extendidos de inmersión o las que se indiquen deberán ser limpiadas con chorros abrasivos secos de acuerdo con los requisitos del SSPC SP 5/NACE No.1. El perfil de la superficie preparada, excepto si se especifica de otra manera, deberá ser de 38 a 63 micrones medidos según el ASTM D 4414, Método C. Se deberá utilizar un material abrasivo apropiado para producir el perfil deseado de la superficie y para proporcionar un patrón de anclaje angular dentado. Si se utiliza material abrasivo reciclado, deberá mantener una distribución adecuada del tamaño de las partículas de manera que el perfil especificado sea obtenido consistentemente. Las partículas de acero u otros abrasivos que no produzcan un perfil angular no serán aceptados. Las salpicaduras de soldadura que no sean removidas con los chorros abrasivos deberán ser removidos con herramientas de impacto o abrasivas. Las superficies deberán estar secas al momento de la limpieza con chorros abrasivos. La limpieza con chorros abrasivos de acuerdo con el SSPC SP 5/NACE No.1 deberá ser

realizada en el campo y, excepto cuando se autorice específicamente de otra manera, después de la erección final. Dentro de las siguientes 8 horas después de la limpieza abrasiva, y en todos los casos antes de la colocación de cualquier humedad detectable, contaminantes o corrosión, todas las superficies ferrosas deberán ser limpiadas de polvo y partículas abrasivas con cepillos, aspiradoras y/o el soplado con aire limpio comprimido y luego provistas con la primera capa de pintura. Si las superficies han sido limpiadas en el taller, deben ser recubiertas con la primera y segunda capa con el sistema de pintura especificado, excepto que las superficies imprimadas con uretano y epóxico rico en zinc deban recibir una capa simple de rociado adicional del imprimador de zinc al momento que la pintura de campo sea ejecutada como se especifique en las instrucciones del sistema de pintura. La capa aplicada en el taller deberá ser mantenida en buenas condiciones por medio de la limpieza y retocado de las áreas dañadas durante el período de construcción. Si aparecen zonas de oxidación, las superficies deberán ser re-lijadas con chorros abrasivos y repintadas a expensas de El Contratista. Antes de la aplicación de las capas subsecuentes en el campo, las áreas ensuciadas del recubrimiento de taller deberán ser profundamente limpiadas y todas las soldaduras u otras áreas dañadas no pintadas deberán ser limpiadas y recubiertas de manera de hacerlas equivalentes a las superficies no dañadas adyacentes.

#### **02.16.07.08 Aplicación**

##### *i General*

La pintura deberá ser aplicada en concordancia con las especificaciones del SSPC PA 1 y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Las capas terminadas deberán estar libres de agujeros, burbujas, corrimientos, gotas, crestas, ondas, traslapes, brochazos y variaciones en color, textura y brillo. La aplicación de la capa inicial o las subsecuentes no deberá comenzar hasta que La Supervisión haya verificado que las condiciones atmosféricas en las superficies a ser recubiertas son satisfactorias. Cada capa de pintura deberá ser aplicada de tal manera que produzca una película pareja, continua y de espesor uniforme. Los bordes, esquinas, hendiduras, costuras, juntas, soldaduras, ribetes, pozos de corrosión y otras irregularidades de las superficies, deberán recibir especial atención para asegurar que reciban un espesor adecuado de pintura. El equipo de pulverización deberá estar provisto con trampas y separadores y, donde sea apropiado, agitadores mecánicos, medidores

de presión, reguladores de presión y pantallas o filtros. Las tapas de aire, boquillas y agujas deberán ser las recomendadas por el fabricante del equipo de rociado para los materiales a ser aplicados. Los equipos de rociado sin aire podrán ser utilizados únicamente para pintura general si la pistola de rociado está equipada con puntas duales o ajustables con orificios del tipo y dimensiones apropiadas. El equipo de rociado sin aire no deberá ser utilizado para la aplicación de pinturas vinílicas.

*ii Mezclado y adelgazamiento*

Las pinturas deberán ser profundamente mezcladas y mantenidas a una composición y consistencia uniforme durante la aplicación. Los pigmentos de polvo seco especificados para ser agregados al momento del uso deberán, con la ayuda de batidoras eléctricas, ser incorporados al medio o pintura base de tal manera que produzca una mezcla suave y homogénea libre de grumos y partículas secas.

Donde sea necesario para ajustarse a las condiciones de la temperatura de la superficie, clima y método de aplicación, la pintura podrá ser adelgazada inmediatamente antes de su aplicación. El adelgazamiento estará generalmente limitado a la adición de no más de 125 ml de adelgazador por cada litro de pintura; esta limitación general no aplicará cuando se provean instrucciones más específicas para el líquido adelgazante.

La pintura y el adelgazador que tenga más de 1 año deberá ser probada para demostrar su adecuación para la aplicación.

*iii Tiempo entre la preparación de la superficie y la aplicación de la pintura*

Las superficies que han sido preparadas para la pintura deberán recibir la capa de imprimación (primer), tan pronto como sea práctico después de que tal preparación sea completada, pero, en cualquiera de los casos, antes del deterioro de la superficie preparada.

*iv Modelo de aplicación de la pintura*

La pintura deberá ser aplicada con brochas, rodillos o pulverizadores en las superficies ferrosas. Se deberá tener especial atención para asegurar la cobertura de los bordes, esquinas, hendiduras, cavidades, ribetes, pernos, soldaduras y otras irregularidades de la superficie similares. Otros métodos de aplicación a las superficies del metal estarán sujetos a aprobación específica de La Supervisión.

v *Cobertura y espesor de la película*

El espesor de la película deberá ser el especificado en estas cláusulas. Donde no se especifique una tasa de cobertura o espesor, la pintura deberá ser aplicada a una tasa consistente con las instrucciones escritas del fabricante. En cualquier caso, las capas combinadas de un sistema específico de pintura deberán cubrir completamente la superficie base y las capas de acabado, deberán recubrir completamente las capas subyacentes o los colores impares.

vi *Medición del espesor en metales ferrosos*

Cuando se requieran espesores de la capa seca para recubrimientos en superficies ferrosas, las medidas deberán ser realizadas con un medidor calificado de acuerdo con el ASTM D 7091. Antes de cada uso, la lectura del metal base (LMB) deberá ser establecida para el medido como se especifique en el método de prueba. La precisión del medidor deberá ser verificada utilizando calzas de plástico como se especifica en el método de ensayo, antes y después de cada set de medidas. La frecuencia de las mediciones deberá ser la recomendada para mediciones de campo por el ASTM D 7091, excepto que las medidas deberán ser realizadas en todas las áreas de la estructura siendo recubierta. Las medidas del espesor deberán ser reportadas como la medida de cada punto estudiado.

vii *Progreso del trabajo de pintura*

Cuando la pintura de campo en cualquier tipo de superficie haya comenzado, la operación completa de pintura, incluyendo la imprimación y las capas de acabado, en esa porción de trabajo deberá ser terminada tan pronto como sea práctico, sin retardos prolongados. Se deberá permitir suficiente tiempo entre la aplicación de capas sucesivas para permitir un secado apropiado para el recubrimiento y este período deberá ser modificado como sea necesario para ajustarse a las condiciones del clima. La pintura podrá ser considerada seca para el recubrimiento cuando esta se sienta firme, no se deforme o se sienta pegajosa bajo una presión moderada con el dedo y cuando la aplicación de otra capa de cobertura de pintura no cause irregularidades en la película como levantamiento o pérdida de adherencia de la capa subyacente. Todas las capas de todas las superficies pintadas deberán estar sin marcas y completamente integrales al momento de la aplicación de las capas siguientes. Al momento de la aplicación de cada capa sucesiva las capas subyacentes deberán ser limpiadas de polvo, grasa, restos de la pulverización o cualquiera otra materia extraña por medio de un soplado de aire,



solventes y otros medios aceptables. Los depósitos de cemento o mortero en las superficies pintadas del acero que no han sido removidos satisfactoriamente por métodos ordinarios de limpieza deberán ser lijados con cepillo y completamente repintados como sea requerido. Las capas subyacentes de alto brillo deberán, si fuera necesario para lograr una buena adherencia, ser ligeramente lijadas, limpiadas con solvente o de otra manera, tratadas antes de la aplicación de la capa subsiguiente. Las coberturas de campo en el metal deberán ser aplicadas después de la erección excepto cuando se especifique de otra manera para superficies a ser pintadas que se volverán inaccesibles después de la erección.

#### *viii Superficies en contacto*

Cuando exista el contacto entre superficies empernadas o remachadas no se requerirá que tales superficies sean pintadas, pero cualquier hendidura resultante deberá ser subsecuentemente rellenada o sellada con pintura. Las superficies metálicas en contacto formadas por pernos de alta resistencia en conexiones de fricción no deberán ser pintadas. Donde una superficie no metálica deba estar en contacto empernado o remachado con una superficie metálica, las superficies en contacto del metal deberán ser limpiadas y provistas de tres capas del imprimador especificado. A menos que se especifique de otra manera, las superficies metálicas resistentes a la corrosión no deberán ser pintadas.

### **02.16.08 Medida y pago**

#### **02.16.08.01 Acero estructural**

La medida para el pago de las obras de acero estructural será por el número de kilogramos de acero estructural que formen parte de las estructuras mostradas en los planos o indicadas por La Supervisión, realmente instaladas en el sitio a satisfacción de la obra. El pago de las obras de acero estructural será realizado al precio unitario del acero estructural establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valorada para cada estructura fabricada en acero estructural conforme esta especificación. El pago incluirá todos los materiales, mano de obra, equipo necesario para el suministro, transporte, fabricación y montaje de las estructuras de acero estructural, incluyendo todas las conexiones, soldaduras, pernos, pruebas a los materiales y todo lo necesario e incidental para la construcción de estructuras de acero en la obra.

### **02.16.08.02 Pintura para el acero estructural**

El pago por los costos asociados con la pintura para las estructuras de acero, el cual incluye la compensación total por el suministro de todos los materiales, equipo y mano de obra requerida para pintar las estructuras de acuerdo con estas especificaciones, deberá estar incluido en el precio unitario de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas para todas las estructuras de acero que deberán ser pintadas bajo esta especificación.

## **02.17 Carpinterías metálicas**

### **02.17.01 General**

Todos los trabajos de metal, excluyendo las compuertas y los accesorios especificados en las cláusulas de este documento, serán provistos e instalados por el Contratista tal y como se muestra en los planos o según lo indique La Supervisión. Los trabajos de metal están clasificados en los siguientes:

- Trabajos de metal incrustados,
- Barandal metálico
- Peldaños y escaleras
- Soportes de metal

No se proveerán más planos detallados para los trabajos de metal que los que se incluyen en estos documentos de contrato. El Contratista preparará los diseños necesarios y proveerá los planos de taller completos requeridos para la fabricación e instalación de los trabajos de metal de acuerdo con los Planos y Especificaciones provistos aquí.

Los planos de El Contratista deberán ser aprobados por La Supervisión antes de que empiece el trabajo. Toda fabricación o adquisición anterior a la aprobación de los Planos y la información será por cuenta y riesgo de El Contratista.

Todo el trabajo de metal suministrado e instalado por El Contratista para los trabajos permanentes deberá ser conforme a los estándares aplicables estipulados en la Sub-Cláusula 02.16, a menos que lo contrario sea indicado.

### **02.17.02 Soldadura**

Toda la soldadura, excepto para la que se indique lo contrario, deberá ser llevada a cabo de acuerdo con la última edición del AWS “Código para Soldadura de Gas y Arco en la construcción de edificios”.

Los detalles de la preparación de la soldadura y el procedimiento de soldadura propuesto serán sujetos a la aprobación de La Supervisión antes de que empiece la operación. Cada soldador deberá preparar muestras de soldaduras antes de comenzar el trabajo en la construcción y durante la construcción según lo requiera La Supervisión. No se permitirán soldaduras de construcción hasta que La Supervisión este satisfecho con el procedimiento de soldadura, con la mano de obra de los soldadores y con el sistema de pruebas de soldadura.

### **02.17.03 Galvanizado**

Todos los materiales ferrosos localizados en exteriores y que no sean aquellos trabajos de metal que recibirán un recubrimiento de pintura, según se especifique, serán galvanizados como se especifica en el ASTM A143. La galvanización se efectuará por medio del proceso de sumergir en caliente y para todas las partes que no sean alambre de acero, consistirá en una capa de recubrimiento de zinc de un espesor no menor a los 550 gramos de zinc por metro cuadrado de superficie. El galvanizado será sujeto a aprobación y no deberá afectar las propiedades mecánicas de los materiales tratados. Todo el taladrado, punzado, recortado y doblado de las piezas deberá estar completado y todas las rebabas deberán ser retiradas antes del galvanizado. Las superficies que entrarán en contacto con aceite no deberán ser galvanizadas.

### **02.17.04 Trabajos de metal incrustado**

Los trabajos de metal incrustados en las porciones de estructuras de concreto como placas de apoyo, insertos varios, pernos y soportes serán suministrados e instalados por El Contratista tal y como se muestra en los Planos o según lo indique La Supervisión. Todos los materiales usados para estos trabajos de metal incrustados serán de grado comercial de alta calidad aceptable para La Supervisión.

Después de la culminación de las estructuras de concreto, todas las superficies expuestas de los trabajos de metal incrustados deberán ser pintadas de acuerdo con la Sub-Cláusula 02.16.07 más atrás.

No se hará pago separado por los trabajos de metal incrustados para la instalación de obras de iluminación, escaleras, soportes, placas de base, y todos los costos por dichos trabajos de metal incrustados serán incluidos en el precio de cada elemento de metálico que será instalado sobre los elementos incrustados.

## **02.17.05 Soportes de metal**

### **02.17.05.01 General**

Esta actividad incluye todos aquellos elementos metálicos que sean necesarios para soportar o sujetar permanentemente otros elementos o estructuras donde sea indicado por La Supervisión. Todos los materiales usados para estos trabajos de metal serán de grado comercial de alta calidad aceptable para La Supervisión.

Todas las superficies expuestas de los trabajos de soportes metálicos deberán ser pintadas de acuerdo con la Sub-Cláusula 02.16.07 más atrás.

### **02.17.05.02 Medida y pago**

El cálculo para el pago de los soportes metálicos se hará por el peso en Kilogramos de los soportes metálicos instalados de acuerdo con los Planos o según lo indique La Supervisión.

El pago por los elementos de soporte metálicos se hará al precio unitario por kilogramo de la oferta en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas efectivamente instalados. Dicho precio unitario incluirá todos los costos de mano de obra, materiales y equipo necesarios.

## **02.17.06 Peldaños y escaleras**

### **02.17.06.01 General**

Los peldaños y las escaleras deberán ser suministrados e instalados como lo muestran los Planos o según lo indique La Supervisión.

Los Peldaños y escaleras estarán hechos de varilla redonda lisa y ángulos de acero. Las varillas redondas lisas deberán estar conformes a los requisitos especificados para las barras de acero de refuerzo en este documento, y los otros materiales utilizados para los peldaños deberán ser de grado comercial de alta calidad aceptable a La Supervisión.

Las escaleras verticales deberán ser del tipo escalera marinera, provistas por una protección o guarda hombre de metal como se muestra en los planos. Las escaleras deberán estar anclados en las superficies verticales de las estructuras.

Después de que los peldaños y las escaleras han sido completamente instalados, deberán ser cuidadosamente pintados, y la pintura deberá ser, en todos los aspectos, conforme al sistema No. 2 de la Sub-Cláusula 02.16.07 más atrás.

#### **02.17.06.02 Medida y pago**

El cálculo para el pago de los peldaños y escaleras se hará por el peso en Kilogramos de los peldaños y las escaleras instaladas de acuerdo con los Planos o según lo indique La Supervisión.

El pago por los peldaños y la escalera se hará al precio unitario por kilogramo de la oferta en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas para los peldaños y escaleras efectivamente instalados. Dicho precio unitario incluirá todos los costos de mano de obra, materiales y equipo, incluyendo el suministro, manejo y transporte de las varillas planas de acero y varillas redondas lisas, instalación y pintura de los peldaños, y de los pernos, tuercas y láminas de acero necesarios para instalar los peldaños y las escaleras.

#### **02.17.07 Tubos Hierro Galvanizado**

##### **02.17.07.01 General**

El Contratista suministrará e instalará tubos de acero galvanizado para los pasamanos y barandales según lo estipulen los Planos o lo indique La Supervisión. El galvanizado deberá conformarse a lo indicado en la Sub-Cláusula 02.17.03 más atrás.

El tubo deberá ser nuevo y del mejor grado y calidad para el propósito usado y será producto comercial estándar y de fabricante reconocido.

Todos los tubos de acero galvanizado serán instalados según lo muestran los Planos. La soldadura de los tubos de acero galvanizado será llevada a cabo solamente donde lo muestran los Planos o es autorizada.

Después de que los tubos galvanizados han sido completamente instalados, la superficie expuesta del tubo será cuidadosamente pintada. La pintura deberá, en todos los aspectos, ser conforme a los requisitos de la Sub-Cláusula 02.16.07 más atrás en este documento.

#### **02.17.07.02 Medida y pago**

El cálculo para el pago de los tubos de acero galvanizado se hará en base al peso de los tubos de acero galvanizado instalados de acuerdo con los Planos o según lo indique La Supervisión. El pago por los tubos de hierro galvanizado se hará al precio unitario por kilogramo de la oferta fijado para ello en La Lista de Cantidades de Obra Valoradas. El precio unitario deberá incluir los costos de toda la mano de obra, los materiales y equipo, incluyendo el suministro, transporte, instalación y pintura de los tubos de acero galvanizado e incluirá el costo de los remates, codos, tees, cadenas, etc. según sean necesarios.

### **02.18 Misceláneos**

#### **02.18.01 Juntas, sellos y drenajes**

##### **02.18.01.01 Tapajuntas de PVC**

###### *i General*

El Contratista suministrará e instalará tapajuntas de polivinilo de cloruro de las formas y dimensiones que se especifican y en los lugares que se muestran los Planos o según lo indique La Supervisión. Para conveniencia de la colocación de los moldes, se podrá permitir el corte del tapajuntas en uno de sus bordes; sin embargo, antes de la colocación del concreto final, la porción de borde cortado deberá ser unido de una manera aprobada.

El Contratista suministrará todos los materiales, el equipo y la energía eléctrica requerida para hacer los empalmes de campo e instalar los tapajuntas. Los empalmes de campo para los tapajuntas se deberán hacer cortando los tapajuntas según sea necesario, calentando las puntas hasta el punto en el que se derritan y unir las hasta que formen el empalme deseado. El calentamiento de las puntas del empalme se hará por medio de una máquina de empalmes recomendada por el fabricante de los tapajuntas o por cualquier otro aparato eléctrico de calentamiento.

Se tendrá cuidado al instalar los tapajuntas para asegurar que los centros de los tapajuntas coincidan en la unión. El Contratista apoyará y protegerá adecuadamente durante el progreso del trabajo.

Los tapajuntas serán fabricados por el proceso de extrusión de un compuesto plástico elastomérico, con una resina básica que sea cien (100) por ciento Cloruro de Polivinilo (PVC). El producto deberá ser denso, homogéneo y libre de hoyos y otras imperfecciones.

Los tapajuntas tal y como se han descrito aquí tendrán las siguientes características físicas:

Gravedad específica	1.33 + 0.03 a 23°C
Resistencia a la tensión	15 a 17 MPa a 23°C
Elongación última	360% a 450% a 23°C
Fragilidad	- 48°C
Durómetro	65 – 75

*ii Medida y pago*

La medida para el pago de los tapajuntas se hará por la longitud en metros de los tapajuntas en su lugar medida a lo largo de la línea del centro de los tapajuntas de acuerdo con los Planos. El pago por los tapajuntas se hará al precio unitario de la oferta fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho precio global incluirá todos los costos de suministrar y colocar los tapajuntas según se describe en el párrafo anterior.

**02.18.01.02 Lloraderos de PVC**

Los lloraderos de PVC de 50 mm de diámetro serán usados para el drenaje de las estructuras como muestran los Planos o según lo indique La Supervisión. Los lloraderos de PVC deberán ser nuevos y del mejor grado y calidad para el propósito usado y el tubo del lloradero será un producto estándar comercial fabricado bajo ASTM D-1784 o su equivalente. Los filtros graduados de arena y grava se construirán para los lloraderos de PVC mostrado en los Planos o según lo indique La Supervisión. Todos los materiales para los filtros deberán ser suministrados por el Contratista.

No se realizará pago separado por suministrar e instalar lloraderos de PVC y el costo por esto deberá ser incluido en el precio unitario para concreto donde los lloraderos serán instalados. Dichos precios incluirán todos los costos de extensión, suministro, transporte e instalación y unión de tubos PVC como se describe en el párrafo anterior, incluyendo los costos de toda la mano de obra, materiales y equipo.

### 02.18.01.03 Sello de juntas

#### *i General*

El sello para juntas deberá ser usado en las juntas de concreto según muestren los planos o lo indique el Supervisor. El Contratista suministrará todos los materiales y las herramientas necesarios para colocar en la totalidad de la superficie de la junta de concreto sin espacios libres entre las caras de la junta. El relleno de juntas será fabricado de asfalto insuflado mezclado con fibras, minerales en polvo, etc. y tendrá las siguientes propiedades físicas:

*Tabla 24 Características del Material de relleno de las Juntas*

<b>Característica</b>	<b>Parámetro</b>
Resistencia a la Compresión a la mitad de su espesor de compresión	Superior a 90 Kgf/cm <sup>2</sup>
Recuperación	65-90%
Proyección a la mitad de su espesor de compresión	3-10mm
Tensión de doblez a una deflexión de 10mm	3-15 kgf

#### *ii Medida y pago*

El cálculo para el pago del relleno de juntas se hará por metro línea de junta en la cual se colocará el relleno de juntas. El pago por el relleno de juntas se hará al precio unitario de la oferta fijado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho precio deberá incluir todos los costos de suministro y colocación de relleno de juntas.

### 02.18.02 Geotextil

#### 02.18.02.01 General

Por lo menos con 15 días de anticipación a la fecha en que El Contratista se propone ordenar el pedido de geotextil, deberá suministrar a La Supervisión, para su aprobación, muestras e información completa y detallada sobre geotextil que se propone adquirir; esta información



incluye resultados de ensayos de laboratorio ejecutados por un laboratorio previamente aprobado por La Supervisión, realizados sobre muestras representativas del material que se propone utilizar. Esta aprobación no implica que todo el material adquirido será aprobado posteriormente por La Supervisión; todo material defectuoso que llegue a La Obra deberá ser retirado de la misma y reemplazado por cuenta de El Contratista, a satisfacción de La Supervisión.

El geotextil deberá ser suministrado, transportado y almacenado de manera que no sufra perforaciones, cortes o cualquier otro defecto que afecte sus cualidades como material filtrante. Si el material muestra cortaduras y perforaciones deberá ser reemplazado a satisfacción de La Supervisión.

El Contratista deberá suministrar detalles de colocación del geotextil, tales como posición de los traslapes y forma de sellado de estos, tamaño del geotextil y ancho útil y, si es del caso, sellado de juntas con estructuras existentes.

Si se requiere material sellante para los traslapes, éste deberá ser del tipo recomendado por el fabricante del geotextil, pero en todo caso el traslape de geotextil a base de polipropileno deberá efectuarse únicamente al calor según lo especificado por el fabricante.

Estos detalles deberán ser suministrados para la aprobación de La Supervisión con suficiente anticipación a la fecha en que El Contratista se propone iniciar la instalación del geotextil. Esta aprobación no exime a El Contratista de la responsabilidad por la buena calidad de los trabajos.

Las superficies sobre las cuales se instalará el geotextil deberán estar libres de suciedad, lodo desechos, partículas sueltas y otras sustancias perjudiciales.

Las superficies deberán presentar uniformidad y estar compactadas y completamente drenadas antes de colocar el geotextil; en ningún caso se permitirá la colocación de este si existe agua libre sobre la superficie. No se permitirá la instalación del geotextil si las superficies no han sido preparadas a la satisfacción de La Supervisión.

El equipo que se emplee para la instalación deberá ser sometido a la aprobación de La Supervisión y deberá ser tal que no cause daños al geotextil. Si por caso fortuito se rasgara la

membrana, se colocará un parche del mismo material, de aproximadamente 30 cm más grande que el orificio.

En general los fabricantes recomiendan mantener el rollo en su envoltura hasta el momento de usarse, evitando exponer la membrana prolongadamente a la luz directa del sol.

Los ensayos generalmente especificados para la aprobación de las membranas geotextiles a aplicar como soporte para drenaje o para construcción de refuerzos, se indican a continuación:

*Tabla 25 Ensayos para el geotextil*

<b>Método de análisis</b>		
Peso	ASTM	D 1910
Espesor	ASTM	D 1777
Resistencia a la tensión	ASTM	D 1682
Estiramiento hasta falla	ASTM	D 1682
Módulo	ASTM	D 1682
Rotura trapezoidal	ASTM	D 2263
Resistencia al punzonamiento	Cuerpo de Ingenieros CW 02215 (U.S.A)	
Falla de Mullen	ASTM	D 774
Resistencia a la abrasión	ASTM	D 1175
Abertura equivalente	Cuerpo de Ingenieros CW 02215 (U.S.A.) ASTM	D422

#### **02.18.02.02 Medida y pago**

La medida para el pago del geotextil será en metros cuadrados de superficie a las líneas y niveles mostradas en los planos o como lo indique La Supervisión, incluyendo todos los traslapes intencionales o accidentales, los dispositivos de sujeción y todos los empalmes que sean necesarios. El pago por el suministro e instalación del geotextil será realizado al precio unitario por metro cuadrado establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho precio deberá incluir todos los costos de suministro y colocación de geotextil en los lugares mostrados en los planos y todo lo necesario e incidental.

## **02.18.03 Gaviones**

### **02.18.03.01 General**

Este renglón consistirá en el suministro y colocación de roca y canastas (gaviones) de malla de alambre, instalados en el sitio designado, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el alineamiento, pendiente, dimensiones y disposiciones indicadas en los planos u ordenado por La Supervisión.

### **02.18.03.02 Materiales**

Los gaviones serán suministrados de varias longitudes y alturas. Las longitudes serán múltiplos (2,3 o 4) de la anchura horizontal. La anchura horizontal no será menor de 1,000 mm. Los gaviones deberán tener una anchura uniforme. Las dimensiones de los gaviones podrán tener una tolerancia de 3% de los tamaños establecidos por el fabricante. Los gaviones serán contruidos de malla alambre. La malla será fabricada de alambre de acero galvanizado que tenga un diámetro mínimo de 3.05 mm equivalente a un calibre de malla No. 11 (U.S.). La resistencia a la tracción tendrá un margen de 414 MPa a 586 MPa. El recubrimiento mínimo de cinc para el alambre será de 0.00243 gr/cm<sup>2</sup> de superficie del alambre no cubierto, según se determine por las pruebas efectuadas de acuerdo a la norma ASTM A90.

### **02.18.03.03 Requisitos para la construcción.**

La malla de alambre se retorcerá en tal manera que forme abertura hexagonal de tamaño uniforme. La dimensión máxima lineal de una abertura no excederá de 115 mm y el área de la abertura no excederá de 52 cm<sup>2</sup>. La malla será fabricada de tal manera que tenga la habilidad de resistir cualquier deformación o levantamiento de cualquier torcedura o conexión que formen la malla, cuando se corta una hilada de cualquier tramo de la malla.

Los gaviones serán fabricados de tal manera que todas sus partes puedan ser ensambladas en el sitio de la obra en canastas rectangulares en los tamaños especificados. Los gaviones serán contruidos monolíticamente por cada unidad de manera que la resistencia y flexibilidad en los puntos de amarre de las diferentes partes serán por lo menos igual a las de la malla. Donde la longitud del gavión excediese su anchura horizontal, el gavión se dividirá en secciones cuyas longitudes no excedan el ancho del gavión. La división se hará con diafragmas hechos de malla

de alambre que tengan las mismas características de la usada para el gavión, además, el gavión siempre tendrá diafragmas que aseguren la posición correcta de la base sin necesidad de sujetadores adicionales. Todos los bordes o aristas perimetrales de la malla que forma el gavión deber ser amarradas y aseguradas entre sí, de manera que dichos bordes tengan la misma resistencia que todo el conjunto de la malla. El alambre usado para el amarre de los bordes (alambre perimetral), tendrá un diámetro no menor de 3.76 mm de calibre No. 9 (U.S.) y llenará los mismos requisitos del alambre para la malla. El alambre de amarre y conexión será suministrado en cantidades suficientes para que se puedan asegurar los bordes y diafragmas y además proveer cuatro alambres arriostres diagonales en cada sección cuya altura será de 1/3 a 1/2 de la anchura del gavión y 8 alambres arriostres en cada unidad cuya altura sea igual a la anchura del gavión. Este alambre deberá llenar los mismos requisitos del alambre para la malla excepto que el calibre podrá ser menor hasta 2 números.

#### **02.18.03.04 Relleno de roca**

La roca que se usará dentro de los gaviones deberá ser tenaz y libre de intemperizaciones y podrá obtenerse de cualquier fuente que sea aprobada por La Supervisión. Ninguna roca será menor de 102 mm (Dimensión máxima). El material rocoso deberá tener una granulometría razonablemente graduada dentro de los tamaños límites.

#### **02.18.03.05 Ensamblaje e instalación**

Los gaviones serán instalados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los gaviones deberán ser colocados sobre una cimentación pareja. El alineamiento y niveles finales serán aprobados por La Supervisión. Cada unidad de gavión será ensamblada por amarre conjunto de todos los bordes verticales con un embobinado a cada 102 mm. Los gaviones vacíos deberán ser colocados de acuerdo al alineamiento y niveles mostrados en los planos o como indique La Supervisión. Los alambres de amarre serán usados para unir entre sí las secciones o unidades de gavión en la misma forma descrita para el ensamblaje. Los alambres arriostres internos serán espaciados uniformemente y afianzados con seguridad en cada unidad de la estructura. Una herramienta para estirar alambres de cercas, o una barra de hierro pueden ser usados para estirar las canastas de alambre y mantenerlos en el alineamiento apropiado. Los gaviones serán llenados con la piedra colocada con cuidado manualmente o con máquina para mantener el alineamiento sin que se formen embobamientos y con un mínimo de huecos. La colocación

alterna de roca y alambre de amarre será efectuada hasta que el gavión esté lleno. Después de que el gavión ha sido llenado, la cubierta se doblará sobre el gavión hasta que caiga sobre todos los lados y bordes. Después la cubierta se asegurará a los lados, bordes y diafragmas con alambre de amarre en la misma manera descrita arriba para el ensamblaje.

#### **02.18.03.06 Medida y pago**

La cantidad de obra que se pagará en este renglón será el número de metros cúbicos de gaviones terminados, aceptados y medidos por procedimiento establecido. Las cantidades de obra, medidas, serán pagadas al precio unitario metro cúbico de la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, dicho precio y pago constituirá la compensación total por el suministro y colocación de las canastas de alambre y la roca, así como toda la mano de obra, equipo y herramientas necesario para completar la obra descrita en esta sección.

#### **02.18.04 Anclajes de barras de acero de refuerzo**

##### **02.18.04.01 General**

Esta especificación cubre los mecanismos de anclaje en la interface roca-concreto que se muestran en los planos o sean indicados por La Supervisión y consisten en una barra de acero corrugado del calibre especificado inserta en un agujero perforado en el macizo rocoso y que sobresale del terreno la longitud necesaria para lograr un empotramiento en el concreto de las estructuras que se construirán sobre el terreno.

Se deberán utilizar para conexión entre las estructuras de concreto y las superficies de rocas naturales o excavadas, según se indique en los planos, o en cualquier otro sitio que determine La Supervisión. El extremo libre de la barra de anclaje, que sobresale de la superficie de roca, será de la forma y dimensiones mostradas en los planos, o indicadas por La Supervisión.

Las barras que no requieren de perforación para su instalación serán consideradas como acero de refuerzo. Las barras de anclaje deberán conformarse a lo especificado en la Sub-Cláusula 02.11.

#### **02.18.04.02 Instalación**

La instalación de los anclajes de barras de acero corrugado deberá ser consecuente con el avance de las excavaciones. Los agujeros para las barras, excepto donde se indique de otra manera por La Supervisión, deberán ser perforados normales a la superficie de la roca. La longitud y el diámetro de la perforación para el anclaje deberá ser la mostrada en los planos en cada punto como lo apruebe La Supervisión y la profundidad del agujero deberá ser adecuada para la longitud del perno a ser instalado.

El equipo y los métodos utilizados para la perforación de los agujeros estarán sujetos a la aprobación de La Supervisión y deberán ser adecuados para lograr una adecuada instalación y fijación de la barra de anclaje en el agujero para obtener la tensión especificada.

Cada agujero deberá ser limpiado de cualquier desecho de perforación, lodo, o escoria antes de insertar el perno. Todas las barras de anclaje deberán estar libres de oxido, rebabas o cualquier otro material extraño y deberán estar provistas de un gancho estándar como se muestra en los planos con las dimensiones correspondientes para el diámetro de la barra utilizada. La barra deberá ser cortada y doblada en taller antes de su colocación.

La barra deberá instalarse en el agujero y alinearse de tal manera que la dirección del gancho coincida con la dirección del flujo o con la dirección de las máximas solicitaciones. Cada uno de los agujeros de los anclajes deberá ser inyectado con lechada densa de cemento con una relación a/c de 0.50.

El Contratista deberá realizar no menos de 5 anclajes de prueba para determinar el tiempo necesario para el fraguado de la lechada y confirmar la longitud de empotramiento de las barras en la roca por medio de pruebas de tracción. No menos de 21 días antes de realizar las pruebas, El Contratista deberá presentar una propuesta de los métodos y equipos de prueba para la extracción de los anclajes de barras de acero para aprobación de La Supervisión. Los anclajes deberán ser probados con una tensión equivalente a 1.2 veces la capacidad especificada. La Supervisión podrá decidir reducir o aumentar el espaciamiento especificado de los anclajes en base a los resultados de estas pruebas, sin que esto implique una modificación en los precios unitarios de los anclajes. Si El Contratista utiliza anclajes definitivos para las pruebas y estos resultaren satisfactorios, estos serán pagados al precio del Contrato.

En caso de que un anclaje definitivo utilizado como anclaje de prueba sea dañado durante un ensayo de resistencia ordenado por La Supervisión a la resistencia promedio determinada de en los anclajes de prueba El Contratista deberá reemplazar a su costo de los anclajes dañados los cuales serán probados nuevamente.

A intervalos periódicos y como lo determine La Supervisión, El Contratista deberá realizar pruebas aleatorias a los anclajes definitivos, hasta la colocación del recubrimiento final de concreto o la terminación de las obras bajo estas especificaciones, pero no se realizarán pruebas a más del 10% de los anclajes definitivos.

#### **02.18.04.03 Medida y pago**

La medida para el pago por los anclajes de barras de refuerzo será por unidad de anclaje aprobado. El pago por los anclajes de barras de refuerzo será realizado al precio unitario de la oferta establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. El precio unitario incluirá el costo de la perforación de agujeros, el suministro e instalación de las barras corrugadas de refuerzo; los anclajes de prueba, las pruebas en los anclajes definitivos donde se requiera y por la ejecución de todos los demás trabajos requeridos para la terminación de la instalación de los anclajes de barras de refuerzo como se indica en esta cláusula.

#### **02.18.05 Cerco de malla ciclónica**

##### **02.18.05.01 General**

Estos cercos se construirán con malla metálica eslabonada de alambre galvanizado, con un espesor de recubrimiento clase A según la norma ASTM A112, para un calibre No. 12 y con aberturas de 50 mm x 50 mm. Los elementos de soporte de la malla serán tubos galvanizados de diámetro 50 mm, tipo pesado, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM A500. Las diagonales o arriostramientos serán del mismo diámetro o sección que el elemento de soporte utilizado. La boca en el extremo superior debe taparse con tapón metálico soldado para evitar la entrada de aguas lluvias.

En los cambios de nivel el tubo debe ser de una longitud igual a la altura normal, más desnivel y tener en el extremo superior una deflexión adicional que permita la continuación de la malla. Las diagonales o arriostramientos deben ser del mismo diámetro o sección, y características que

los tubos verticales descritos. Estarán ubicadas como máximo cada 10 m y en los cambios de dirección (uno en cada dirección). Los tubos deben quedar empotrados en pedestales de concreto a la vista C25.

La malla deberá quedar suficientemente templada en ambas direcciones. Los amarres a los postes o tubos verticales y a las diagonales, se harán con alambre galvanizado calibre No. 12 con un espesor de recubrimiento clase A, según la norma ASTM A112. El espaciamiento máximo entre estos amarres será de 0.30 m. En los extremos de cada tramo de cerco la malla se envolverá al tubo y se soldará a éste; los amarres también se soldarán a los tubos.

La malla, los postes y las diagonales deben quedar libres de polvo, óxido, aceite, grasas y escamas de laminación; los empates con soldadura deben ser esmerilados y pulidos. Una vez hecha la limpieza y adquirida una superficie lisa, se deben colocar dos manos de acondicionador de superficie (wash-primer o similar) y, por lo menos dos manos de pintura a base de aceite, en los colores y forma que indiquen La Supervisión.

La pintura debe quedar con una apariencia uniforme en el tono y una superficie tersa desprovista de rugosidades, rayas, manchas, goteras o marcas de brocha. Deben seguirse las recomendaciones del fabricante en cuanto a preparación y a aplicación se refiere.

#### **02.18.05.02 Medida y pago**

El pago por el cerco de malla ciclónica será realizado al precio unitario por metro lineal establecido en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **02.18.06 Cerramientos de malla ciclónica**

#### **02.18.06.01 General**

Donde sea indicado, los cerramientos con malla ciclónica serán fabricados con malla metálica eslabonada de alambre galvanizado, con un espesor de recubrimiento clase A según la norma ASTM A112, para un calibre No. 12 y con aberturas de 50 mm x 50 mm.

La distribución de los paneles se instalará como se muestra en los planos o lo indique La Supervisión. La malla deberá quedar suficientemente templada en ambas direcciones. Los amarres a los postes o tubos verticales y a las diagonales, se harán con alambre galvanizado



calibre No. 12 con un espesor de recubrimiento clase A, según la norma ASTM A112. El espaciamiento máximo entre estos amarres será de 0.30 m. Los amarres se soldarán a los tubos del marco.

La malla, los postes y las diagonales deben quedar libres de polvo, óxido, aceite, grasas y escamas de laminación; los empates con soldadura deben ser esmerilados y pulidos. Una vez hecha la limpieza y adquirida una superficie lisa, se deben colocar dos manos de acondicionador de superficie (wash-primer o similar) y, por lo menos dos manos de pintura a base de aceite, en los colores y forma que indiquen La Supervisión.

La pintura debe quedar con una apariencia uniforme en el tono y una superficie tersa desprovista de rugosidades, rayas, manchas, goteras o marcas de brocha. Deben seguirse las recomendaciones del fabricante en cuanto a preparación y a aplicación se refiere.

#### **02.18.06.02 Medida y pago**

El pago por el cerramiento de malla ciclónica será realizado al precio unitario por metro cuadrado establecido en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.18.07 Portones de malla ciclónica**

##### **02.18.07.01 General**

El Contratista deberá diseñar, fabricar e instalar un portón de doble hoja construido en malla ciclónica y tubos galvanizados. Los portones se construirán con malla metálica eslabonada de alambre galvanizado, con un espesor de recubrimiento clase A según la norma ASTM A112, para un calibre No. 12 y con aberturas de 50 mm x 50 mm. Los elementos de soporte de la malla serán tubos galvanizados de diámetro 75 mm, tipo pesado, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM A500. Las diagonales o arriostramientos serán del mismo diámetro o sección que el elemento de soporte utilizado.

La distribución de los paneles se instalará como se muestra en los planos o lo indique La Supervisión. La malla deberá quedar suficientemente templada en ambas direcciones. Los amarres a los postes o tubos verticales y a las diagonales, se harán con alambre galvanizado calibre No. 12 con un espesor de recubrimiento clase A, según la norma ASTM A112. El

espaciamiento máximo entre estos amarres será de 0.30 m. Los amarres se soldarán a los tubos del marco.

Las hojas deberán estar apoyadas en postes de acero galvanizado con el perfil y empotramiento necesario para resistir el peso de las hojas en cualquier posición sin deflexiones evidentes, firmemente construido. Las hojas deberán alinear en el mismo plano cuando estén cerradas, completamente aplomadas. En posición abierta deberán permanecer aplomadas.

Las bisagras deberán ser fabricadas en hierro galvanizado o metal inoxidable, de características apropiadas para el peso y función. Deberá proveerse mecanismo de retención para restringir el movimiento de las hojas desde su posición, ya sea abierto o cerrado. Deberá proveerse mecanismo de cerradura y candado como sea aprobado por La Supervisión.

La malla, los postes y las diagonales deben quedar libres de polvo, óxido, aceite, grasas y escamas de laminación; los empates con soldadura deben ser esmerilados y pulidos. Una vez hecha la limpieza y adquirida una superficie lisa, se deben colocar dos manos de acondicionador de superficie (wash-primer o similar) y, por lo menos dos manos de pintura a base de aceite, en los colores y forma que indiquen La Supervisión.

La pintura debe quedar con una apariencia uniforme en el tono y una superficie tersa desprovista de rugosidades, rayas, manchas, goteras o marcas de brocha. Deben seguirse las recomendaciones del fabricante en cuanto a preparación y a aplicación se refiere.

#### **02.18.07.02 Medida y pago**

El pago por los portones de malla ciclónica será realizado al precio unitario por unidad establecido en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.18.08 Escalas de nivel**

##### **02.18.08.01 General**

El contratista deberá suministrar e instalar las escalas de nivel en el lugar donde lo refieren los planos, estas especificaciones o donde lo Indique La Supervisión. Serán realizadas con pintura marina epoxi amida con propiedades altas de poder anticorrosivo, alta resistencia química, atoxico una vez curado y que cumpla con las normas nacionales o internacionales vigentes para

el almacenamiento de agua potable. De color rojo, con acabado semi-brillante, con un sólido por volumen del 50% +/- 1; espesor seco de 5 mil y T° de desempeño de 120°C y tiempo de secado rápido. Las escalas de graduación se muestran en los planos; los textos serán tipo Arial negrita, del mismo tipo de pintura.

La escala que será pintada en la superficie de la pantalla de concreto de la presa deberá cubrir el rango de elevaciones desde 1022msnm hasta 1032msnm, de manera que cada marca refleje el nivel del embalse y no la distancia inclinada y deberá ser marcada en la porción central de la pantalla. Deberá indicar cada nivel en tramos de 0.10m, como se muestra en los planos o lo indique La Supervisión.

La escala que será pintada en la sección vertedora del aliviadero deberá ser marcada en el muro guía lateral del estribo izquierdo, lo más alejado posible del vertedero y de tal manera que sea visible desde cualquier punto de la corona de la presa. La escala deberá indicar el nivel del embalse en un punto donde el nivel no se vea afectado por la contracción del chorro de descarga. Deberá indicar el nivel del embalse en tramos de 0.05m, como se muestra en los planos o lo indique La Supervisión.

#### **02.18.08.02 Medida y pago**

La medida para el pago para las escalas de nivel será en metros lineales de escala efectivamente pintada en la cara de la pantalla y en el muro guía izquierdo de la sección vertedora hasta los niveles mostrados en los planos o indicados y aprobados por La Supervisión. El pago por la escala de nivel será realizado al precio unitario de la oferta indicado en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **02.19 Acabados arquitectónicos**

#### **02.19.01 Superficies de concreto**

##### **02.19.01.01 General**

Se incluye bajo esta especificación todas aquellas superficies de concreto estructural y elementos de refuerzo de paredes de bloque que deberán quedar expuestos a la vista tales como

pedestales de concreto, vigas de amarre de cimentación, vigas soleras, jambas, cargadores y castillos.

Las superficies de concreto, incluyendo sus tolerancias, acabado y curado deberán ser construidas según lo indicado en este documento y como lo apruebe La Supervisión.

#### **02.19.01.02 Acabado de vigas y columnas estructurales**

Cuando las vigas y columnas de concreto de la estructura principal del edificio, tales como, pedestales y vigas de amarre deban quedar expuestos a la vista deberán recibir un acabado, acabado F3, repellido y pulido.

#### **02.19.01.03 Acabado de castillos, soleras, jambas y cargadores**

Todos los elementos de refuerzo vertical y horizontal de las paredes, incluyendo los boquetes de puertas y ventanas deberán recibir un acabado, acabado F3, repellido y pulido y para la cara exterior, deberá aplicarse un impermeabilizante gris.

#### **02.19.01.04 Pisos exteriores (aceras)**

Este trabajo consistirá en la construcción de un piso de concreto de 10 cm con de 2500psi. Para autorizar el fundido de piso, la capa de material selecto deberá estar debidamente compactada y La Supervisión deberá verificar los niveles de piso de acuerdo con lo establecido en planos. El concreto debe fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar la sección excavada sin dejar cavidades interiores. Todo el concreto será colocado en horas del día. Previo a la colocación del concreto el área se dividirá en pastillas según medidas especificadas en los planos. Los métodos de colocación y compactación del concreto serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y cuidando que la fundición se haga en forma intercalada (tipo damero). El concreto será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se mantendrá continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. El acabado final será un codaleado con pasta cemento-agua, aplicado

una hora después de fundido el piso. El piso de concreto de 10 cm deberá ser construido según las líneas y secciones transversales indicadas en los planos.

### **02.19.02 Cerámica de piso**

Este trabajo consistirá en la colocación de Cerámica de 30x30cm en el piso. Para autorizar la colocación de la cerámica sobre el firme de concreto La Supervisión deberá verificar los niveles de acuerdo con lo establecido en planos. Para pegar las piezas de cerámica al piso se usará mortero arena/cemento en proporción 1:4, en capas de espesor variable entre 1.5 y 2.0 cm, teniendo la precaución de humedecer las superficies de contacto y tener inmersas en agua a las piezas al menos por 24 horas antes de su colocación. El mortero deberá mezclarse en bateas especiales, preferiblemente de madera, para que se consiga una mezcla homogénea y libre de impurezas. El mortero será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado y en ningún caso se debe permitir que el mortero seco se mezcle nuevamente y sea utilizado en la obra. Se instalarán primero una línea maestra que guiará la colocación de toda el área, manteniendo alineaciones en las piezas de cerámica totalmente rectas, utilizándose separadores especiales de grosor aprobado por La Supervisión. Los ajustes en los bordes, aristas e intersecciones se ejecutarán con piezas cortadas, pulidas y limadas, para luego fraguar las juntas con una mezcla cemento colorante prefabricado (Grouting), acorde al color de la cerámica y en proporciones recomendadas por el fabricante de la marca seleccionada.

### **02.19.03 Revestimiento de cerámica**

Este ítem se refiere a la provisión, colocación y sellado con junta color de revestimiento cerámico esmaltado en muros de baños hasta la altura de dintel de puerta, además de las juntas de terminación y separación con otro material; comprende también el revoque grueso, en los sectores de colocado del revestimiento, de acuerdo con lo establecido en los planos de detalle y/o instrucciones de La Supervisión.

### **02.19.04 Pared de bloque**

#### **02.19.04.01 General**

El sistema de paredes de bloque deberá ser construido como se especifica en la Sub-cláusula 02.13.05. El Contratista deberá planificar un sistema de construcción que permita un acabado

limpio, sin derrame de mortero con juntas uniformes y de dimensión constante en todas las hiladas. Únicamente se deberán instalar bloques completos en tramos intermedios traslapados al 50% de su longitud entre las hiladas. Cuando se deba instalar porciones de bloques para llenar espacios en los extremos de las paredes, éstos deberán ser cortados con máquina eléctrica de disco y el corte debe ser uniforme, limpio y sin inclinaciones.

#### **02.19.04.02 Juntas**

Las juntas para las paredes de bloque de cemento deberán ser ejecutadas con acabado visto sisado de 1 cm de espesor. El sisado deberá ser realizado con plantilla metálica redondeada con una profundidad no mayor a 0.75cms de la cara de la pared.

#### **02.19.04.03 Acabado**

El acabado exterior de las paredes de bloque de cerramiento de las edificaciones y todas las paredes vistas de bloque, incluyendo los muros de contención de bloque reforzado que formen parte en los cimientos de las edificaciones y que deban tener una cara expuesta a la vista deberán ser recubiertos con compuesto impermeabilizante y de acuerdo con el programa de pintura indicado. La cara interior de las paredes no deberá recibir ningún recubrimiento por lo que el acabado de albañilería deberá ser de la mejor calidad y acabado como lo apruebe La Supervisión.

#### **02.19.05 Repellos**

##### **02.19.05.01 Repello y pulido**

Aquellas estructuras que requieran repello o donde sea indique por La Supervisión, el repello de llenado se aplicará en una sola capa de un espesor máximo de 15 mm.

Se emplearán maestras con tacos de madera como guías y un codal recto, sin torceduras, para dar forma a la superficie repellada, que será acabada con planchuela de madera. Previo al pulido, el taco y maestra en mención deberán ser eliminados. Durante este tiempo se mantendrá la superficie húmeda, para el curado del mortero. El espesor máximo del repello de pulido es de 5 mm para una totalidad de 20 mm. Se deberá usar un mortero de cemento-arenilla rosada con una pasta de cal-agua con 1/3 de barril de agua y 2 bolsas de cal hidratada dejándola reposar durante 24 horas. Dicha mezcla se aplicará sobre paredes repelladas, hasta obtener una superficie lisa, antes de aplicarlos se humedecerá el área hasta la saturación, y se aplicará la

pasta con planchuelas de madera, a fin de obtener un acabado aplomado, libre de ondulaciones e imperfecciones en las áreas acabadas. No se permite corregir defectos de nivel y plomo con repello de espesor mayor. El repello pulido debe ser curado durante un lapso de 8 días.

#### **02.19.05.02 Repellos para elementos de concreto**

Todos los repellos para elementos estructurales de concreto serán aplicados como se indica en la Sub-cláusula 02.19.01.

#### **02.19.06 Cielos**

##### **02.19.06.01 General**

Excepto donde se indique algo distinto en los planos, todos los cielos deberán quedar a nivel, a las alturas indicadas en los planos, con uniones alineadas a precisión y sin ondulaciones de ninguna especie. El trabajo de cielos incluye el suministro total de materiales y mano de obra.

El Contratista debe entregar los cielos terminados incluyendo cornisas y remates, así como todos aquellos elementos, accesorios o detalles que, a juicio de La Supervisión, sean necesarios para la adecuada ejecución y nítido acabado. Deben incluirse todos los sistemas de suspensión de los cielos, aunque no se detallan expresamente en los planos.

Antes de iniciar el trabajo, El Contratista deberá verificar y consultar con La Supervisión su distribución definitiva: así como presentar muestras de los cielos y perfiles a instalar. La instalación y acabado de estos cielos deberá hacerse acatando los diseños, detalles, especificaciones técnicas, recomendaciones del fabricante y las indicaciones de La Supervisión, lo cual no implica que El Contratista pueda diluir su exclusiva responsabilidad por la óptima calidad de los cielos instalados.

##### **02.19.06.02 Materiales**

Todos los materiales que conforman los cielos deberán ser de primera calidad, fabricados, instalados y acabados por operarios especializados en cada tipo de cielo, utilizando los equipos y herramientas adecuadas. El hecho de que El Contratista subcontrate cualquier tipo de cielo, no lo releva de su exclusiva responsabilidad por la calidad de los materiales, fabricación, instalación y acabado. Se incluye en el trabajo la realización de todas las labores

complementarias que se requieran para que las instalaciones electromecánicas (sifones, registros, ductos, rejillas) sean ejecutadas en perfecta coordinación con la instalación de los cielos con el objeto de lograr un resultado integral, nítido y funcional.

#### **02.19.06.03 Cielo raso fibra mineral**

Las láminas de cielo falso suspendido serán fabricadas en fibra mineral de 16mm de espesor y de 61mm de arista, tipo "USG PLAFONES RADAR CLIMAPLUS" color blanco estándar, clasificación ASTM E1264, Tipo II, características de combustión de superficies según ASTM E84, Clase A. Los elementos de suspensión deberán ser de ACERO ESMALTADO COLOR BLANCO TIPO DONN XL.

El Contratista deberá proveer muestra de todos los tipos de lámina de fibra mineral y los soportes para aprobación dLa Supervisión.

#### **02.19.07 Puertas y ventanas**

##### **02.19.07.01 Puertas de madera**

Las puertas deberán ser construidas según las dimensiones mostradas en los planos y como lo indique La Supervisión. Deberán ser elaboradas en madera de pino curada y deberán estar provistas de sus respectivas mochetas y molduras según lo apruebe La Supervisión.

El acabado final en color será el establecido por La Supervisión en el sitio. El Contratista deberá presentar las especificaciones de la pintura a utilizar y el método de aplicación para ser aprobado por La Supervisión. En cualquier caso, si la superficie es madera de tipo resinoso, cuando el acabado final sea pintura de aceite, se aplicará una mano de sellador alquídico N° 600 de Kativo o similar, cubriendo los nudos con una mano delgada de pintura de aluminio N° 602, y las cabezas de los clavos con base anticorrosiva de cromato de zinc N° 614 o similar. Cuando el acabado sea con barniz, se usará sellador transparente N° 634 de Kativo o similar. Si la superficie es de madera contrachapada porosa, usar sellador especial N° 632, antes de la pintura. Todo cambio en los materiales a utilizar descritos en este párrafo deberá ser presentado para su aprobación a La Supervisión, antes de proceder.



**02.19.07.02 Puertas termo formadas**

Esta actividad consiste en el suministro e instalación de puerta termo formada incluye: marco, bisagras. El Contratista deberá presentar las especificaciones de la pintura a utilizar y el método de aplicación para ser aprobado por La Supervisión.

**02.19.07.03 Puertas de vidrio y aluminio**

Donde se indique, se deberá proveer puertas en marco de aluminio y hoja de vidrio del espesor recomendado por el fabricante en vidrio flotado transparente.

A menos que se indiquen otros espesores recomendados y garantizados por el fabricante, se utilizará el siguiente programa:

*Tabla 26 Espesores de Laminas de Vidrio*

Tamaño	Espesor del vidrio
Hasta 0.6 m <sup>2</sup>	3 mm.
De 0.6 m <sup>2</sup> a 1.2 m <sup>2</sup>	4 mm.
De 1.2 m <sup>2</sup> a 2.4 m <sup>2</sup>	5 mm.
Más de 2.4 m <sup>2</sup>	6 mm.
Celosías (con canto pulido)	5.6 mm.

Deberá proveerse una banda de adhesivo opaco de 20cms de ancho a una altura de 150cm sobre el nivel del piso en cada uno de los paneles.

Todas las puertas de aluminio deberán poseer cerrojos embutidos de acuerdo con el tipo de abatimiento y un brazo de empuje y jalador. Se deberá rotular el sentido de apertura en cada lado de la puerta.

**02.19.07.04 Ventanas de vidrio y aluminio**

Donde se indique se deberá suministrar e instalar ventanas elaboradas en perfiles de aluminio y vidrio, según el sistema especificado y los diseños que se señalen en los planos, detalles de fabricación y señalamientos de La Supervisión. Los perfiles de aluminio serán limpios de rebabas, grasas u otras sustancias que perjudiquen la fabricación de las ventanas; rectos, de dimensiones, color y espesor constantes. Previo a su fabricación deberán verificarse las

dimensiones de los marcos en el sitio de la obra. Las ventanas de vidrio incluyen: operadores manuales, tela metálica y todos los accesorios necesarios para su instalación. Para la colocación de las ventanas los marcos deberán estar debidamente tallados, los marcos de aluminio vienen fabricados de taller y se instalan con tacos Fisher No. 8 y tornillos de 50 mm. Una vez instalados los marcos y hasta que se han terminado los trabajos de obra gris y acabado se colocan las hojas de vidrio fijo.

#### **02.19.07.05 Ventanas de marco de aluminio y celosía**

Deberán estar fabricadas de marcos de aluminio y celosías de vidrio. Previo a su fabricación deberán verificarse las dimensiones de los marcos en el sitio de la obra. Las ventanas de celosía incluyen: operadores manuales, tela metálica y todos los accesorios necesarios para su instalación. Para la colocación de las ventanas los marcos deberán estar debidamente tallados los marcos de aluminio vienen fabricados de taller y se instalan con tacos Fisher No. 8 y tornillos de 50 mm. Una vez instalados los marcos y hasta que se han terminado los trabajos de obra gris y acabado se colocan las celosías. No se permitirá aberturas en el cierre de las celosías por aplastamiento del marco durante su instalación.

#### **02.19.07.06 Pintura para las puertas**

##### *i Pintura para puertas termo formadas*

Las puertas termo formadas deberán ser recubiertas con el siguiente sistema de pintura:

Primario: Sherwin Williams ProClassic Interior AcrylicLatex, serie B31W00051 acabado semi-brillante. Espesor de Película seca 100-150 micrones

Capa Final: Sherwin Williams ProClassic Interior AcrylicLatex, serie B31W00051 acabado semi-brillante. Espesor de Película seca 100-150 micrones

La superficie deberá ser preparada conforme las instrucciones del fabricante.

##### *ii Pintura para madera*

Todos los marcos y elementos de madera indicados para ser pintados deberán ser recubiertas con el siguiente sistema de pintura:

Sellador: Sherwin Williams Sher-Wood FastDry Vinyl Sealer, Sellador Concentrado No.46, espesor de película seca 15-18 micrones.

Capa Final: Sherwin Williams ProClassic Interior AcrylicLatex, serie B31W00051 acabado semi-brillante. Espesor de Película seca 100-150 micrones.

La superficie deberá ser preparada conforme las instrucciones del fabricante.

## **02.19.08 Lámina troquelada esmaltada para techos y cerramientos**

### **02.19.08.01 General**

Donde sea indicado, la cubierta de techos y cerramientos laterales será fabricada con láminas troqueladas esmaltadas calibre 24, recubrimiento galvalume tipo Rooftech Máster 1000, acero base ASTM 446 grado B, galvanizado ASTM 653, prepintado ASTM 755 y galvalume ASTM 792, con un peralte de cresta no menor que 35mm, de una sola pieza en la dirección longitudinal, sin juntas transversales.

Ambas caras tendrán acabado liso esmaltado prepintado color Verde/Blanco. El color final deberá ser aprobado por La Supervisión y deberá conformarse al tono especificado en los planos y de acuerdo con el apartado aplicable de estas especificaciones.

El Contratista deberá proveer un sistema integral de cubierta de techo con la hojalatería completa. El sistema debe ser hermético y a prueba de filtraciones y goteras. El Contratista debe garantizarlo como tal y no será excusa ni argumento para ningún reclamo la falta de detalles en planos o elementos estructurales que falten para soportar la cubierta o sus accesorios. Si en los planos faltan elementos soportantes o indispensables para el correcto funcionamiento de la cubierta o los cerramientos, estos deben ser contemplados en el monto ofertado para la cubierta o los cerramientos. La instalación deberá realizarse siguiendo las normas y procedimientos del fabricante.

### **02.19.08.02 Medida y pago**

La medida para el pago de la cubierta de techo y cerramientos con lámina troquelada esmaltada serán en metros cuadrados de cubierta o cerramiento efectivamente instalada donde se muestra en los planos o lo indique La Supervisión. El pago para la cubierta de techo y cerramientos con

lámina troquelada será al precio unitario de la oferta indicado en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## **02.20 Instalaciones hidráulicas y sanitarias**

### **02.20.01 Red de suministro de agua para consumo**

#### **02.20.01.01 General**

La red de agua para consumo incluye el suministro de todos los materiales, la mano de obra, herramientas y todo lo necesario para la construcción de la red de suministro de agua para consumo en la estación de impulsión lo que incluye la totalidad de las tuberías, accesorios, válvulas, cajas de registro, y tanque de almacenamiento.

El sistema incluye una derivación de agua potable desde la línea de mantenimiento de Ø2", antes de la válvula de limpieza, en tubería PVC Ø1/2" hacia todos los muebles sanitarios a ser instalados en la edificación, el tanque de almacenamiento y hacia un (1) grifo convencional localizado en el exterior del edificio.

El Contratista deberá realizar sus propias gestiones para estimar las cantidades de obra y elementos necesarios a ser incluidos en esta partida y deberá presentar, cuando sea requerido, un desglose de la misma en su respectiva ficha de precio unitario.

#### **02.20.01.02 Materiales**

Las tuberías de agua para consumo serán de PVC-SDR-21 o SDR-13.5. Las tuberías de diseño de la red de Agua Potable deberán cumplir con las siguientes características:

- La presión de trabajo mínima será de 17 Bar, o clase SDR-21.
- Cada tubería deberá ser de 6.10 m, de PVC (Cloruro de Polivinilo) con un coeficiente de fricción bajo que aumenta su eficiencia hidráulica, según el estándar ASTM-2241.
- Los accesorios cementados para agua potable inyectados según cédula 40.
- Las redes de agua potable serán probadas después de su instalación a una presión de 15 Bar con manómetro, se deberá registrar la hora de inicio, la presión inicial y la hora final

y su presión final la cual no deberá variar en un 10 % de la presión inicial para ser aceptada, este chequeo debe de cubrir un mínimo de 24 h.

#### **02.20.01.03 Pruebas y control de calidad**

Las tuberías serán sometidas, en su totalidad a una prueba hidrostática, con el fin de detectar defectos o fugas. La tubería será probada a una presión de 9 bar, la cual deberá ser sostenida sin fugas y sin bombeo por un período mínimo de 24 horas en el punto más alto de la tubería.

Todas las pruebas hidrostáticas deberán ser realizadas con la tubería expuesta, previo el aterrado y compactado de las zanjas y la fundición de losas y tabiques. El Contratista deberá suministrar, instalar y operar las conexiones necesarias, bombas, medidores y manómetros.

El Contratista deberá localizar y reparar todas las fugas y repetir las pruebas hasta que los resultados sean satisfactorios y cumplan con las especificaciones de esta sección, sin que esto represente ningún costo para El Contratante.

#### **02.20.01.04 Instalación de la tubería**

El Contratista deberá limar la tubería en sus extremos y retirar las rebabas. Deberá remover costras, polvo y tierra, tanto de adentro como de afuera del tubo, antes de ensamblar.

El Contratista deberá preparar las conexiones de los tubos a los equipos ya sea con bridas o con acoples.

##### *i Plantilla o cama*

La excavación de la zanja para la tubería deberá ser de acuerdo con lo indicado y se deberá colocar el material de plantilla en el fondo de la zanja de acuerdo con lo indicado para nivelar el material formando una capa continua, sin exceder el espesor indicado en los planos de proyecto.

El Contratista deberá excavar la zanja de acuerdo con las dimensiones de las tuberías. Se deberá afinar la excavación a mano para dar los niveles indicados para la instalación de la tubería.

Se rellenará a los lados y sobre el lomo de la tubería, pisoneando el material y luego compactándolo.

*ii Instalación de tubería*

Se deberá siempre mantener una separación mínima entre las tuberías de agua, drenaje sanitario y drenaje pluvial, de conformidad con los reglamentos del municipio o del estado.

El Contratista deberá instalar la tubería a la elevación indicada en los planos, con una tolerancia de 2.5 cm. Se tenderá la tubería, siguiendo una línea recta, permitiendo la expansión y contracción, sin esforzar a la tubería y a las juntas.

El Contratista deberá verificar que las elevaciones de la tubería enterrada cumplen con las condiciones de proyecto para asegurar que el relleno sobre el lomo de la tubería no es menor de 60 cm.

**02.20.01.05 Válvulas**

Serán instaladas en los sitios indicados en los planos y en todos aquellos sitios que las requieran, a juicio de La Supervisión.

a) Válvulas Seccionadoras

- Las válvulas seccionadoras o de compuerta deberán ser clase 9 Bar, se deberá instalar en la caja de válvulas con el objetivo del cierre del agua en determinada sección de la red principal, indicados en los planos.
- Las válvulas de compuerta deberán ser roscadas.

b) Válvulas de Retención (Check)

- Las válvulas de retención tendrán cuerpo de bronce, bonete roscado de bronce, compuerta oscilante de bronce adecuada para operar con la válvula en posición horizontal o vertical con flujo hacia arriba y asientos de buna-N.
- Todas las válvulas de retención deben ser roscadas.

Se deberán instalar las cajas de válvula, de tal manera que no transmitan cargas o golpeen al cuerpo de la válvula. Se centrará la caja de válvula sobre la tuerca de operación de la válvula debidamente aplomada. Se deberá asegurar la caja de válvula y dejar la tapadera a nivel del piso terminado. Las tapas serán metálicas y se asegurarán con candado.

#### **02.20.01.06 Tanque de almacenamiento**

El Contratista deberá suministrar e instalar un tanque de almacenamiento de agua potable donde lo indique La Supervisión para el suministro de agua de consumo. El tanque deberá ser suministrado e instalado con todos sus accesorios, incluyendo válvulas, adaptadores, ventilas y todos los accesorios requeridos para su correcto funcionamiento. El tanque deberá recibir un tratamiento desinfectante aprobado con hipoclorito de calcio luego de su instalación. Deberá poseer un mecanismo de purga para limpieza periódica.

El tanque deberá ser de polietileno de alta densidad de una sola pieza, provisto de una escotilla de acceso para mantenimiento interno, con una capacidad no menor a 1200 litros y será instalado a una altura suficiente que permita el suministro de agua por gravedad a todos los dispositivos sanitarios indicados en los planos. Se deberán proveer un filtro de cartucho apropiado para el uso, como sea indicado por La Supervisión.

#### **02.20.01.07 Medida y pago**

La medida para el pago de la red de suministro de agua para consumo de la estación de impulsión de la Presa La Hondura será por la suma global de todos los elementos determinados para formar parte de la presente partida bajo las especificaciones aplicables para cada uno de sus componentes. El pago será realizado al precio de suma global de la oferta establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas y dicho precio será la compensación total por el suministro, instalación, montaje, pruebas y puesta en marcha de la red de suministro de agua para consumo de la estación de impulsión de la Presa La Hondura.

### **02.20.02 Sistema de drenaje de aguas negras**

#### **02.20.02.01 General**

El sistema de drenaje de aguas negras incluye el suministro de todos los materiales, la mano de obra, herramientas y todo lo necesario para la construcción de una red de tuberías para el drenaje y el sistema de depuración de aguas servidas en la estación de impulsión lo que incluye la totalidad de las tuberías, accesorios, válvulas, cajas de registro, y fosa séptica y la red de infiltración de los rebalses.

El gradiente Hidráulico o pendiente que deberá llevar la red deberá cumplir por lo menos con el 3% de pendiente o sea 3 centímetros de desnivel por cada metro lineal de longitud para evitar auto-sifones o sedimentaciones.

#### **02.20.02.02 Red de tuberías**

##### *i Materiales*

El Contratista deberá proporcionar un catálogo de materiales conteniendo la relación de tuberías, accesorios y piezas especiales para esta etapa de construcción y deberá indicar los procedimientos especiales recomendados por el fabricante para instalar los productos especificados. El fabricante deberá certificar que los productos suministrados cumplen o exceden lo designado por las normas de la ASTM.

Los materiales para el sistema de drenaje de aguas negras deberán conformarse a las siguientes especificaciones:

- Tubería para drenaje sanitario y piezas especiales de PVC (Cloruro de Polivinilo) ASTM D1785, cédula 40, 80 y 120
- La tubería y piezas especiales deben cumplir con la norma ASTM-D3350 y ASTM-F-714. La tubería debe ser continuamente marcada con el nombre del fabricante y diámetro de la tubería.
- Las juntas de la tubería deben ser por medio de acoples herméticos, cumpliendo con la norma ASTM-D3350.
- La tubería deberá ser instalada de acuerdo con los requisitos de instalación del fabricante. Los fabricantes deberán ser aceptados y aprobados por La Supervisión.
- Transiciones. El cambio de una sección a otra en las conexiones y variaciones de dirección o pendiente en las tuberías se hará por medio de una caída o transición dentro de un pozo de visita o caja especial, indicándose en cada caso, en el plano del proyecto las elevaciones de sus plantillas, tanto de llegada como de salida.
- Juntas de tubería: Conectores de espiga, de compresión con unión de rosca NPT, o por medio de termo fusión.



*ii Pruebas de control de calidad*

*ii.1 Pruebas de la terracería*

La prueba de compactación será de acuerdo con la norma ANSI/ASTM D 698, ASTM D 2922 o la ASTM D 3017 de estas especificaciones.

Si las pruebas indican que el trabajo no cumple con los requisitos especificados, entonces se retirará dicho trabajo, para reponerlo y hacer pruebas nuevamente sin costo para El Contratante

*ii.2 Pruebas de deflexión*

Deberán ejecutarse en todos los tubos flexibles, Ninguna tubería debe exceder una deflexión de 5%. La prueba de deflexión será llevada a cabo usando una esfera rígida o un mandril, esta debe tener un diámetro igual al 95% del diámetro interior de la tubería. La prueba será llevada a cabo sin el uso de dispositivos mecánicos para empujar.

Las pruebas a las que serán sometidas las tuberías de aguas negras serán a tubo lleno durante tres horas y no deberán aparecer fugas en las uniones y conexiones, una vez transcurridas las tres horas deberán descargarse las tuberías y protegerlas contra la entrada de materiales o elementos extraños.

**02.20.02.03 Instalación**

El Contratista deberá afinar las excavaciones a mano para dar los niveles requeridos en el proyecto. Se deberá corregir cualquier sobre-excavación con relleno aprobado por La Supervisión. Deberá quitar las piedras grandes u otros materiales duros que puedan dañar la tubería, o impedir un relleno consistente durante la compactación.

La excavación de la zanja para la tubería se deberá colocar el material de plantilla en el fondo de la zanja de acuerdo con lo indicado para nivelar el material formando una capa continua, sin exceder el espesor indicado en los planos. El Contratista deberá mantener el contenido de humedad óptimo en el material de la cama para obtener la densidad de compactación requerida.

El Contratista deberá instalar tubería PVC (Cloruro de Polivinilo) ASTM D1785, cédula 40, 80 y 120 de acuerdo con los planos y las normas ASTM-D3350 y ASTM-F-714 y/o cumpliendo las instrucciones del fabricante. Los acoples deberán ser herméticos (impermeables). Se deberá

colocar la tubería de acuerdo con las pendientes indicadas en los planos del proyecto; con una variación máxima de la pendiente de 1 mm/m. Instalar el relleno de protección y el confinamiento a los lados y sobre la clave de la tubería con un espesor mínimo compactado de 30 cm, y con densidad de compactación según lo especificado.

El Contratista tomará las precauciones para evitar que la tubería se mueva o se dañe durante el proceso de relleno y compactación. Conectará la salida de la línea de excedencias de la planta de tratamiento a un sistema de infiltración a través de los pozos nuevos.

Los acoples serán de tipo hermético para formar un ducto continuo y firme, sin filtraciones y con superficie interior lisa y uniforme.

Todos los tubos se colocarán con el macho en posición aguas abajo y al instalarlos se procederá de abajo hacia arriba, siguiendo la pendiente fijada en el proyecto.

En la fabricación y manejo de los tubos el Contratista se obligará a:

- Proporcionar muestras de los tubos para que el personal que La Supervisión verifique que cumplen las especificaciones del proyecto, los procedimientos de construcción y efectuar el muestreo y las pruebas que se consideren necesarias.
- Tomar todas las precauciones en la transportación, almacenamiento, maniobras y colocación de los tubos, para evitar que estos sean dañados. La reposición y/o reparación de los tubos dañados serán por cuenta de El Contratista.

No deberán colocarse tubos dañados o con desportilladuras que, a juicio de La Supervisión no cumplan con lo especificado por el fabricante. El Contratista deberá retirar de la obra los tubos rechazados por La Supervisión.

Se contemplarán en sus alcances cuando se trabaje en zonas donde exista el nivel freático muy superficial:

- Rellenos adicionales para que no se levante la tubería en el momento de su colocación.
- Elemento de sujeción.
- Mejoramientos de superficie.

#### **02.20.02.04 Cajas de registro**

Se construirán de ladrillo de barro cocido, mampostería, bloque de cemento, o concreto armado. Llevarán una losa de fondo de concreto armado sobre una plantilla de concreto de 5 cm de espesor. La tapa será de concreto armado con marco de ángulo de 4" x 1/4" y contramarco de ángulo de lados iguales de 3 1/2" x 1/4". Las medidas exteriores de los registros serán de 0.90 m x 1.10 m.

Los registros de ladrillo de barro cocido, bloque o mampostería se construirán con una profundidad máxima de 1.20 m. Los registros de concreto reforzado para profundidades mayores de 1.20 m, deben incluir escalera tipo marinera. En zona de tránsito pesado, sin importar su profundidad, los registros se construirán de concreto reforzado. Cuando el diámetro del tubo que llega al registro sea de 60 cm o mayor, el registro deberá ser de concreto reforzado (caja), sin importar su profundidad. La tapa de los registros deberá ser de concreto reforzado de 6cm de espesor, seccionada para un esfuerzo menor en su mantenimiento.

Las dimensiones del registro en su sección horizontal estarán en función de la profundidad y diámetro de la línea del ducto, pero nunca será menor a 40x60 cm.

#### **02.20.02.05 Sistema de depuración de las aguas servidas**

El sistema de tratamiento de las aguas servidas de la estación impulsora será del tipo Tanque Biodigestor para tratamiento primario y un pozo de absorción o infiltración, en conformidad con los requisitos ambientales que sean definidos y las normativas sanitarias vigentes.

El tanque deberá tener una capacidad mínima de 600 litros fabricado en Polietileno Expandido de Alta Densidad (HDPE) de una sola pieza. Deberá proveerse una caja de registro para remoción de lodos y un pozo de absorción consistente en una fosa de 1x1 m de sección por 2m de profundidad rellena de material granular o cascajo. El tanque biodigestor deberá ser instalado a una distancia no menor a 10m de la edificación principal y deberá ser accesible para su mantenimiento (retiro de lodos).

El Contratista deberá someter la especificación del sistema y su localización propuesta para aprobación de la Supervisión.

El contratista deberá suministrar e instalar todos los equipos y accesorios requeridos para su funcionamiento y operación para llevar la calidad del agua tratada a los niveles aceptados por la Secretaría de Salud Pública.

#### **02.20.02.06 Medida y pago**

La medida para el pago del sistema de drenaje y depuración de aguas negras de la estación de impulsión de la Presa La Honduras será por la suma global de todos los elementos determinados para formar parte de la presente partida bajo las especificaciones aplicables para cada uno de sus componentes. El pago será realizado al precio de suma global de la oferta establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas y dicho precio será la compensación total por el suministro, instalación, montaje, pruebas y puesta en marcha del sistema de drenaje y depuración de aguas negras en la estación de impulsión de la Presa La Honduras.

### **02.21 Especialidades**

#### **02.21.01 Loza sanitaria**

El Contratista suministrará las piezas sanitarias detalladas en los planos y deberán instalarse de acuerdo con estas instrucciones y las del fabricante.

Los accesorios expuestos (grifos, sifones, tubos de abasto, etc.) de las piezas sanitarias serán de bronce con acabado de cromo pulido y estarán libres de ralladuras o imperfecciones. Todas las piezas sanitarias serán de fábrica nacional y de color blanco.

Todas las piezas sanitarias tendrán en su abastecimiento de agua potable una o dos llaves de control, según se trate de piezas con una o dos previstas de abastecimiento.

##### **02.21.01.01 Inodoros**

Se deberá instalar inodoros modelo “**ELDERLY CADET ELONGADO**” **American Estándar** color blanco o similar aprobado. Deberá ser provisto con todos sus accesorios y asiento e instalado como se muestra en los planos y como lo apruebe La Supervisión.

El Contratista deberá proveer una brida de bronce anclada al piso sobre el agujero de drenaje previo la instalación del inodoro. Se deberá anclar al piso con pernos indicados y con sello de mortero según las instrucciones del fabricante.

#### **02.21.01.02 Lavatorios**

Se deberá instalar lavatorios **EMBAJADOR American Estándar** o similar aprobado, de instalación en pared, de acuerdo con los planos. Se deberá aplicar compuesto sellador en las juntas entre las paredes como lo indique La Supervisión.

#### **02.21.01.03 Portarrollos**

Se deberá instalar portarrollos para papel higiénico del tipo y modelo aprobado por La Supervisión.

#### **02.21.01.04 Espejos**

Uno para cada mueble de lavatorio, de 60 cm de alto y a todo lo ancho del mueble de lavatorio. Los espejos serán biselados en todo su perímetro.

#### **02.21.01.05 Medida y pago**

El pago por el suministro e instalación de los elementos de loza sanitaria será realizado al precio unitario de la oferta para cada elemento de losa sanitaria establecido para ello en la lista de cantidades valoradas e incluirá el costo por todos los materiales y accesorios como grifería, cubiertas, asientos y soportes y el costo de la mano de obra, herramientas y equipo necesario para la correcta instalación de cada elemento de loza sanitaria y los accesorios indicados en esta especificación.

### **02.22 Pavimentos**

#### **02.22.01 Pavimento de concreto**

##### **02.22.01.01 General**

Este trabajo consiste en la construcción de un pavimento de concreto de cemento portland sobre una subrasante preparada o una capa de base.

### **02.22.01.02 Materiales**

El concreto para los pavimentos deberá conformarse a lo establecido en la Sub-Cláusula 02.08 más atrás para un concreto, según se muestra en los planos o lo indique La Supervisión.

Las proporciones indicadas en la fórmula de la mezcla deberán ser mantenidas durante la producción del concreto, excepto ante la presentación de las siguientes situaciones:

- 1) Si el contenido de cemento en el concreto varía en más de un 2% con respecto al valor establecido, las proporciones serán ajustadas a fin de mantener un contenido de cemento dentro de las tolerancias porcentuales autorizadas.
- 2) Si no es posible producir un concreto con la trabajabilidad y plasticidad deseada, deberán efectuarse los cambios necesarios en la fórmula de la mezcla aprobada, pero sin variar el contenido de cemento originalmente establecido excepto en situaciones como las previstas en los casos 3) y 4) más adelante indicados.
- 3) Si no se puede obtener un concreto con la consistencia requerida, sin exceder el máximo permisible de la relación agua cemento, el contenido de cemento deberá ser incrementado sin exceder la máxima relación agua cemento permitida.
- 4) No se efectuarán cambios de las fuentes de obtención de los agregados, o del tipo de los mismos, hasta que una nueva fórmula revisada y nuevas proporciones establecidas a través de ensayos de laboratorio y ensayos de la mezcla sean aprobados.
- 5) Si se especifica un concreto con aire incorporado, deberán efectuarse cambios en las proporciones o en los procedimientos de mezclado, si fuera necesario, para mantener el contenido de aire del concreto dentro de los límites especificados.

### **02.22.01.03 Equipo**

Antes de comenzar con las operaciones de pavimentación, todos los equipos y herramientas necesarios para la preparación de la subrasante, dosificación, pavimentación, terminación y operaciones de curado, deberán estar en el lugar del proyecto.

El equipo estará adecuadamente ajustado y en buenas condiciones mecánicas, y aquel equipo que a criterio de La Supervisión no esté en forma de producir un concreto de la calidad especificada, deberá ser ajustado, reparado o reemplazado.

*i Planta y equipo para mezclado*

La planta de mezclado deberá estar en conformidad con lo indicado en la sub-cláusula 02.08.02.01 más atrás.

*ii Equipo de acabado*

El pavimento será construido utilizando pavimentadoras de moldes deslizantes o con equipo que utilice moldes fijos

- 1) Método de moldes deslizantes. El concreto será colocado mediante una pavimentadora de moldes deslizantes capaz de desparramar, consolidar, enrasar, y acabar el concreto fresco y colocado mediante una pasada completa de la pavimentadora. La pavimentadora proveerá un pavimento denso y homogéneo con una superficie que se encuentre dentro de las tolerancias previstas en el Contrato y una cantidad mínima de acabado a mano. La alineación y altura de la pavimentadora serán reguladas mediante líneas de referencia exteriores al pavimento.
- 2) Método utilizando moldes laterales encofrados. La máquina acabadora estará equipada con por lo menos dos rieles del tipo oscilante transversal, capaces de terminar la superficie dentro de las tolerancias especificadas. Los vibradores que serán empleados para obtener la consolidación del concreto en todo el ancho entre moldes deberán ser del tipo superficial a batea (recomendando que este tipo de vibrador superficial se utilice en pavimentos con espesores no mayores de 20 cm) o del tipo interno, bien sea con tubo sumergido o de cabeza vibratoria múltiple. Los vibradores pueden estar fijados al distribuidor, a la máquina terminadora, o montados en un vehículo separado. No deberán estar en contacto con el acoplamiento, el dispositivo para el transbordo de la carga, la subrasante ni los moldes laterales. La frecuencia de los vibradores superficiales no será menor de 3,500 impulsos por minuto y la frecuencia para los vibradores sumergidos será de 5,000 impulsos para los vibradores de tubo y no menor de 7,000 impulsos por minuto para los de cabeza vibradora. Cuando se utilicen vibradores interiores de tipo cabeza múltiple, en proximidades de los moldes la frecuencia no será menor que 3,500 impulsos por minuto.

*iii Aserrado del concreto*

Se dispondrá de suficientes equipos de aserrado que permitan aserrar las juntas en las dimensiones requeridas y con la velocidad necesaria. Deberá proveerse facilidades de iluminación artificial que permitan el aserrado nocturno y asimismo deberán mantenerse en forma permanente en la obra durante la colocación del concreto, equipos de refuerzo para aserrado que permita enfrentar los posibles problemas de agrietado prematuro o puesta fuera de servicio del equipo original.

*iv Moldes*

Los moldes laterales rectos deberán ser metálicos con un espesor no menor a 5 mm y provistos en tramos no menores de 3 m de longitud. Los moldes deberán tener una altura igual al espesor de bordes especificado para el pavimento, sin juntas horizontales, y una base con ancho tal que sea igual a la altura del molde. Moldes curvados o flexibles con radios adecuados se utilizarán para curvas con radios de 30 m o menores, y deberán proveerse dispositivos adecuados que aseguren la colocación de los moldes en forma tal que permanezcan rígidos durante la operación del equipo pavimentador. Las riostras se extenderán hacia afuera en la base no menos de dos tercios de la altura de los moldes. Los moldes que muestren las superficies superiores maltratadas se encuentren encorvados torcidos o rotos deberán ser retirados de la obra.

El borde superior del molde no tendrá desviaciones respecto a un plano horizontal en más de 3 mm en 3 m y su cara no tendrá variaciones de más de 6 mm en 3 m. Los moldes deberán poseer un diseño tal que permita el anclaje adecuado de los extremos de una sección con otra, que aseguren una resistencia adecuada al pasaje del equipo de pavimentación.

**02.22.01.04 Preparación de la subrasante o base**

La subrasante o base, nivelada y compactada será cortada hasta obtener la correcta cota, extendiendo el acabado de la misma más allá de los bordes del futuro pavimento de concreto a colocar, en forma de permitir la ubicación adecuada de los moldes o el correcto desplazamiento del equipo pavimentador de moldes deslizantes.

**02.22.01.05 Colocación de los moldes**

La superficie de apoyo de los moldes será compactada en toda la longitud del molde en contacto con la subrasante; todas las irregularidades encontradas por debajo de la cota establecida



deberán ser rellenadas y cuidadosamente compactadas para enrasar con la subrasante o la capa de base, mediante la colocación del material en capas de 10 mm o menos, a una distancia de 40 cm a cada costado de la base del molde. Todas las imperfecciones o variaciones por arriba de la subrasante o base serán corregidas mediante apisonado o recorte según fuere necesario. Los moldes serán colocados con la suficiente anticipación a la colocación del concreto en forma de permitir tener el tiempo suficiente para verificar la alineación y nivelación y permitir una operación de colocación del concreto satisfactoriamente continua. Luego de la colocación de los moldes, la rasante será cuidadosamente apisonada por afuera y por adentro de los bordes de la base de los moldes; los moldes serán estaquillados en el lugar con no menos de tres espigas para cada tramo de 3 m; una espiga estará colocada a cada lado de cada unión. Los tramos de moldes serán ajustadamente apretados en forma de impedir su libertad de movimiento en cualquier dirección y no podrán desviarse de una línea verdadera en más de 6 mm en cada uno de sus puntos. Los moldes serán colocados en forma tal de soportar el impacto y la vibración del equipo de consolidación y acabado sin que se produzcan deflexiones o asentamientos visibles. Los moldes serán limpiados y revestidos con sustancias adecuadas o bien aceitados antes de la colocación del concreto. El alineamiento y nivelación de los moldes será chequeado y las correcciones se harán, en caso necesario, inmediatamente antes de la colocación del concreto; cuando algún molde haya sido alterado en su ubicación o cuando algún punto de la rasante se haya vuelto inestable, el molde será recolocado y vuelto a verificar.

#### **02.22.01.06 Acondicionamiento de la subrasante o capa de base**

La subrasante o capa de base será terminada de acuerdo a la sección transversal especificada. Las zonas altas serán recortadas y las zonas bajas rellenadas y compactadas hasta alcanzar condiciones similares de la rasante inmediatamente adyacente; la rasante terminada deberá ser mantenida en una condición de lisura y compactación adecuada hasta que sea colocado el pavimento. Salvo que esté especificado el uso de material impermeable de recubrimiento, la subrasante o capa de base deberá mantenerse uniformemente húmeda durante la colocación del concreto.

#### **02.22.01.07 Colocación del concreto**

El concreto será colocado con una cantidad mínima de manejo. Los camiones agitadores, o unidades de transporte no agitadoras que no sean capaces de descargar concreto sin segregación,

deberán ser descargadas dentro de un mecanismo colocador que lo distribuya mecánicamente. La colocación del concreto será continua entre juntas transversales sin el empleo de tablonces de contención intermedia. La distribución manual será realizada con palas y no se permitirá el uso del rastrillo; los trabajadores no caminarán sobre el concreto fresco con calzado que esté sucio con tierra o con sustancias extrañas. No se operarán equipos mecánicos sobre un carril previamente construido del pavimento hasta que se haya obtenido en el mismo la resistencia especificada para el concreto a los catorce días. Si sobre los carriles existentes circularan solamente equipos de acabado, se podrán pavimentar las losas adyacentes siempre que el concreto de los carriles existentes haya alcanzado una resistencia a la flexión de 3.4 MPa ensayadas utilizando el AASHTO T97. Los materiales componentes del concreto que puedan caer o se introduzcan en la superficie de una losa terminada deberán ser removidos inmediatamente sin producir daño a la losa.

- 1) Método con moldes deslizantes. Donde haya secciones de pavimentos que estén en contacto con otros carriles comprometiendo juntas longitudinales, el concreto próximo a estas juntas deberá ser colocado y terminado según sea requerido mediante el método de pavimento standard o mediante el uso de moldes falsos a continuación de los moldes deslizantes. Los moldes falsos serán metálicos y de un calibre suficiente que les permita mantener su perfil y una continuidad en la alineación de los mismos. El uso de moldes falsos estará sujeto a su comportamiento satisfactorio; si el pavimento no puede ser construido sin la producción de desniveles notables en los bordes por falta de alineación, el uso de estos moldes falsos será eliminado. El arriostamiento será efectuado en forma tal que no haya más de tres metros de moldes falsos no arriostrados; los moldes falsos deberán permanecer en su lugar por un mínimo de 90 minutos o hasta que puedan ser removidos sin dañar el concreto adyacente. La superficie de la subrasante o sub-base, bajo y entre las orugas de la pavimentadora del molde deslizante no deberá acusar desniveles en más o en menos de 5 milímetros respecto al perfil establecido.
- 2) El equipo mecánico que será utilizado para colocar los refuerzos de acero o las membranas en el pavimento deberá posicionar los aceros de refuerzo y dicha membrana dentro de las tolerancias especificadas. El equipo pavimentador de moldes deslizantes deberá desparramar, consolidar, enrasar y hacer el acabado flotante del concreto colocado fresco en una pasada de manera tal que sea requerido un mínimo de acabado

flotante a mano. Las operaciones de depósito, desparramo, consolidación y acabado del concreto deberán mantener una operación continua de avance sin arrancar o detener la pavimentadora. El acabado final será obtenido como se especifica en la Sub-Cláusula 02.22.01.11vii más adelante, con el fieltro adosado a los moldes de arrastre. La superficie y los bordes serán curados por alguno de los métodos indicados en la subsección 02.22.01.13 más adelante. Los materiales para la protección de los bordes y la superficie del concreto, aún no endurecidos, deberán estar disponibles en la pavimentadora. Moldes metálicos estándar o planchas de madera con un espesor nominal de no menos de 25 mm y un ancho nominal de no menos que el espesor del pavimento, serán utilizadas para la protección de los bordes. FielTRO o papel de curado puede ser utilizado para proteger las superficies del pavimento. Cuando la lluvia parezca inminente las operaciones de pavimentación deberán suspenderse y todo el personal disponible deberá colocar moldes laterales contra los bordes y cubrir la superficie del concreto aún no endurecido. Las pavimentadoras de molde deslizante deberán ser autopropulsadas y capaces de colocar, consolidar y acabar losas de pavimento de concreto en forma correcta con la sección transversal y perfil correspondiente en una pasada completa, sin el uso de moldes laterales fijos. La pavimentadora estará equipada en forma tal de desparramar el concreto en un espesor uniforme antes que entre por la garganta de la máquina; el concreto será vibrado externa o internamente para consolidar el mismo a través de su ancho y profundidad total.

- 3) Método con moldes laterales estacionarios. El concreto será consolidado acabadamente mediante vibradores contra y a lo largo de las caras de todos los moldes y a lo largo de la longitud total y ambos lados de todos los ensambles de juntas; los vibradores no serán operados por más de 5 segundos en cada una de sus ubicaciones. El concreto no será volcado directamente sobre un ensamble de juntas sino depositado lo más próximo posible a las juntas de contracción y expansión sin perturbar las mismas.

#### **02.22.01.08 Especímenes de ensayo**

El Contratista deberá proveer el concreto para la confección de cilindros y vigas de prueba y para la realización de ensayos de aire incorporado y asentamiento.

**02.22.01.09 Nivelado del concreto y colocación de refuerzos**

El concreto será nivelado de acuerdo a la sección transversal indicada en los planos. Cuando el pavimento de concreto sea colocado en dos capas, la capa inferior será nivelada y consolidada al ancho, largo y espesor requerido para colocar la capa de tejido o de malla de refuerzo directamente sobre el concreto en su posición final y sin manipuleo posterior; si la capa superior no ha sido colocada dentro de los 30 minutos, la capa inferior será removida y reemplazada con concreto fresco a cargo del Contratista. Cuando el pavimento de concreto sea colocado en una sola capa, el acero de refuerzo puede ser posicionado por delante de la colocación del concreto o mediante métodos mecánicos luego que el concreto de consistencia plástica haya sido desparramado. Las varillas de refuerzo que presenten aceite, pintura, grasa, defectos de laminado, oxidación suelta o de mucho espesor, u otros materiales extraños, será limpiada o no se permitirá su uso en el trabajo.

**02.22.01.10 Juntas**

Las juntas serán construidas según el tipo, dimensiones, y ubicación requerida en el contrato; todas las juntas estarán protegidas de la intrusión de materiales extraños perjudiciales antes de ser selladas.

*i Juntas Longitudinales**i.1 Dimensiones*

El ancho de las juntas será como esté especificado, con una profundidad mínima de 1/3 del espesor de la losa.

*i.2 Barras de anclaje*

Las barras de anclaje de acero deformadas construidas con el material y en las longitudes, secciones y distanciamiento especificadas, serán colocadas perpendicularmente a la junta longitudinal y a la profundidad establecida en los planos. Las barras de anclaje pueden ser colocadas mediante equipo mecánico o rígidamente aseguradas mediante soportes que eviten su desplazamiento. Cuando se construyan en forma separada carriles adyacentes las barras de anclaje pueden ser dobladas en ángulos rectos contra los moldes del primer carril pavimentado, y posteriormente enderezados hasta su posición final antes de colocar el concreto en el carril

adyacente; se podrán utilizar asimismo conectores de dos piezas. Si los conectores de dos piezas para las barras de anclaje son insertados mecánicamente durante la pavimentación con moldes deslizantes deberá procurarse mantener una alineación y adherencia con el concreto plástico en forma adecuada.

### i.3 Construcción

Las juntas longitudinales pueden ser formadas o aserradas en el concreto en estado plástico. El aserrado deberá efectuarse aproximadamente entre cuatro y veinticuatro horas luego del colado del concreto e inmediatamente después de que hayan sido completadas las juntas transversales; el único equipo permitido sobre el pavimento durante las operaciones de aserrado será la sierra. Las juntas formadas o aserradas serán inmediatamente curadas mediante uno de los siguientes métodos:

- 1) Método 1. Se utilizará una cinta de polietileno de por lo menos 6 cm de ancho con material adhesivo cerca de sus bordes la cual será centrada sobre la junta y apretada firmemente en su lugar.
- 2) Método 2. Un inserto de tipo soga o de tira de un material no metálico, inerte, resiliente, compresivo, no absorbente y sin contracción deberá ser colocado a lo largo de la junta en forma tal que quede nivelado con la superficie del pavimento. El compuesto para curado se desparramará sobre la junta en forma tal que forme una barrera de vapor sobre la misma y además para retocar las zonas donde el material de curado del pavimento haya sido dañado por las operaciones de aserrado. El diámetro de la soga o tira será de aproximadamente un 25% mayor que el ancho de la junta; todos los materiales que hayan contaminado las juntas durante la operación de aserrado deberán ser limpiados antes del curado de las mismas.

### i.4 Sellado

Las juntas deberán ser selladas después de cumplido el período de curado y antes de que el pavimento sea librado al tráfico. Antes del sellado las juntas serán cuidadosamente limpiadas mediante soplado de arena seguido por un chorro de aire, libre de aceites, que permita la remoción de todas las esquirolas o basura que permanezcan sobre la superficie o en la abertura de las juntas; las juntas deberán secarse completamente antes de comenzar con su sellado. La

parte inferior de la ranura de las juntas será sellada a una profundidad uniforme con una varilla adecuada que prevenga la entrada del sellador por debajo de la profundidad especificada; la herramienta a utilizar deberá ser compatible con el tipo de sellador especificado e instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. Selladores colocados en caliente no serán colocados cuando la temperatura del pavimento esté por debajo de los 10° centígrados. Los selladores de aplicación en frío y los de siliconas serán colocados a las temperaturas del pavimento recomendadas por el fabricante. En el caso de siliconas que requieran imprimación previa de la junta esta será efectuada siguiendo las recomendaciones del fabricante en lo que respecta a la cantidad de material de imprimación y tiempo de curado. La parte superior del material sellador deberá estar en su posición final, a seis milímetros por debajo de la superficie del pavimento, con una tolerancia en más o en menos de 3 mm.

## *ii Juntas de contracción*

### *ii.1 Ubicación y dimensiones*

Las juntas de contracción serán espaciadas según se especifique. La junta formada o aserrada será en su primera etapa tan angosta como los métodos constructivos lo permitan y deberán tener una profundidad mínima de 1/3 del espesor de la losa. El aserrado final creará un espacio que permitan la colocación adecuada del tipo de sellador a utilizar.

### *ii.2 Transferencia de carga*

Los elementos para transferencia de cargas serán instalados en todas las juntas transversales. Estos elementos de transferencia de carga consistirán en pasadores del material y tamaño especificado, espaciados en 30cm. uno de otro y mantenidos en posición mediante una canasta de alambre o colocados mecánicamente. Los pasadores se colocarán a la profundidad indicada en los planos y serán paralelos a la superficie y al borde del pavimento con una tolerancia en su alineación de más o menos 6mm. por pasador.

El concreto será vibrado alrededor de todos los pasadores sin alterar su posición. El método de colocación de los pasadores deberá demostrar que las barras queden en su ubicación apropiada luego de que el tren pavimentador haya hecho su pasada final sobre la junta. El centro del conjunto de pasadores será marcado a ambos lados de la losa como referencia para la formación

o aserrado de las juntas de contracción. La longitud total de cada pasador será íntegramente pintada con un lubricante aprobado para prevenir su adherencia al concreto.

### ii.3 Construcción

Las juntas formadas serán colocadas mientras el concreto tenga consistencia plástica. El aserrado de las juntas comenzará inmediatamente luego de que el concreto haya endurecido lo suficiente como para permitir el aserrado sin desprendimientos de los bordes. Todas las juntas serán aserradas en el período indicado en las especificaciones que, en general será de entre cuatro y veinticuatro horas desde el momento de la colocación del concreto, pero en el caso de la aparición de juntas de contracción incontroladas, la operación de aserrado deberá adelantarse y, si fuera necesario se deberán aserrar juntas adicionales para eliminar las fisuras de contracción. Si la fisuración no puede ser prevenida por un aserrado temprano, la ranura de la junta de contracción será formada antes del fraguado inicial del concreto. Las sierras para esta tarea serán el único equipo permitido sobre el pavimento durante las operaciones de aserrado. La etapa final o secundaria del aserrado que permitirá la formación del espacio adecuado que sirva de contenido al sellador deberá ser realizada no antes de las 72 horas a partir de que se haya colado el concreto.

### ii.4 Sellado

Antes de proceder al sellado se deberá aserrar las juntas en forma tal de que quede un espacio suficiente para permitir la colocación del sellador especificado; el sellador será instalado de acuerdo a las normas establecidas en el numeral 02.22.01.10i.4 más atrás para las juntas longitudinales. Cuando se empleen sellos preformados elastoméricos, el material adhesivo lubricante será aplicado en las caras de la junta y en los costados de los sellos para facilitar su instalación y asegurarlos dentro de la junta. El lubricante será aplicado en toda el área del sello en contacto con las caras de la junta; el material lubricante adhesivo que quede en la parte superior del sello será inmediatamente eliminado. Los sellos preformados serán instalados en estado de compresión con el eje vertical del sello paralelo a las caras de la junta y serán instalados en ellas a la profundidad especificada utilizando equipos o herramientas que no doblen, anuden, enrulen o dañen el sello y que lo inserten en forma tal de que su elongación no

exceda el 5% de la longitud original del mismo. Los sellos colocados deberán ser continuos y de una sola pieza. Empalmes hechos en fábrica o in-situ no serán permitidos.

*iii Juntas de expansión*

En el acceso a puentes y la corona de la presa deberán ser construidas juntas de expansión según lo establezcan los requerimientos del contrato. Las juntas de expansión a ubicar en otros sitios tendrán como mínimo un ancho de 20 mm y deberán ser rellenadas con material pre-formado. El relleno de la junta de expansión con el espesor especificado deberá ser continuo a través de la losa del pavimento y estar deprimido 12 mm bajo la superficie del mismo. El relleno de la junta de expansión deberá ser mantenido en una posición vertical y no se desviará en más de 6 mm de una línea recta a lo largo de la línea central de la junta. El relleno deberá ser mantenido alineado mediante una canaleta de metal hasta el fraguado inicial del concreto, luego del cual estas piezas pueden ser removidas. Los pasadores y materiales pre-formados para las piezas de transferencia de carga deberán ser mantenidos en su lugar mediante una canasta de alambre que quedará perdida en el pavimento; una tapa o camisa metálica deberá ser provista en cada pasador para permitir la expansión; la tapa o capuchón estará equipado con un tope para evitar su cierre durante las operaciones de pavimentación y deberá mantenerse una luz de 25 mm entre el extremo cerrado del capuchón y la punta del pasador para permitir los posibles futuros movimientos de la losa de concreto.

*iv Juntas de construcción transversales*

Las juntas de construcción transversales deberán ser construidas cuando el colado del concreto se interrumpa por más de 30 minutos. Las juntas transversales de construcción no serán ubicadas a menos de 3 m de cualquier otra junta transversal. Si al momento de la interrupción no ha sido provisto y mezclado suficiente concreto para formar una losa con una longitud de más de 3 m, el concreto posterior a la junta precedente debe ser removido. Las juntas de construcción transversales se realizarán al fin de cada día de trabajo. Deberán tenerse permanente en obra los moldes transversales adecuados que permitan la terminación de la colada en caso de emergencia y al final de cada día de trabajo.



**02.22.01.11 Enrasado final, compactación y acabado***i Secuencia*

La secuencia de operaciones será la siguiente: enrasado, compactación, flotación, remoción de la lechada sobrante, emparejamiento y acabado final de la superficie. Se deberán proveer puentes de trabajo o elementos similares que permitan el acceso a la superficie del pavimento para las operaciones de acabado, emparejamiento y realización de correcciones en caso de que fuera necesario. No se permitirá el añadido de agua superficial al concreto para lograr su acabado.

*ii Acabado en las juntas*

- 1) El concreto próximo a las juntas será compactado o firmemente colocado, sin que se presenten vacíos o segregación contra el material de la junta, bajo y alrededor de todos los elementos de transferencia de cargas, unidades de ensambles para juntas y todo otro elemento que deba quedar incorporado dentro del pavimento; el concreto próximo a las juntas será mecánicamente vibrado como se requiere en la sub-sección 02.22.01.07 más atrás.
- 2) Luego de que el concreto haya sido colocado y vibrado en las proximidades de las juntas, la máquina terminadora deberá ser transportada hacia adelante sin provocar daño o desalineamiento de las mismas. Si la operación ininterrumpida de la máquina terminadora que va a, sobre y más allá de las juntas, causara segregación del concreto o daño o desalineamiento de las juntas, la máquina terminadora deberá ser detenida cuando el escantillón delantero esté aproximadamente a 20 cm de la junta. El concreto segregado deberá ser removido del frente y encima de la junta y el escantillón delantero levantado y colocado directamente sobre la junta antes de reanudar el movimiento hacia adelante de la máquina acabadora. Cuando el segundo escantillón esté suficientemente próximo, como para causar que un exceso de mortero fluya sobre la junta, este escantillón será levantado y transportado por sobre la junta. Luego de esto, la máquina terminadora podrá desplazarse sobre la junta sin levantar los escantillones, teniendo en cuenta que no haya concreto segregado inmediatamente entre la junta y el escantillón ni sobre la junta.

*iii Acabado a máquina*

- 1) Método no vibratorio. Inmediatamente después de que el concreto sea distribuido o desparramado deberá ser perfilado y repasado por la máquina acabadora. La máquina deberá desplazarse sobre cada área del pavimento tantas veces y en tantos intervalos como sea necesario para proveer una adecuada compactación y dejar una superficie de textura uniforme; deberán evitarse excesivas operaciones de acabado sobre áreas determinadas. Durante el primer paso de la máquina acabadora, una cresta uniforme de concreto deberá ser mantenida por delante del escantillón en toda su longitud.
- 2) Método vibratorio. Los vibradores cuya acción sea en el ancho total del pavimento de la losa de concreto deberán satisfacer el numeral 02.22.01.03ii más atrás. Si no es posible obtener una satisfactoria compactación del concreto mediante el método vibratorio en las zonas de juntas a lo largo de los moldes en cercanías de estructuras y a lo largo y a lo ancho de todo el pavimento, deberán proveerse otros equipos y métodos que satisfagan las especificaciones correspondientes.

*iv Acabado a mano*

Los métodos de acabado a mano serán utilizados únicamente bajo las siguientes condiciones:

- 1) En el caso de que el equipo mecánico quede inutilizado, se suspenderá la colocación del concreto y aquél que ya haya sido depositado sobre la rasante será terminado a mano.
- 2) En zonas angostas o de dimensiones irregulares que no puedan ser terminadas con equipos mecánicos.

El concreto será enrasado con una enrasadora portátil adecuada. Una segunda enrasadora portátil deberá utilizarse para enrasar la capa inferior del concreto en el caso de estar utilizándose acero de refuerzo. El escantillón para la superficie deberá ser como mínimo, 60 cm más largo que el ancho máximo de la losa, suficientemente rígido para mantener su forma y estar construido de metal o de otro material reforzado con metal; la compactación se realizará mediante un vibrador manual. El escantillón será desplazado hacia adelante sobre los moldes con un movimiento combinado longitudinal-transversal con una resultante en la dirección del trabajo, avanzando sin levantar ninguno de los extremos que están apoyados sobre los moldes laterales. Este proceso de enrasado deberá ser repetido hasta que la superficie presente una textura uniforme, libre de zona porosas, concordante con la sección transversal y a la rasante.

v *Frotación.*

Luego de que el concreto haya sido enrasado y consolidado la superficie será rectificada y compactada aún más mediante un enrasador utilizando alguno de los métodos especificados a continuación.

- 1) Método manual. Se utilizará un enrasador longitudinal manual cuyas dimensiones no sean inferiores a los 3.60 m de longitud y 15cm de ancho, que posea una rigidez suficiente para evitar su flexibilidad y combadura. Este enrasador longitudinal será operado desde paralelas que descansen sobre los moldes laterales y librando, pero no tocando el concreto se deberá manejar con un movimiento de aserrado, mientras es mantenido en una posición de frotación paralela con la línea media del camino y desplazándose gradualmente de un lado del pavimento al otro. El movimiento hacia adelante a lo largo del eje central del pavimento se ejecutará en avances sucesivos cuya longitud no supere la mitad de la longitud del flotador; cualquier exceso de agua o de la lechada deberá ser secado por encima de los moldes laterales en cada pasada.
- 2) Método mecánico. El enrasador mecánico deberá estar en aceptables condiciones de trabajo que aseguren el lograr un ajuste preciso del coronamiento requerido y además estará coordinado con el ajuste de la máquina de acabado transversal.
- 3) Método mecánico alternativo. Como una alternativa al punto 2) arriba indicado se podrá usar una máquina compuesta por uno o varios enrasadores, cortadores y alisadores, suspendidos y guiados por un bastidor rígido, montado sobre cuatro o más ruedas que se desplacen sobre y constantemente en contacto con los moldes laterales.

A continuación del frotador mecánico un frotador de mango largo con láminas no menores de 1.50 m. de longitud y de 15 cm. de ancho podrá ser usado para suavizar y rellenar las zonas de textura abiertas que hayan quedado en el pavimento. Estos enrasadores de mango largo no serán utilizados para enrasar el total de la superficie del pavimento y el reemplazo en el enrasado mecánico.

Cuando el enrasado y la compactación son efectuados por método manual y la corona del pavimento no permite el uso del enrasado longitudinal la superficie será frotada transversalmente por medio del frotador de mango largo teniendo cuidado de no modificar el coronamiento del pavimento durante la operación.

Después del enrasado final todo el exceso de agua y lechada será removida de la superficie del pavimento, mediante el uso de un escantillón de un largo mínimo de tres metros; las sucesivas pasadas serán traslapadas en la mitad de largo de la cuchilla.

*vi Correcciones de la superficie*

Después de que el enrasado ha sido completado y toda la lechada del agua en exceso removida, deberán ser corregidas las irregularidades que permanezcan en la superficie del pavimento mientras éste se encuentre en estado plástico. Las depresiones deberán ser rellenadas, enrasadas, consolidadas y vueltas a cavar; las zonas que hayan quedado altas serán rebajadas y rehechas. La superficie a través de las juntas deberá llevarse a una lisura acorde con las especificaciones. Se deberá continuar con las correcciones de la superficie hasta que el total de la misma quede libre de irregularidades y la losa se mantenga dentro de las tolerancias aceptadas para su sección transversal, superficie y a nivel.

*vii Acabado final.*

La superficie será texturizada mediante cepillo, cinta acabado de arrastre o equipo que provoquen ranuras transversales en el concreto plástico, luego de que la película de agua haya desaparecido; el texturizado será completado mientras el concreto esté en estado plástico sin provocar arrastres en la superficie, y la superficie texturizada acabada estará libre de zonas ásperas y porosas irregularidades y depresiones. El texturizado se completará mediante uno de los siguientes métodos especificados:

- 1) Textura final utilizando cepillo. El cepillo será manejado desde el centro al borde del pavimento con movimientos contiguos efectuados con una ligera superposición de los mismos. La operación de cepillado producirá un arrugamiento en la superficie que será uniforme en aspecto y tendrá un espesor aproximado de un milímetro y medio. Si se obtuvieran de esta manera resultados satisfactorios, este método puede reemplazar al barrido mecánico.
- 2) Textura final obtenido con cinta. La superficie será cinteada con una correa o banda de dos telas de lona o con un ancho no inferior a los 20 cm y con una longitud como mínimo un metro mayor que la del ancho del pavimento. Estas correas manejadas manualmente deberán tener manijas que permitan una manipulación de las mismas uniforme y

controlada y la correa será operada mediante golpes cortos transversales al eje longitudinal del camino y con un avance rápido paralelo a dicho eje central.

- 3) Textura final mediante rastras. La rastra consistirá en una tira sin costura de arpillera o tejido de algodón que produzca una superficie uniforme de textura áspera, luego de ser arrastrada longitudinalmente a lo largo del ancho total del pavimento. Para pavimentos con anchos mayores a los 4.80 m estos elementos arrastrados serán montados sobre un puente que se desplace apoyándose en los moldes laterales. Las dimensiones de los elementos de arrastre serán tales que una tira de arpillera o tejido, de por lo menos 3 m de ancho, permanezca en contacto con el ancho total de la superficie del pavimento mientras sea utilizada. La rastra consistirá de no menos de dos capas de arpillera, con la capa inferior aproximadamente 15 cm más ancha que la capa superior y deberá ser mantenida en manera tal que se obtenga una apariencia uniforme del pavimento con arrugas de aproximadamente un milímetro y medio de profundidad. Las rastras deberán ser mantenidas libre y limpias de incrustaciones de mortero. Los elementos de arrastre que no puedan ser limpiados deberán ser descartados y reemplazados.
- 4) Bordes en moldes y juntas. Después del acabado final los bordes del pavimento a lo largo de cada lado de cada losa y a cada lado de las juntas de expansión transversales, juntas formadas, juntas transversales de construcción, y juntas de construcción de emergencia, deberán ser retocados con una herramienta, y redondeadas al radio requerido en el Contrato. Esta operación deberá producir un redondeado bien definido y continuo, obteniéndose un acabado de concreto liso y denso. La superficie de la losa no deberá ser perjudicada por la inclinación de la herramienta durante su uso; las marcas de las herramientas sobre las losas adyacentes a las juntas deberán ser eliminadas. El radio de curvatura de las esquinas de la losa no será modificado y se tendrá especial cuidado en remover completamente el concreto que haya podido quedar sobre el relleno de la junta. Todas las juntas deberán ser controladas con un escantillón, antes de que el concreto haya fraguado, y se deberá efectuar la corrección correspondiente si un costado de la junta hubiese quedado más alto o más bajo que las losas adyacentes.

#### **02.22.01.12 Tolerancias superficiales**

La superficie será controlada utilizando un escantillón de 3 m de largo en ubicaciones elegidas por La Supervisión. Una vez ubicado el escantillón en la posición elegida las diferencias entre

el borde de apoyo del mismo y el pavimento medido entre dos contactos cualesquiera, longitudinal o transversalmente, no excederán los 5 mm las irregularidades que excedan la tolerancia especificada deberán ser corregida por y a costa de El Contratista, con un aditamento perfilador. Luego de la corrección el área deberá ser ensayada para verificar el cumplimiento de la tolerancia especificada.

#### **02.22.01.13 Curado**

El curado deberá ser efectuado en conformidad con lo establecido en 02.08.06.02 más atrás. Inmediatamente después de completada la operación de acabado, la superficie del concreto recientemente colocado deberá ser curada sin producir daños al mismo. La imposibilidad de proveer agua al curado será causa de inmediata suspensión de las operaciones de fundición. El concreto no podrá estar expuesto a la intemperie por más de 30 minutos entre distintas etapas de curado o durante el período de curado la aplicación de agua a la superficie será solamente utilizada como una cura interina y excepcional y será efectuada mediante el rociado de agua en forma de neblina y se utilizará únicamente hasta que el método de curado definitivo sea utilizado.

#### **02.22.01.14 Retiro de los moldes**

Los moldes no serán retirados hasta que hayan transcurrido por lo menos doce horas desde la colocación del concreto y su retiro se efectuará sin causar daño al mismo. Las zonas en los bordes donde se presenten daños en el pavimento o texturas del tipo panal de abejas deberán ser reparadas utilizando mortero fresco. Luego del retiro de los moldes se deberá aplicar un curado final, inmediatamente, sobre las superficies expuestas.

#### **02.22.01.15 Reparación de losas de pavimento defectuosas**

Losas rotas, fisuras erráticas, juntas de contracción ineficientes cercanas a la fisura, y desprendimientos a lo largo de juntas y fisuras, serán reemplazadas o reparadas antes de completar el sellado de juntas.

Las losas de pavimento que contengan fisuras múltiples a través del espesor total de la misma que separen a la losa en tres o más partes deberán ser removidas y reemplazadas. Losas de pavimento que presente una fisura única, en forma diagonal, que intercepte a las juntas transversales y longitudinales dentro de un tercio del ancho y largo de la losa, desde la esquina,

serán reparadas mediante el reemplazo de la porción menor de la losa, que quede a un costado de la fisura.

Las grietas erráticas que penetren en el espesor total del pavimento deberán ser ranuradas y selladas; la parte superior de la fisura será ranurada en un espesor mínimo de 20 mm y en un ancho, no menor de 9 mm ni mayor de 15 mm, mediante una máquina acanaladora o ranuradora. La máquina ranuradora será capaz de seguir la huella de la fisura ensanchando la parte superior de la misma a la sección requerida sin descascarar o dañar el concreto. El concreto suelto y fracturado será removido y la ranura cuidadosamente limpiada y sellada. Las grietas erráticas que sean estrechas y no penetren en el espesor total del pavimento deberán ser dejadas en el estado en que se las encontró; la profundidad de la fisura será determinada mediante una inspección de los testigos perforados a costa del Contratista.

Cuando una grieta errática transversal termine en, o cruce una junta de contracción transversal, la parte no fisurada de la junta será sellada con un mortero con resina de epoxi y la ranura será corregida y sellada. Cuando una fisura o grieta errática transversal corra paralela a una junta de contracción del proyecto y esté a una distancia igual o menor a un metro cincuenta de la junta, la fisura será rectificada y sellada y la junta se rellenará con un mortero con resina de epoxi; cuando la fisura transversal errática esté a más de un metro cincuenta de la junta de contracción más próxima a ella del pavimento, la junta y la fisura serán selladas. Las juntas que deberán ser rellenadas con mortero de resina de epoxi deberán ser cuidadosamente limpiadas previo al relleno.

Las roturas de bordes serán reparadas mediante un corte hecho con sierra a por lo menos 25 mm fuera de las zonas afectadas y en una junta, el corte con sierra deberá ser hecho hasta una profundidad de 50 mm o 1/6 del espesor de la losa, eligiendo la mayor de ellas. El concreto entre el corte de la sierra y la junta o la fisura primaria deberá ser eliminado hasta encontrar el concreto sano, y la cavidad formada será cuidadosamente limpiada de todo material suelto. Se aplicará una capa de liga de resina de epoxi a la superficie limpia y seca, en todos los costados de la cavidad excepto el punto o cara de la grieta primaria. Esta capa de liga será aplicada mediante el cepillado del material de liga en la superficie a tratar mediante un cepillo de cerdas duras.

La colocación del concreto del cemento portland, concreto de resina de epoxi o mortero se hará inmediatamente después de la aplicación de la capa de liga. Si las zonas rotas deberán ser reparadas en la proximidad de una junta de trabajo o una fisura de trabajo que penetren en el espesor total de la losa, deberá utilizarse algún inserto u otro material que permita que no se peguen las partes en contacto en forma tal que estas juntas o fisuras de trabajo se mantengan en su condición original durante las tareas de reparación.

Las zonas de panales de abeja que se encuentren luego del retiro de los moldes serán consideradas como trabajo defectuoso y deberán ser removidas y reemplazadas. Ninguna zona o sección de pavimento a remover tendrá una longitud menor de tres metros ni un ancho inferior al ancho total de la losa cuestionada. Cuando sea necesario el remover una sección del pavimento y deben permanecer porciones de losa, cercanas a la junta que tengan menos de 3m. de longitud también deberán ser movidas y reemplazadas todo el trabajo de reparación de losas de pavimento defectuosa deberán ser realizadas por el Contratista y a su costo.

#### **02.22.01.16 Protección del pavimento**

El pavimento y sus accesorios serán protegidos del tráfico utilizando banderilleros para dirigir el mismo y mediante la colocación y mantenimiento de señal de precaución, señales luminosas, pasarelas sobre el pavimento, pasos a desnivel etc. el plan del control de tráfico aprobado deberá indicar la ubicación y tipo de sistemas o facilidades requeridos para proteger el trabajo y acomodar el tráfico. Todo daño al pavimento producido antes de su aceptación final deberá ser reparado o reemplazado a costa de El Contratista.

#### **02.22.01.17 Apertura al tráfico**

El pavimento no será abierto al tráfico hasta que los especímenes moldeados y curados utilizando la AASHTO T23 hayan alcanzado una resistencia a la flexión de 4.4 MPa cuando se ensayen utilizando la AASHTO T177, o una resistencia a la compresión de 25 MPa (AASHTO T22). Si los ensayos no han sido realizados, el pavimento no será abierto al tráfico hasta los 14 días después de su colocación; se deberá efectuar una limpieza del pavimento antes de su apertura al tráfico.



**02.22.01.18 Tolerancia en el espesor del pavimento**

El espesor del pavimento será determinado por mediciones promedio con calibre de los testigos utilizando la AASHTO T148. Se define como una unidad a fin de establecer el ajuste del precio unitario para el pavimento, 300 m. en cada carril comenzando en el extremo del pavimento que lleve el número de estación menor. La última unidad en cada carril será de 300 metros más la fracción remanente de esa unidad. Se tomará un testigo aleatoriamente para cada unidad, y cuando la medición del testigo de la unidad no sea deficiente en más de 5 mm respecto al espesor de contrato se acordará el pago total de dicha unidad. Cuando la medición acuse deficiencia de más de 5 mm, pero no más de 25 mm respecto al espesor especificado, se tomarán dos testigos adicionales a intervalos no menores de 100 metros y se utilizarán para calcular el espesor promedio de la unidad en cuestión. En la sub-sección 02.22.01.20 más adelante se indica una tabla de precio unitario ajustados a utilizar en los distintos pasos. En zonas tales como intersecciones, entradas, sobrepasos y rampas, éstas serán consideradas cada una como una unidad, y el espesor de cada unidad será determinado separadamente.

Las áreas irregulares de pequeña superficie pueden ser incluidas como parte de otra unidad. En estas zonas y en puntos determinados por La Supervisión en cada unidad, se deberá tomar un testigo por cada 800 m<sup>2</sup> o fracción de pavimento. Si el testigo no presenta deficiencias en más de 5 mm respecto al espesor del proyecto, la zona a la cual este testigo corresponde, recibirá el pago total correspondiente. Si el testigo es deficiente en su espesor es más de 5 mm, pero no más de 25 mm respecto al espesor especificado, se extraerán dos testigos adicionales del área representada y se determinarán el promedio de los 3 testigos; si la medición promedio de estos 3 testigos no difieren en más de 5 mm del espesor del contrato, el área ensayada recibirá pago completo. Si el espesor promedio de los tres testigos es deficiente en más de 5 mm, pero no más de 25 mm del espesor exigido se aplicará un promedio unitario ajustado según se indica en la sub-sección 02.22.01.20 más adelante para el área representada por estos testigos. Cuando se calcule el espesor promedio del pavimento, las mediciones que acusen un espesor en exceso del especificado en más de 5 mm será consideradas con el espesor especificado más 5 mm, y las mediciones que acusen un espesor menor que el exigido en 25 mm, no serán incluidas en el promedio. Cuando el espesor de cualquier testigo sea menor que el especificado en más de 25 mm, el espesor real del pavimento de la zona en cuestión será determinado mediante la extracción de testigos adicionales a intervalos no menores de 3 m paralelos a la línea central y

en cada dirección de la ubicación afectada hasta que se encuentre un testigo, en cada dirección que no sea deficiente en más de 25 mm respecto a lo exigido. El destino de las áreas que se hayan encontrado deficientes en espesor, en más de 25 mm quedarán a exclusivo criterio de La Supervisión

**02.22.01.19 Medición**

El pavimento de concreto será medido en metros cuadrados, completados y aceptados en su lugar de colocación. El ancho será el indicado en la sección típica del proyecto provista en el Contrato, incluyendo anchos adicionales cuando hayan sido indicados por La Supervisión en forma escrita. La longitud se medirá horizontalmente a lo largo de la línea central de cada carril o rampa. El acero de refuerzo con excepción de los pasadores y otro material a utilizar en las juntas será medido en toneladas.

**02.22.01.20 Forma de pago**

*i General*

El pago del pavimento de concreto incluye la preparación de la sub-rasante y la provisión y colocación de todos los materiales, incluidos todo tipo de pasadores y materiales para juntas. El pavimento al que se le encuentre una deficiencia en espesor de más de 5 mm, pero de no más de 25mm, será pagado de acuerdo a los precios unitarios reducidos, estipulados más abajo. No se efectuará pago adicional alguno sobre el precio unitario cotizado por El Contratista por el pavimento que tenga un promedio de espesor, en exceso del especificado en el Contrato.

El acero de refuerzo, distinto del mencionado más arriba, puede ser pagado por separado, si así lo establece el Contrato.

*ii Ajuste de precio*

Donde el espesor promedio del pavimento tenga una diferencia en menos en el espesor de más de 5mm, pero no más de 25 mm, el pago será efectuado a los precios ajustados especificados a continuación:

*Tabla 27 Ajuste del precio del concreto para pavimento*

<b>Deficiencia en Espesor Determinada por Testigos (mm)</b>	<b>Parte Proporcional del Precio de Contrato Autorizada</b>
0.00 a 5.00	100

5.01 a 7.60	80
7.61 a 10.00	72
10.10 a 12.70	68
12.71 a 19.00	57
19.01 a 25.00	50

Si el espesor del pavimento es deficiente en más de 25mm., La Supervisión determinará si el área deficiente podrá ser dejada en su lugar o reemplazada. Los trabajos adicionales y cualquier tipo de demora en las operaciones de El Contratista, debido a estas provisiones, no darán lugar a ninguna compensación adicional o a una extensión del tiempo del Contrato.

## **02.22.02 Pavimentos Asfálticos**

### **02.22.02.01 General**

El control de calidad de los materiales y el proceso de construcción de los pavimentos asfálticos deben cumplir los requisitos estipulados en las Especificaciones Generales para Construcción del Manual de Carreteras, diciembre de 1,999, SOPTRAVI (INSEP), en adelante denominado “El Manual de Carreteras”, Sección 400 – Pavimentos Flexibles, de acuerdo con las correspondencias indicadas en esta sección.

### **02.22.02.02 Pavimentos asfálticos mezclados en planta**

#### *i General*

Estas especificaciones incluyen los requerimientos generales que son aplicables a todos los tipos de pavimentos asfálticos realizados con mezcla en planta. El trabajo consiste en la construcción de una o más capas de mezcla asfáltica sobre una fundación preparada.

Cuando sea indicado, los pavimentos asfálticos mezclados en planta se conformarán a lo establecido en la Sección 401 – Pavimentos Asfálticos Mezclados en Planta del Manual de Carreteras.

#### *ii Medida y pago*

El pavimento bituminoso mezclado en planta, para cada uno de los tipos especificados, será medido en metros cuadrados y el cemento asfáltico en mezclas en caliente, o el residuo asfáltico

en mezclas en frío, será medido en toneladas métricas. Para fines de pago deberá ser considerada la corrección por temperatura, ya sea en el caso de cementos asfálticos o diluidos (asfaltos rebajados). En el caso de la medición en peso, ésta se efectuará mediante el empleo de balanzas para camiones con sistemas electrónicos automáticos de registro e impresión de los pesos, a prueba de manipuleos inadecuados. Los originales de los registros impresos serán facilitados en forma diaria a La Supervisión y el tonelaje registrado será el aceptado sin hacerse deducciones por el peso del asfalto contenido en la mezcla. No se harán ajustes en el precio unitario de contrato por variaciones en los pesos específicos de los agregados que den lugar a diferencias respecto a las cantidades del proyecto.

Toda la obra ejecutada y medida según estas especificaciones será pagada al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

### **02.22.02.03 Pavimento asfáltico de mezcla en frío**

#### *i General*

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de mezcla asfáltica en frío sobre una fundación preparada. El pavimento asfáltico estará compuesto de una mezcla de agregado y asfalto líquido y si está especificado, una cobertura de arena o piedra.

Cuando sea indicado, los pavimentos asfálticos mezclados en planta se conformarán a lo establecido en la Sección 402 – Pavimentos Asfálticos Mezclados en Frío del Manual de Carreteras.

#### *ii Medida y pago*

El pavimento de asfalto en frío deberá ser medido como se prescribe en la sub-sección 02.22.02.02. Las cantidades aceptadas de pavimento asfáltico en frío serán pagadas al precio unitario de contrato por metro cuadrado para la mezcla de pavimento asfáltico y la cobertura de agregado y por tonelada del asfalto añadido en el lugar.

El pago de las cantidades aceptadas será realizado al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.22.02.04 Pavimento asfáltico mezclado en camino**

##### *i General*

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de pavimento asfáltico mezclado en camino, sobre una fundación preparada o la superficie de un camino.

Cuando sea indicado, los pavimentos asfálticos mezclados en planta se conformarán a lo establecido en la Sección 403 – Pavimento Asfáltico Mezclado en Camino del Manual de Carreteras.

##### *ii Medida y pago*

Los agregados para los pavimentos asfálticos de mezcla en camino serán medidos en toneladas y el asfalto en toneladas, añadido en el lugar. El peso total de la humedad del agregado será deducido de las cantidades de pago cuando éste se mida en peso. Cuando las variaciones en el peso específico de los agregados ocasionen que el tonelaje empleado varíe respecto de las cantidades que figuren en el contrato, no se realizará ajuste alguno del precio unitario contractual.

El pago de las cantidades aceptadas será realizado al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.22.02.05 Capa ligante**

##### *i General*

Este trabajo consiste en la preparación y tratamiento con asfalto de una superficie nueva o existente, asfáltica o de hormigón, antes de la colocación de una capa adicional de pavimento asfáltico.

Cuando sea indicado, la capa ligante se conformará a lo establecido en la Sección 404 – Capa Ligante del Manual de Carreteras.

##### *ii Medida y pago*

El asfalto para la capa ligante será medido en litros, añadidos en el lugar. El agua utilizada para diluir las soluciones no será medida para su pago por separado. La emulsión asfáltica, tal cual sea provista por el fabricante, deberá ser medida con prioridad a cualquier dilución que pueda establecer La Supervisión y su dilución no se producirá sin la aprobación del mismo. No se hará

pago por separado alguno para el agua añadida según sea aprobada por La Supervisión ; su costo será considerado pertinente al ítem capa ligante. El volumen aplicado en obra de los asfaltos rebajados será corregido por temperatura utilizando la tabla G-1 del volumen MS-13 publicado por el Instituto del Asfalto de los Estados Unidos de Norte América, estableciéndose 15.5° C (60° F) como temperatura de referencia.

El pago de las cantidades aceptadas será realizado al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.22.02.06 Capa de Imprimación**

##### *i General*

Este trabajo consiste en la preparación y tratamiento de una superficie existente con asfalto y si es requerido, material secante.

Cuando sea indicado, la Capa de Imprimación se conformará a lo establecido en la Sección 405 – Capa de Imprimación del Manual de Carreteras.

##### *ii Medida y pago*

El cemento asfáltico será medido en toneladas y el material secante lo será en toneladas, añadidos en el lugar. El asfalto líquido o emulsión asfáltica para imprimación será medido en litros. El volumen aplicado en obra de los asfaltos rebajados será corregido por temperatura utilizando la tabla G-1 del volumen MS-13 publicado por el Instituto del Asfalto de los Estados Unidos de Norte América, estableciéndose 15.5° C (60° F) como temperatura de referencia.

El pago de las cantidades aceptadas será realizado al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

#### **02.22.02.07 Tratamiento superficial bituminoso**

##### *i General*

Este trabajo consiste en la aplicación de uno o más riegos de material bituminoso, seguido cada uno de ellos por la distribución de agregados pétreos, y que además puede incluir un riego adicional de material bituminoso si así se indicara en la especificación particular.

Cuando sea indicado, El Tratamiento Superficial Bituminoso se conformará a lo establecido en la Sección 407 – Tratamiento Superficial Bituminoso del Manual de Carreteras.

*ii Medida y pago*

El asfalto será medido en litros y el agregado en toneladas, añadidos en el lugar. En el caso de pagarse por unidad de superficie, la misma será en metros cuadrados.

El pago de las cantidades aceptadas será realizado al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas.

## **02.23 Obras de drenaje**

### **02.23.01 Tuberías**

#### **02.23.01.01 Tubería de concreto no reforzado**

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 86 sobre los diámetros especificados y las clases de resistencia.

#### **02.23.01.02 Tubería de concreto reforzado**

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M170 o M242 sobre los diámetros especificados y las clases de resistencia. Cuando así fuese especificado, será surtida la tubería elíptica según los requisitos de AASHTO M 207. A no ser que fuese especificado de otra manera, el diseño de la pared de la tubería y el empleo de refuerzo elíptico en la tubería circular son opcionales. Los tubos de concreto reforzado para alcantarilla arqueada deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 206.

#### **02.23.01.03 Tubería de concreto perforado**

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 175 en cuanto a los diámetros y las clases de resistencia especificadas.

#### **02.23.01.04 Tubería de cloruro de polivinilo (PVC)**

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 304 - 91, complementada con las especificaciones ASTM D 1784; D 2321; D 3212.

### **02.23.01.05 Tubería de polietileno de alta densidad (HDPE)**

Tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE por sus siglas en ingles) para presión fabricada con material 100% virgen de primera calidad. La tubería debe estar diseñada en conformidad con ISO 4427.

### **02.23.02 Instalación de tubos para alcantarillas**

#### **02.23.02.01 General**

Esta actividad consistirá en la instalación de elementos de tubería del diámetro especificado, sobre la superficie de un zanjo previamente excavado, incluyendo las labores necesarias para la preparación de dicha superficie con un espesor de arena, las interconexiones entre los elementos de tubería y piezas especiales todo ello, de acuerdo con las longitudes, líneas y pendientes indicadas en los planos o como lo indique La Supervisión y la construcción de los cabezales con mampostería.

Esta actividad deberá ejecutarse instalando la tubería necesaria para cubrir una de las trochas y dejando completamente terminada la misma para proceder posteriormente a la instalación de la tubería en la trocha adyacente a fin de permitir en todo tiempo el libre tránsito a través de la vía.

La excavación de las zanjas para las alcantarillas deberá realizarse en conformidad con lo establecido en la Sub-Cláusula 02.06.03.04 más atrás.

Las tuberías para las alcantarillas deberán conformarse a lo indicado en la Sub-Cláusula 02.23.01 más atrás.

#### **02.23.02.02 Instalación**

##### *i General*

Las paredes de las zanjas cuando sea posible serán verticales y el ancho del mismo será el doble del diámetro externo de la tubería hasta de Ø1200 mm. Para tuberías mayores, el ancho del diámetro externo más 50 cm a cada lado del mismo.

Durante la ejecución de esta actividad, El Contratista deberá proveer la señalización del tipo preventivo y regulatoria necesaria para brindar seguridad a los usuarios.



La cantidad de señales estarán en función de los frentes de trabajo desplegados diariamente a lo largo de la vía y las características de las mismas deberán corresponder a las indicadas en las especificaciones de señalamiento correspondientes, cualquier accidente ocurrido en la vía o problema derivado de la falta o insuficiencia del señalamiento será responsabilidad exclusiva de El Contratista.

El Contratista procederá a realizar la excavación del zanjo dimensionándolo de acuerdo al diámetro de la tubería a instalar, el ancho de la excavación variará en función de la profundidad de la excavación, cuando el suelo sea de naturaleza tal que presente posibilidades de derrumbe, El Contratista deberá ademar las paredes del zanjo a fin de proporcionar la seguridad necesaria al personal involucrado en las labores.

Previo a la colocación de los tubos, el fondo del zanjo deberá nivelarse y compactarse adecuadamente en concordancia con la pendiente y alineamiento instruido, con el propósito de colocar una capa de arena que servirá de cama de instalación a la tubería.

Los cabezales se construirán de acuerdo con los detalles indicados en los planos y con los requisitos especificados para el concreto o mampostería de piedra. Una vez terminadas todas las operaciones descritas, El Contratista deberá hacer una limpieza completa del sitio, removiendo todos los materiales de desperdicio a sitios aprobados por La Supervisión.

#### *ii Cama de asiento*

El asiento de la tubería deberá quedar de conformidad con una de las clases especificadas en los planos. Cuando no se especifique ninguna clase de asiento, serán aplicables los requerimientos para la clase C.

Cuando se encuentre piedra, tierra endurecida (laja) u otro material firme, se deberá quitar más abajo del nivel de la cimentación hasta una profundidad de, cuando menos, 30 cm, o 1.25 cm por cada 30 cm de relleno que haya encima del tubo, cualquiera que sea mayor, pero que no exceda de tres cuartos del diámetro vertical interior de la tubería.

El ancho de la excavación deberá ser el indicado en los planos o por lo menos, 30 cm mayor que el diámetro horizontal exterior de la tubería.

La excavación abajo del nivel de la cimentación se deberá rellenar con material seleccionado compresible fino, tal como arcilla limosa o greda y ligeramente consolidada en capas que no excedan de 15 cm de profundidad antes de ser consolidada, para que forme un cimientado uniforme pero cedente.

Cuando no se encuentre una cimentación firme al nivel establecido, a causa de un terreno blando, esponjoso, o en otra forma inestable, tal terreno inestable debajo de la tubería deberá ser retirado en un ancho de, por lo menos, un diámetro a cada lado de la tubería y hasta una profundidad que determinará La Supervisión, y se repondrá con material granular aprobado, debidamente compactado para que proporcione un apoyo adecuado al asiento de la tubería, a no ser que en los planos se requieran otros métodos de construcción especial.

La superficie de la cimentación deberá proporcionar una cimentación firme con densidad uniforme en todo el largo de la alcantarilla y, si lo ordenase La Supervisión, deberá tener contraflecha en la dirección paralela a la línea media de la tubería.

Para la tubería flexible el asiento deberá ser toscamente conformado y se colocará una capa de asiento, de arena o material granular fina, de la siguiente manera:

*Tabla 28 Profundidad de la cama de asiento para tubos corrugados*

<b>Profundidad de corrugado de la tubería</b>	<b>Profundidad mínima del asiento</b>
1.27 cm	3 cm
2.54 cm	6 cm
5.08 cm	8 cm

Para tubería de lámina estructural de diámetro grande, el asiento conformado no necesita exceder del ancho de la lámina del fondo.

*iii Colocación de tubos de concreto*

Todos los elementos de tubería de concreto se colocarán comenzando en el extremo aguas abajo de la alcantarilla con la campana del tubo en dirección aguas arriba y de acuerdo a la pendiente señalada en los planos o indicada por La Supervisión, la junta interior del tubo se recubrirá hasta

la mitad con el mortero de cemento aprobado, de modo que las superficies de los tubos en la zona de unión queden ensambladas de manera uniforme.

El mortero deberá ser una mezcla de cemento, arena y agua, la proporción a utilizar deberá ser de una parte de cemento por tres partes de arena, agregándole la cantidad de agua necesaria para formar una pasta de consistencia tal que pueda ser manejable y que permita extenderse fácilmente en las superficies de los tubos a ligar. Si no se usa mezcladora para la elaboración del mortero; el cemento y agregado fino, se deben mezclar con pala en seco, en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme; después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso, se debe permitir el retemple del mortero.

Después de colocado el tubo se rellenará con mortero el resto de la junta y se formará un reborde alrededor de la parte exterior de esta con suficiente mortero, para estos propósitos la unión se hará usando fajas de manta o lona aprobadas por La Supervisión, luego se limpiará la junta interiormente, la que deberá quedar lisa.

El reborde exterior se protegerá inmediatamente del aire y del sol durante el tiempo necesario para obtener un curado satisfactorio. Cuando se instale la tubería y se una a los cabezales o se conecte con estructuras de desagüe, los extremos expuestos de la tubería se deberán recortar al ras de la cara de la estructura. Cuando se construyan las alcantarillas de tubo en conexión con estructuras de drenaje existentes, se deberán tomar provisiones satisfactorias para su conexión.

#### *iv Colocación de tubos HPDE*

La instalación de la tubería deberá iniciarse por el extremo "corriente abajo" de la línea del conducto. El segmento inferior del conducto deberá estar en contacto con el asiento conformado todo su largo, desde el principio hasta el fin. Las solapas exteriores circunferenciales de las tuberías flexibles deberán ser colocadas de frente a la dirección aguas arriba. La tubería flexible deberá ser instalada con las solapas longitudinales, o juntas, a los costados. Los conductos no serán instalados hasta que se haya provisto un desagüe adecuado. La forma de unión de la tubería es con accesorios de compresión de Polipropileno (PP), estos accesorios son especialmente

diseñados para la instalación de tubería HDPE y no requieren limpiadores ni pegamentos. La tubería en ningún caso requerirá uniones roscadas con tarraja o campanas.

v *Relleno del zanja*

Los conductos deberán ser inspeccionados antes de colocar ningún relleno. Cualquier tubo que se encuentre fuera de su alineación, indebidamente asentado, o dañado, deberá ser quitado y colocado nuevamente o sustituido.

Una vez instalada la tubería y las juntas de los tubos hayan asentado, se procederá a rellenar el zanja utilizando material selecto aprobado por La Supervisión colocándolo en capas de acuerdo con la capacidad de compactación del equipo vibratorio manual disponible hasta alcanzar el nivel indicado por La Supervisión.

Los materiales para el relleno a cada lado de la tubería, en todo el ancho de la zanja y hasta una altura indicada en los planos arriba de la parte superior de la tubería, deberán ser suelo fino, fácilmente compactable, o material granular escogido de excavación o de origen elegido por El Contratista y no deberá contener terrones, piedras que puedan ser retenidos en un tamiz de 2", trozos de arcilla sumamente plástica, ni otro material objetable. El material granular para el relleno deberá tener no menos del 95 por ciento que pase por un tamiz de ½" y no menos del 95 por ciento que quede retenido en el No. 4. El material demasiado grande, en el caso de estar presente, tendrá que ser apartado en su lugar de origen, excepto cuando La Supervisión ordenase otra cosa.

Cuando la parte alta de la tubería esté al nivel o más abajo de la parte superior de la zanja, el material de relleno deberá ser colocado con o cerca del contenido óptimo de humedad y compactado en capas que no excedan de 15 centímetros una vez apisonadas, en ambos lados y hasta una altura de 30 centímetros encima de la parte de arriba de la tubería. Se deberá tener el cuidado de compactar completamente el relleno debajo de las culatas del conducto. El relleno deberá ser subido uniformemente en ambos lados de la tubería en toda la longitud requerida. El material del relleno común deberá ser colocado y compactado hasta alcanzar la altura total de la zanja. Cuando la parte alta de la tubería sobresalga del borde de la zanja, el relleno deberá ser colocado al contenido óptimo de humedad, o cerca de él y compactado en capas que no excedan de 15 centímetros ya apisonadas y además deberá ser elevado uniformemente y en ambos lados

de la tubería, hasta una altura de 30 centímetros por encima de la parte superior de la misma. El ancho del relleno a cada lado de la tubería en la parte superior de la zanja deberá ser igual al doble del diámetro del tubo-conducto o 3.60 metros, cualquiera que sea la menor medida. El material de relleno que sea empleado en la sección de la zanja y la parte de encima de la misma, en una distancia a cada lado de la tubería que iguale al diámetro horizontal interior y hasta 30 centímetros, por encima de la parte superior, deberá satisfacer los requisitos sobre el material de relleno que han sido indicados en el primer párrafo de la presente subsección. El resto deberá consistir en material de excavación y préstamo que sea adecuado para la construcción de terraplén.

La compactación hasta la densidad del 100% obtenida mediante el ensayo AASHTO T-99 deberá obtenerse mediante el uso de pisones mecánicos o rodillos aplanadores. Toda la tubería después de haber sido colocada y la zanja rellena de acuerdo con lo especificado en esta sección, deberá ser protegida por medio de un relleno de 1.20 metros antes de que se permita que el equipo pesado cruce por encima durante la construcción del camino.

#### **02.23.02.03 Medida y pago**

Este trabajo se medirá por metro lineal de tubería según el tamaño y clase indicada midiendo a lo largo del eje y entre los extremos de la alcantarilla instalada y terminada en obra a entera satisfacción. La tubería en declive o con extremos sesgados se medirá por metro lineal en su proyección horizontal y conforme a la longitud ordenada por La Supervisión. Las secciones de los extremos serán medidas por el número de unidades instaladas. Las conexiones y codos serán incluidos en la medición del largo de la tubería. El pago de esta actividad será hecho de acuerdo al precio unitario por metro lineal de tubería instalada establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valorada, precio que será la compensación plena por el suministro de todos los materiales necesarios, las labores de excavación del zanjo, además, construcción de la cama de material selecto, instalación en el sitio de los elementos de tubería, conexiones entre los diferentes elementos y entre estos y cualquier drenaje existente si es que esto es requerido, el relleno y compactado final del zanjo, incluyendo en todo ello la mano de obra, equipo, materiales, herramientas, el retiro de materiales sobrantes, señalamiento, y cualquier imprevisto necesario para la adecuada y correcta realización de la actividad. Los cabezales de concreto o mampostería serán pagados por su respectivo ítem.

La excavación y el relleno para las alcantarillas y desagües de agua pluvial, incluyendo la excavación más abajo del nivel de la pendiente hidráulica, así como el material utilizado para la preparación del asiento o "cama" y toda actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de esta actividad, se incluye en el precio unitario de contrato para el tubo de alcantarilla.

### **02.23.03 Tragantes y cabezales para alcantarillas**

#### **02.23.03.01 General**

Este trabajo deberá consistir en la construcción de tragantes y cabezales para las alcantarillas de drenaje de acuerdo con las siguientes especificaciones y a las alineaciones y niveles que se muestran en los planos o sean establecidas por La Supervisión.

Los tragantes serán construidos en concreto C20 para las losas inferiores conforme a la Sub-Cláusula 02.08 más atrás excepto cuando sea indicado de otra manera por La Supervisión. El acero de refuerzo deberá conformarse a lo indicado en la Sub-Cláusula 02.11 más atrás del Grado 60. El interior y exterior de los tragantes deberá estar provisto de acabado como se indica en la Sub-Cláusula 02.19.05.01 más atrás.

Los cabezales de salida deberán ser construidos en concreto ciclópeo como se especifica en las Sub-Cláusula 02.13.06 a las líneas y niveles mostrados en los planos o como lo indique La Supervisión.

La excavación para los tragantes y cabezales deberá conformarse a los establecido en la Sub-Cláusula 02.06.03.03 más atrás.

Las Secciones y tramos de tubería deberán quedar al ras con el interior de la pared de la estructura y sobresalir al exterior lo suficientemente para su debida conexión con el siguiente tramo. El concreto deberá ajustarse fuerte y nítidamente alrededor de la tubería.

Al terminarse el trabajo, cada estructura deberá ser limpiada de todas las acumulaciones de escombros, o cualquier materia extraña y deberá conservarse limpia de tal acumulación hasta la aceptación final de la obra. La superficie acabada deberá presentar un aspecto liso y pulcro, así como un color uniforme.

Los rellenos para los cabezales y tragantes deberán satisfacer los requisitos establecidos en la Sub-Cláusula 02.06.05.

#### **02.23.03.02 Medida y pago**

Los tragantes y cabezales de tamaño normal, según el caso, se medirán por unidad. Cualquier concreto adicional o mampostería que fuesen necesarios para aumentos autorizados de las alturas de estructuras pagaderas bajo esta sección y en exceso de las alturas normales mostradas en los planos, serán medidas y pagadas bajo las especificaciones correspondientes, según el caso. Las cantidades aceptadas para partidas de pago serán pagadas a los precios unitarios establecidos para ello en la Lista de Cantidades de Obra valoradas.

#### **02.23.04 Desagües enchapados**

##### **02.23.04.01 General**

Este trabajo, consistirá en la pavimentación de zanjas, cunetas, vertederos, y otras vías de desagües similares, con concreto, mampostería, concreto y piedra, construidos sobre un lecho preparado en acuerdo razonable con las siguientes especificaciones y con las alineaciones, declives y dimensiones que muestren los planos o que sean fijados por La Supervisión.

##### **02.23.04.02 Lecho**

El lecho deberá ser conformado a la profundidad exigida más abajo y paralela a la superficie terminada de la vía de desagüe. Todo material blando y asentable o en otra forma inadecuada, deberá ser retirado y sustituido con material adecuado.

El lecho deberá ser apisonado y acabado con una superficie firme y lisa. Cuando así se mostrase en los planos el material para el lecho deberá ser colocado y compactado para que forme una capa de recorrido con el grueso exigido.

##### **02.23.04.03 Enchape con mampostería**

Las piedras para el enchape deben colocarse con sus superficies planas hacia arriba, y su mayor longitud paralela a la línea del canal. Las juntas deberán ser discontinuas y no deberán exceder de 25 cm de ancho. Cuando cada piedra haya sido apisonada en su lugar y la superficie sea satisfactoria, el mortero deberá ser aplicado sobre su lado expuesto, en cantidades tales que,

cuando la piedra contigua sea asentada en su lugar, el mortero debe llenar los huecos entre las piedras hasta alcanzar casi hasta 2.5cm de la superficie, pero sin sobresalir de las caras superiores de dichas piedras. La superficie acabada de las piedras deberá carecer de manchas de mortero.

#### **02.23.04.04 Enchape con concreto y piedra (ciclópeo)**

Sobre la cimentación preparada, construida según la alineación y pendiente fijados por La Supervisión, se deberá construir una cimentación de concreto, de acuerdo con los planos. Esta cimentación deberá ser construida progresivamente con la colocación de las piedras en la superficie, de tal manera que las piedras estén firmemente asentadas en el concreto antes que este haya endurecido. La cara de la piedra en contacto con el concreto deberá estar limpia y sin defecto que pudiese menoscabar su ligazón con el concreto. Antes de asentadas, las piedras deben estar bien mojadas, dejándoles un amplio período de tiempo para que absorban el agua hasta quedar casi saturadas. Las uniones entre las piedras deberán rellenarse con concreto.

#### **02.23.04.05 Enchape con concreto**

El enchape podrá ser de tipo C15 o C25, reforzado o sin refuerzo, como se indique en los planos y de conformidad con las especificaciones 02.08 y 02.11 más atrás.

#### **02.23.04.06 Medida y pago**

La media para el pago de desagües enchapados será en metros cuadrados, según la medición superficial de enchape de la vía de desagüe, y las distintas clases, terminadas y aceptadas. Las cantidades, determinadas de acuerdo con las disposiciones que anteceden, se pagarán al precio del contrato por unidad de medida para cada una de las partidas de pago individuales enumeradas establecidas para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas y cuyos precios y pagos incluirán la excavación y el lecho de relleno.

### **02.23.05 Subdrenajes y desagües inferiores**

#### **02.23.05.01 General**

Este trabajo deberá consistir en la construcción de subdrenajes empleando tubería y material granular filtrante, tubería para subdrenaje y sumideros ciegos en los que sea empleado material



granular de acuerdo con las siguientes especificaciones y en conformidad razonable con las alineaciones y pendientes que indiquen los planos o fuesen fijados por La Supervisión.

El material para filtro deberá satisfacer los requisitos especificados en 02.06.14, las tuberías que sean indicadas para los subdrenajes deberán conformarse a lo establecido en 02.23.01.

Todos los materiales quedarán sujetos a su inspección previa a la aceptación de los mismos según sea su condición, a más tardar al tiempo que fuese factible para que La Supervisión tenga la oportunidad de comprobar dicho cumplimiento antes o durante, la incorporación de los materiales a la obra.

#### **02.23.05.02 Instalación de la tubería**

Las zanjas deberán ser excavadas según las dimensiones y niveles que señalan los planos, o como fuese ordenado. Cuando sea requerido, se instalará una lámina de separación de geotextil no tejido No. 200 como se indica en la Sub-Cláusula 02.18.02 más atrás, en una franja alineada longitudinalmente con el eje de la tubería, con el ancho necesario para cubrir todo el material de filtro con los traslapes que sean necesarios, como se muestra en los planos.

Una cama de asiento de material granular deberá ser colocado y apisonado, con un espesor mínimo de 15 cm en el fondo de la zanja en todo su ancho y longitud. La tubería de subdrenaje del tipo y tamaño especificados deberá ser firmemente amoldada al material de asiento. La tubería con perforaciones generalmente deberá ser colocada con las mismas hacia abajo y los tramos de tubería deberán ser empalmados firmemente por medio de los accesorios o ligas de unión adecuados. La tubería sin perforaciones deberá ser colocada con el extremo acampanado pendiente arriba y con las juntas abiertas envueltas con material apropiado que permita el paso del agua, o sin envolver según se especifique. Los extremos superiores de todas las instalaciones de tubería de subdrenaje deberán ser debidamente cerrados con tapones adecuados para evitar la entrada de materiales térreos. Después de que la instalación de la tubería haya sido inspeccionada y aprobada, el material granular de relleno será colocado hasta una altura de 30 centímetros arriba de la parte superior de la tubería, o como se indique en los Planos. Se deberá tener cuidado de no desplazar la tubería ni el material que recubre las juntas abiertas. Sobre este arreglo se procederá a realizar el cierre de la lámina de geotextil con los traslapes y juntas que sean necesarios. El resto del material granular para el relleno se deberá colocar entonces,

compactándolo en capas de un grosor máximo de 15 centímetros hasta la altura que se requiera. Cualquier parte restante de la zanja arriba del relleno granular deberá ser llenada bien sea con material granular o con material impermeable según estuviese especificado y también será compactado completamente.

#### **02.23.05.03 Bocas de salida para sub-drenajes**

Las zanjas para las bocas de salida deberán ser excavadas hasta el ancho y la profundidad mostrada en los planos o como en otra forma fuese indicado. La tubería deberá ser colocada en la zanja con todos los extremos unidos firmemente mediante los métodos y medios aplicables. Después de ser inspeccionada y aprobada la instalación de la tubería, se deberá rellenar la zanja de acuerdo con la Sub-Cláusula 02.23.02.

#### **02.23.05.04 Drenes o sumideros ciegos**

Las zanjas para los drenes o sumideros ciegos deberán ser excavados hasta el ancho y la profundidad mostrados en los planos. La zanja deberá rellenarse con material granular hasta la profundidad exigida en los planos. Cualquier parte superior restante de la zanja deberá rellenarse bien sea con material granular o material impermeable, de acuerdo con la Sub-Cláusula 02.23.02.

#### **02.23.05.05 Medida y pago**

Los subdrenajes y bocas de salida serán medidas por metro lineal de tubería del tipo y tamaño especificados. Los drenes o sumideros ciegos, también se medirán por metro lineal incluyendo toda la excavación y material de relleno que se utilice. El material granular para relleno filtrante cuando sea especificado en el contrato como una partida de pago, se medirá en el lugar de la obra por metro cúbico al quedar el trabajo terminado y aceptado. Las medidas de secciones transversales no deberán exceder de las dimensiones de la obra sin anchura adicional para la excavación, como esté indicado en los planos o lo exija La Supervisión.

Las cantidades de partidas de pago aceptadas, que aparecen en La Lista de Cantidades de Obra Valoradas, determinada según los requisitos que anteceden, serán pagadas a los precios unitarios del contrato correspondiente. La excavación y toda actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de esta actividad se incluye en el precio unitario de contrato. Únicamente

se considerará como ítem de pago por separado cuando la excavación exceda los 3 metros de profundidad (excavación > 3 metros).

## **02.23.06 Sumideros de drenaje en estructuras**

### **02.23.06.01 General**

Esta especificación comprende los tragantes, conductos y tuberías que deban ser colocados en las estructuras de concreto para el drenaje del agua pluvial que se acumule en las superficies horizontales o calzadas.

Los sumideros consistirán en ductos de tubería PVC, HDPE, concreto, acero u otro material aprobado, instalado como se muestra en los planos y sea aprobado por La Supervisión, empotrado en el concreto de la estructura y que descarga el agua de manera controlada fuera de las superficies horizontales.

Los ductos deberán ser colocados en su sitio antes de la fundición del concreto de la estructura, en la losa de rodadura, los bordillos, barreras o pretilas, según sea el caso. Los ductos deberán instalarse de manera que el ingreso del agua sea el más eficiente y la menor resistencia posible, conformando para ello un cuenco en la superficie del concreto con una profundidad no menor a 50mm y una extensión de no menos de 50 a cada uno de los lados libres de la boca del sumidero. La boca de los tubos deberá ser cortada al ras del fondo del sumidero.

El extremo de salida del conducto deberá ser cortado diagonalmente a un ángulo de 70° con respecto al eje de la tubería y deberá descargar el agua tan alejado como sea posible del paramento vertical por donde sale el tubo, pero no más de 60 cm.

### **02.23.06.02 Medida y pago**

Los sumideros para el drenaje de las superficies de concreto serán medidos por unidad instalada y aprobada. El pago por los sumideros será realizado al precio unitario establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, e incluirá todos los materiales, mano de obra y herramientas necesarias para la construcción de los sumideros, incluyendo el tubo de drenaje, la conformación del cuenco de entrada y la limpieza final del sumidero.

## **02.24 Tubería de impulsión**

### **02.24.01 General**

La tubería de impulsión incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra y herramientas para la construcción de la tubería de conducción del agua desde la estación impulsora No. 2 hasta la cisterna de la bomba de 150HP de la estación de bombeo La Hondura No.1 (Estación existente) a las líneas y niveles mostrados en los planos.

### **02.24.02 Materiales**

Las tuberías de agua para la línea de impulsión serán de PVC RD 41 y deberán cumplir con las siguientes características:

- La presión de trabajo mínima será de 6 Bar, o clase RD-41.
- Cada tubería deberá ser de 6.10 m, de PVC (Cloruro de Polivinilo) con un coeficiente de fricción bajo que aumenta su eficiencia hidráulica, según el estándar ASTM-2241.
- Los accesorios cementados para agua potable inyectados según cédula 40.
- La línea de impulsión será probada después de su instalación a una presión de 10 Bar con manómetro, se deberá registrar la hora de inicio, la presión inicial y la hora final y su presión final la cual no deberá variar en un 10 % de la presión inicial para ser aceptada, este chequeo debe de cubrir un mínimo de 24 h.
- Las uniones serán típicamente de campana y espiga herméticamente selladas con cemento para PVC.

### **02.24.03 Excavación de las zanjas**

La excavación para zanjas deberá ejecutarse en conformidad con los requisitos establecidos en la Sub-Cláusula 02.06.03.04 más atrás.

### **02.24.04 Instalación de las tuberías**

#### **02.24.04.01 General**

Esta actividad consistirá en la instalación de elementos de tubería del diámetro especificado, sobre la superficie de un zanja previamente excavado, incluyendo las labores necesarias para la preparación de dicha superficie con un espesor de material selecto, el relleno y compactado de

las zanjas alrededor de la tubería de acuerdo con las longitudes, líneas y pendientes indicadas en los planos o como lo indique La Supervisión.

La excavación de las zanjas para las tuberías deberá realizarse en conformidad con lo establecido en la Sub-Cláusula 02.24.03 más atrás.

Las paredes de las zanjas cuando sea posible serán verticales y el ancho del mismo será el doble del diámetro externo de la tubería más 30 cm a cada lado del mismo.

El Contratista procederá a realizar la excavación del zanja dimensionándolo de acuerdo al diámetro de la tubería a instalar, el ancho de la excavación variará en función de la profundidad de la excavación, cuando el suelo sea de naturaleza tal que presente posibilidades de derrumbe, El Contratista deberá ademar las paredes del zanja a fin de proporcionar la seguridad necesaria al personal involucrado en las labores.

Previo a la colocación de los tubos, el fondo del zanja deberá nivelarse y compactarse adecuadamente en concordancia con la pendiente y alineamiento instruido, con el propósito de colocar una capa de arena que servirá de cama de instalación a la tubería.

Una vez terminadas todas las operaciones descritas, El Contratista deberá hacer una limpieza completa del sitio, removiendo todos los materiales de desperdicio a sitios aprobados por La Supervisión.

#### **02.24.04.02 Cama de asiento**

El segmento inferior del conducto deberá estar en contacto con el asiento conformado todo su largo, desde el principio hasta el fin.

Cuando se encuentre piedra, tierra endurecida (laja) u otro material firme, se deberá quitar más abajo del nivel de la cimentación hasta una profundidad de, cuando menos, 30 cm, o 1.25 cm por cada 30 cm de relleno que haya encima del tubo, cualquiera que sea mayor, pero que no exceda de tres cuartos del diámetro vertical interior de la tubería.

La excavación abajo del nivel de la cimentación se deberá rellenar con material seleccionado compresible fino, tal como arcilla limosa o greda y ligeramente consolidada en capas que no

excedan de 15 cm de profundidad antes de ser consolidada, para que forme un cimiento uniforme pero cedente.

Cuando no se encuentre una cimentación firme al nivel establecido, a causa de un terreno blando, esponjoso, o en otra forma inestable, tal terreno inestable debajo de la tubería deberá ser retirado en un ancho de, por lo menos, un diámetro a cada lado de la tubería y hasta una profundidad que determinará La Supervisión, y se repondrá con material granular aprobado, debidamente compactado para que proporcione un apoyo adecuado al asiento de la tubería, a no ser que en los planos se requieran otros métodos de construcción especial.

La superficie de la cimentación deberá proporcionar una cimentación firme con densidad uniforme en todo el largo de toda la tubería y, si lo ordenase La Supervisión, deberá tener contraflecha en la dirección paralela a la línea media de la tubería.

La cama de asiento, se construirá una cama de material selecto y como se muestra en los Planos o como lo indique La Supervisión. La capa de la cama de material selecto deberá ser cuidadosamente compactada a satisfacción de La Supervisión.

El espesor de dicha cama después de su compactación usando equipo operado a mano aprobado por La Supervisión será conforme a las pendientes y las dimensiones mostrados en los Planos o de otra manera indicados por La Supervisión.

#### **02.24.04.03 Manipulación y colocación**

El Contratista deberá cargar, transportar, descargar y colocar la tubería en segmentos con el cuidado necesario para mantener la integridad de la tubería y sus acabados. La tubería deberá ser colocada a las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por La Supervisión. Todos los accesorios y anexiones deberán colocarse en los sitios requeridos y todos los vástagos de las válvulas deberán quedar a plomo.

La trinchera de la tubería deberá ser mantenida libre de agua que pueda afectar la integridad de la cama de asiento o las operaciones de unión. Los conductos no serán instalados hasta que se haya provisto un desagüe adecuado.

En pendientes que excedan el 10%, la tubería debería ser colocada colina arriba o en su defecto, sostenida en su lugar por métodos aprobados. Métodos especiales para el soporte de la tubería

podrán ser aprobados, pero en ninguna circunstancia la tubería deberá ser instalada permanentemente sobre trozos de madera, montículos de tierra, tuberías dobladas u otros soportes similares excepto cuando diseños específicos para estas condiciones especiales hayan sido aprobados por La Supervisión.

Deflexiones menores para ángulos horizontales o verticales, curvas con grandes radios o correcciones en el alineamiento podrán ser ejecutadas por medio de cierres asimétricos en las uniones. El fabricante podrá proveer datos indicando las tolerancias máximas de alineación de las juntas para cada tipo de junta provista.

#### **02.24.04.04 Ensamble de la tubería**

La tubería será ensamblada en la trinchera, excepto para condiciones inusuales. Cada uno de los segmentos deberá ser colocado en la alineación requerida, manteniendo el desfase requerido de las soldaduras en los extremos entre los segmentos adyacentes.

#### **02.24.04.05 Relleno del zanja**

Los conductos deberán ser inspeccionados antes de colocar el relleno. Cualquier tubo que se encuentre fuera de su alineación, indebidamente asentado, o dañado, deberá ser reparado por El Contratista.

Una vez instalada la tubería y que La Supervisión lo haya aprobado, se procederá a rellenar el zanja utilizando material selecto aprobado por La Supervisión colocándolo en capas de acuerdo con la capacidad de compactación del equipo vibratorio manual disponible hasta alcanzar el nivel indicado por La Supervisión.

Los materiales para el relleno a cada lado de la tubería, en todo el ancho de la zanja y hasta una altura indicada en los planos arriba de la parte superior de la tubería, deberán ser suelo fino, fácilmente compactable, o material granular escogido de excavación o de origen elegido por El Contratista y no deberá contener terrones, piedras que puedan ser retenidos en un tamiz de 2", trozos de arcilla sumamente plástica, ni otro material objetable.

El material granular para el relleno deberá tener no menos del 95 por ciento que pase por un tamiz de 1/2" y no menos del 95 por ciento que quede retenido en el No. 4. El material demasiado

grande, en el caso de estar presente, tendrá que ser apartado en su lugar de origen, excepto cuando La Supervisión ordenase otra cosa.

Cuando la parte alta de la tubería esté al nivel o más abajo de la parte superior de la zanja, el material de relleno deberá ser colocado con o cerca del contenido óptimo de humedad y compactado en capas que no excedan de 15 centímetros una vez apisonadas, en ambos lados y hasta una altura de 30 centímetros encima de la parte de arriba de la tubería. Se deberá tener el cuidado de compactar completamente el relleno debajo de las culatas del conducto.

El relleno deberá ser subido uniformemente en ambos lados de la tubería en toda la longitud requerida. El material del relleno común deberá ser colocado y compactado hasta alcanzar la altura total de la zanja.

El material de relleno que sea empleado en la sección de la zanja y la parte de encima de la misma, en una distancia a cada lado de la tubería que iguale al diámetro horizontal interior y hasta 30 centímetros, por encima de la parte superior, deberá satisfacer los requisitos sobre el material de relleno que han sido indicados en el primer párrafo de la presente subsección. El resto deberá consistir en material de excavación y préstamo que sea adecuado para la construcción de terraplén.

La compactación hasta la densidad del 100% obtenida mediante el ensayo AASHTO T-99 o ASTM D698 deberá obtenerse mediante el uso de piones mecánicos o rodillos aplanadores. Toda la tubería después de haber sido colocada y la zanja rellenada de acuerdo con lo especificado en esta sección, deberá ser protegida por medio de un relleno de 1.20 metros antes de que se permita que el equipo pesado cruce por encima durante la construcción del camino.

#### **02.24.04.06 Limpieza e inspección interna de la tubería**

Antes de poner en servicio, la tubería de conducción debe limpiarse y quedar exenta de cualquier materia extraña (maderas, trapos, cemento, etc.).

Se realizará una inspección general, tanto interna, como externa, de la tubería de conducción por el representante de El Contratista en presencia de La Supervisión.

Esta inspección deberá ser mencionada en el informe del ensayo de aceptación de los trabajos.



### **02.24.05 Ensayos de aceptación**

Una vez terminada la instalación, la tubería de conducción se llena; comprobando a continuación su estabilidad y amarres.

Para llenar la tubería de conducción, se realizarán las operaciones siguientes:

- a) Comprobar el cerrado y apriete de las válvulas y todos los accesorios.
- b) Abrir los grifos de aire
- c) Llenar despacio, como máximo con un caudal de 1/10 del flujo normal, para que pueda eliminar el aire fácilmente, especialmente en las secciones horizontales.

El llenado solo se llevará a cabo después de asegurarse de:

- a) Que la tubería de conducción está completamente lista.
- b) Que las válvulas y accesorios operan adecuadamente y que existe la posibilidad de vaciar el volumen de agua muy rápidamente.
- c) La limpieza del canal de desagüe y cualquier lugar susceptible a ser usado para la descarga del agua.
- d) La seguridad de los trabajadores, tanto implicados en los ensayos, como los que encuentran trabajando en las proximidades, que podrían resultar heridos si se produjera un reventón accidental de la tubería de conducción.

#### **02.24.05.01 Realización de los ensayos**

Los ensayos incluyen la puesta bajo presión, hasta la presión de prueba. Los extremos de la tubería de conducción pueden cerrarse, bien con cabezas o válvulas de emergencia hechas estancas.

#### **02.24.05.02 Ensayos estáticos**

Se utilizará el equipo de bombeo de la estación de impulsión en modo manual para elevar la presión hasta la presión de ensayo y se mantendrá suficiente tiempo para comprobar la estanqueidad de todas las juntas e inspeccionar completamente la tubería de conducción, como mínimo después de 24 horas. Un manómetro, preferiblemente del tipo registrador permite controlar estas operaciones. La tubería no deberá presentar pérdidas de presión apreciables durante este período.

### **02.24.05.03 Vaciado de la tubería de conducción después del ensayo**

Solamente se ensayará la tubería de conducción si existen medios de vaciado rápido del volumen de agua contenido en la tubería de conducción.

El vaciado se realiza a través válvulas de purga mientras que el nivel de agua permanece adecuado: el vaciado de parte inferior se completa por medio de la válvula de drenaje diseñada para tal fin.

### **02.24.06 Medida y pago**

La medida para el pago de la tubería PVC de la línea de impulsión será en metro lineales medidos sobre el eje central de la tubería efectivamente instalada y probada e incluye los accesorios de unión tales como codos, camisas y juntas diversas del mismo diámetro. El pago de la tubería PVC de la línea de impulsión se hará al precio unitario de la oferta indicado para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. No se hará pago por separado para las pruebas o ensayos de aceptación.

## **02.25 Demoliciones**

### **02.25.01 General**

Este trabajo consistirá en la demolición y retiro de aquellas estructuras existentes que figuren en los planos o fuesen señalados por La Supervisión tales como cercas, alambrados, muros y cualesquiera otras construcciones que no estén señaladas o que no estén indicadas para permanecer en su lugar

Incluirá la recuperación, traslado y acopio, en lugares designados previamente o indicados por La Supervisión, de los materiales provenientes de la remoción y despeje, salvo que de otra manera se especifique y también incluirá el relleno de las zanjas, hoyos o pozos resultantes. El Contratista deberá informarse en el terreno sobre las cantidades de servicios a ejecutar, teniendo en cuenta que las cantidades previstas son solamente estimativas.

Las estructuras que deberán ser demolidas serán señaladas por La Supervisión y no se permitirá ninguna demolición hasta que sea ordenado por escrito por La Supervisión.

Las demoliciones deben ejecutarse tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas, y daños a las obras que se construyen en propiedades vecinas. En caso de existir aún instalaciones de servicios en funcionamiento, estas deberán suspenderse antes de la iniciación de las demoliciones.

Luego de realizado el retiro de los materiales, las depresiones resultantes deberán ser rellenadas con material aprobado y la superficie será nivelada toscamente, para restaurar aproximadamente la configuración original del terreno, o para producir un aspecto conforme al paisajismo circundante. No se hará pagos separados por la excavación, relleno o consolidación de ninguna cavidad restante.

### **02.25.02 Ejecución**

El Contratista será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, así como a redes de servicios públicos, o propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la ejecución de los trabajos contratados. El Contratista deberá colocar señales y luces que indiquen, durante el día y la noche, los lugares donde se realicen trabajos de demolición o remoción, de acuerdo con las disposiciones vigentes, y será responsable de mantener la vía transitable, cuando ello se requiera. Los trabajos se deberán efectuar en tal forma que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios. Si los trabajos aquí descritos afectan el tránsito normal, El Contratista será el responsable de mantenerlo adecuadamente. Si los trabajos implican la interrupción de los servicios públicos (energía, cable, teléfono, acueducto, alcantarillado), El Constructor deberá coordinar y colaborar con las entidades encargadas del mantenimiento de tales servicios, para que las interrupciones sean mínimas. Cuando se utilicen explosivos, se deberá llevar un registro detallado de su clase, proveedor, existencias y consumo, así como de los demás accesorios requeridos; y se confiará a personas experimentadas su uso, manejo y almacenamiento, de manera que se sujeten a las leyes y reglamentos de las entidades que los controlan. Si la demolición aconseja el uso de explosivos, pero éstos no sean admisibles por su impacto ambiental, se deberá recurrir a técnicas alternativas tales como la fracturación hidráulica o el uso de cemento expansivo. Al finalizar cada jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.

### **02.25.03 Remoción de especies vegetales**

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán ser apilados debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe La Supervisión. El resto de los materiales resultantes de la remoción de especies vegetales deberá ser retirado del lugar de los trabajos y transportado y depositado en los lugares establecidos en los documentos del proyecto o señalados por La Supervisión, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, extendiéndolos en capas dispuestas de forma que se reduzca al mínimo la formación de huecos. Cada capa se deberá cubrir o mezclar con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior se deben extender al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua. En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de cualquier tipo, los tocones, raíces de más de diez centímetros (10 cm) de diámetro y demás materiales inconvenientes, se deberán eliminar hasta la profundidad que se indique en los documentos del proyecto, la cual no será menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo del nivel apoyo de los terraplenes, de las estructuras o de los rellenos de cimentación de éstas. Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, se podrán cortar a ras del suelo, si los documentos del proyecto no especifican otra cosa. Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de remoción de especies vegetales se deberán rellenar hasta el nivel del terreno circundante.

### **02.25.04 Remoción de cercos de alambre**

El Constructor deberá remover, trasladar y reinstalar las cercas de alambre en los nuevos emplazamientos como se muestre en los planos o lo señale La Supervisión. El traslado se deberá realizar evitando maltratos innecesarios a las partes que sean manipuladas o transportadas. Si la reinstalación no está prevista, los elementos removidos se ubicarán en los sitios que defina La Supervisión. El relleno de los espacios dejados por los postes removidos y que no sean ocupados por las obras proyectadas, se realizará con un material similar al circundante.

### **02.25.05 Remoción de obstáculos**

Según se muestre en los planos o en las especificaciones particulares, El Contratista deberá eliminar, retirar o recolocar obstáculos individuales tales como postes de kilometraje, señales, monumentos y otros. Cuando ellos no se deban remover, El Contratista deberá tener especial cuidado, a efecto de protegerlos contra cualquier daño y proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los documentos citados o sean autorizadas por La Supervisión.

### **02.25.06 Remoción de ductos de servicios existentes**

El Constructor deberá retirar, cambiar, restaurar o proteger contra cualquier daño, las conducciones de servicios públicos o privados existentes según se contemple en los planos o las especificaciones particulares. Ningún retiro, cambio o restauración se deberá efectuar sin la autorización escrita de la entidad afectada y se deberán seguir las indicaciones de ésta con especial cuidado y tomando todas las precauciones necesarias para que el servicio no se interrumpa o, si ello es inevitable, reduciendo la interrupción al mínimo tiempo necesario para realizar el trabajo, a efecto de causar las menores molestias a los usuarios. Cuando el trabajo consista en protección, El Contratista deberá proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los planos o en las especificaciones particulares o que sean autorizadas por La Supervisión. Cuando la entidad afectada estime que debido al estado en el cual se encuentra el ducto, resulta imposible obtener partes recuperables del mismo, El Contratista procederá a su demolición.

### **02.25.07 Disposición de los materiales**

A juicio de La Supervisión y de acuerdo con sus instrucciones al respecto, los materiales de las edificaciones o estructuras demolidas, que sean aptos y necesarios para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas laterales del proyecto, se deberán utilizar para ese fin. Todos los demás materiales provenientes de estructuras demolidas quedarán de propiedad de El Contratista, quien deberá trasladarlos o disponerlos fuera de la zona de la obra, en un lapso no mayor a 24 horas después de efectuada la demolición, con procedimientos adecuados y en los sitios aprobados por La Supervisión. Los elementos que deban ser almacenados según lo establezcan los planos o las especificaciones particulares, se trasladarán al sitio establecido en ellos y se dispondrán de la manera que resulte apropiada para La Supervisión. Los elementos

que deban ser relocalizados se deberán trasladar al sitio de nueva ubicación que indiquen los planos, donde se montarán de manera que se garantice su correcto funcionamiento.

### **02.25.08 Manejo ambiental**

Todas las labores de demolición, remoción y disposición de materiales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

### **02.25.09 Medida y pago**

La medida para la demolición y remoción, ejecutada de acuerdo con los planos, la presente especificación, y las instrucciones de La Supervisión, se hará de acuerdo con las siguientes modalidades:

- 1) Suma global, en cuyo caso no se harán mediciones
- 2) Por unidad completa (Un), cuando se trate de demolición de obstáculos, edificaciones, puentes, alcantarillas y otras estructuras o remoción de estructuras metálicas, especies vegetales, obstáculos, postes y torres;
- 3) Por kilogramo (kg) aproximado al entero, en cuanto se trate del desmontaje y traslado de estructuras metálicas;
- 4) Por metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al entero, en el caso de demolición de estructuras, cuando su tipo permita la cuantificación en esa unidad;
- 5) Por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, en el caso de demolición de pavimentos rígidos, andenes de concreto y pisos. En este caso, la medida de la estructura se efectuará antes de destruirla;
- 6) Por metro lineal (m), aproximado al entero, cuando se trate de la demolición de bordillos y del retiro de estructuras tales como alcantarillas, cercas de alambre, ductos de servicios existentes, defensas metálicas, barreras de seguridad, rieles y otros obstáculos que sean susceptibles de ser medidos por su longitud.

La cantidad determinada, se pagará al precio del contrato por unidad de medida establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, cuyo precio y pago serán la liquidación total del trabajo estipulado en esta sección.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, explosivos, asesoría, equipo, herramientas, materiales, apuntalamientos, andamios, obras para la protección de terceros; las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes, planos, separación de materiales aprovechables, cargue y transporte de éstos al lugar de depósito, descargue y almacenamiento; remoción de especies vegetales; traslado y reinstalación de obstáculos y cercas de alambre; traslado, cambio, restauración o demolición de conducciones de servicios existentes; cargue de materiales desechables, transporte y descargue en el sitio de disposición final, de acuerdo con lo señalado por La Supervisión.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos por concepto de la excavación para la demolición y remoción y por el suministro, conformación y compactación del material para relleno de todas las cavidades resultantes; la señalización temporal requerida y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados. El precio unitario deberá cubrir los costos de administración e imprevistos y la utilidad de El Contratista.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**SECCIÓN 3 – ESPECIFICACIONES  
TÉCNICAS PARA LAS OBRAS  
HIDROMECÁNICAS**

**PROGRAMA “MEJORAMIENTO AL ACCESO DEL AGUA  
POTABLE Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA  
CIUDAD DE SANTA ROSA DE COPÁN”**

**No. HND-017-B**

**“CONSTRUCCIÓN DE PRESA LA HONDURA”**

CONTRATANTE:

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTA ROSA DE COPÁN

COPÁN, HONDURAS

DICIEMBRE DE 2021



## Contenido

Contenido .....	i
Índice de Tablas.....	iv
03.01 General.....	1
03.01.01 Tubería de acero para desviación del río .....	1
03.01.02 Sistema de impulsión.....	2
03.01.02.01 General.....	2
03.01.02.02 Condiciones de operación.....	2
03.01.03 Sistema de desagüe de fondo.....	3
03.01.03.01 General.....	3
03.01.03.02 Alcance .....	3
03.02 Bombas de impulsión tipo Booster en línea .....	3
03.02.01 General.....	3
03.02.02 Carcasa.....	4
03.02.03 Impulsores .....	4
03.02.04 Sello de desgaste.....	4
03.02.05 Sello mecánico.....	4
03.02.06 Eje.....	4
03.02.07 Motor .....	5
03.02.08 Condiciones de servicio.....	5
03.02.09 Inspección y pruebas de fábrica.....	5
03.02.10 Instalación y pruebas de aceptación .....	6
03.02.11 Medida y pago .....	6
03.03 Válvulas de compuerta .....	6
03.03.01 General.....	6
03.03.02 Medida y pago .....	7
03.04 Válvulas de aire .....	7
03.04.01 General.....	7
03.04.02 Especificaciones de fabricación.....	8
03.04.03 Pruebas de calidad .....	8

03.04.04	Medida y pago .....	9
03.05	Válvula retenedora.....	9
03.05.01	General.....	9
03.05.02	Medida y pago .....	9
03.06	Manómetro .....	10
03.06.01	General.....	10
03.06.02	Medida y pago .....	10
03.07	Tubería rolada de acero .....	10
03.07.01	General.....	10
03.07.02	Remisiones .....	10
03.07.03	Requisitos generales para la fabricación de tubería de acero .....	11
03.07.03.01	Generales .....	11
03.07.03.02	Materiales .....	12
03.07.03.03	Tolerancias.....	13
03.07.04	Especificaciones para las láminas de acero .....	14
03.07.04.01	General.....	14
03.07.04.02	Ensayos e inspecciones.....	15
03.07.04.03	Criterios de aceptación .....	15
03.07.04.04	Certificado de aceptación .....	16
03.07.04.05	Marcado .....	16
03.07.04.06	Entrega.....	16
03.07.05	Especificación para la soldadura .....	16
03.07.05.01	Responsabilidad de El Contratista.....	16
03.07.05.02	Fabricación .....	17
03.07.05.03	Calificación del proceso de soldadura .....	18
03.07.05.04	Calificación de los soldadores .....	19
03.07.05.05	Control de calidad.....	19
03.07.05.06	Ensayos mecánicos y químicos de las soldaduras .....	20
03.07.05.07	Ensayos no destructivos .....	20
03.07.05.08	Ensayos mecánicos y clases de inspección de la soldadura .....	22
03.07.05.09	Formas típicas de los chaflanes .....	24

03.07.05.10	Tolerancias de forma de las soldaduras .....	25
03.07.05.11	Inspección radiográfica de las soldaduras .....	26
03.07.05.12	Inspección ultrasónica de las soldaduras .....	27
03.07.06	Protección de las superficies.....	30
03.07.06.01	Preparación de las superficies.....	30
03.07.06.02	Recubrimientos .....	31
03.07.06.03	Hojas de datos de los productos empleados .....	32
03.07.06.04	Recubrimiento interior.....	32
03.07.06.05	Recubrimiento exterior .....	33
03.07.06.06	Áreas empotradas en concreto .....	34
03.07.07	Protección .....	34
03.07.07.01	Protección en el taller .....	34
03.07.07.02	Protección de los extremos del tubo .....	34
03.07.07.03	Protección en el sitio y/o después de la instalación.....	35
03.07.08	Instalación.....	37
03.07.08.01	General.....	37
03.07.08.02	Manipulación y colocación.....	37
03.07.08.03	Ensamble de la tubería.....	38
03.07.08.04	Uniones soldadas en campo.....	39
03.07.08.05	Inspecciones.....	39
03.07.08.06	Limpieza e inspección interna de la tubería .....	40
03.07.09	Ensayos de aceptación .....	40
03.07.10	Aceptación de los trabajos .....	41
03.07.11	Medida y pago .....	41
03.07.11.01	Tubería de acero .....	41
03.07.11.02	Piezas y accesorios .....	42
03.08	Tubería de acero negro y accesorios.....	42
03.08.01	General.....	42
03.08.02	Medida y pago .....	43
03.09	Rejas .....	44
03.09.01	Rejas retenedoras en obra de toma .....	44

03.09.01.01	General.....	44
03.09.01.02	Datos técnicos.....	44
03.09.01.03	Materiales .....	44
03.09.01.04	Acabado .....	44
03.09.02	Medida y pago .....	45
03.10	Protección, limpieza y pintura.....	45
03.10.01	General.....	45
03.10.02	Preparación de la superficie.....	46
03.10.03	Procedimiento de aplicación.....	46
03.10.04	Superficies que no serán pintadas.....	47
03.10.05	Requisitos para la pintura .....	47
03.10.06	Medida y pago .....	48

## Índice de Tablas

Tabla 1	Especificaciones para el Sistema de Válvulas de Aire.....	8
Tabla 2	Especificaciones para el Acero y Accesorios.....	13
Tabla 3	Ensayos mecánicos de soldadura.....	22
Tabla 4	Clases e inspección de soldaduras.....	23
Tabla 5	Formas típicas de los chaflanes .....	24
Tabla 6	Tolerancias de forma en milímetros .....	25
Tabla 7	Inspección radiográfica de soldaduras.....	26
Tabla 8	Inspección ultrasónica de soldaduras .....	29
Tabla 9	Reja de acero para estructura de toma.....	44

## **03.01 General**

Los siguientes elementos se definen como sistemas hidromecánicos:

- a) La tubería de acero para desviación del río
- b) Sistema de desagüe de fondo
- c) Los sistemas y accesorios de la estación de impulsión

### **03.01.01 Tubería de acero para desviación del río**

El Contratista deberá proveer los materiales y equipos y ejecutar todas las obras relacionadas incluyendo el montaje e instalación, prueba y puesta en marcha de todos los equipos mecánicos relacionados con las obras. Los componentes principales de esta sección son:

- 1) Tubería de acero Ø600mm (Ø24”).
- 2) Derivación para tubería de desagüe de fondo Ø75mm (Ø3”)
- 3) Válvula de compuerta de desagüe de fondo Ø75mm (Ø3”)
- 4) 2 derivaciones para la estación de impulsión Ø100mm (Ø4”)
- 5) 2 válvulas de compuerta para las derivaciones de la estación de impulsión Ø100mm (Ø4”)

Toda la tubería, juntas, empaques, codos, tees, cruces, válvulas y demás accesorios serán suministrados e instalados por El Contratista. Toda la mano de obra, equipo, etc., requeridos para instalar la tubería serán suministrados por El Contratista, asimismo, incluye el transporte de la tubería y accesorios, desde los centros de fabricación y almacenamiento al lugar de instalación.

Los materiales como válvulas y otros similares que requieren una manufactura especializada que no puedan ser fabricados por El Contratista, también serán suministrados por El Contratista y deberán cumplir con las especificaciones aquí descritas y en los planos.

### 03.01.02 Sistema de impulsión

#### 03.01.02.01 General

El contratista deberá proveer un sistema de bombas para transportar el agua desde el embalse hasta el cárcamo de la bomba de 150HP de la Estación de Impulsión La Hondura No. 1. Los componentes del sistema incluyen:

- 1) Tubería de acero negro con costura y accesorios de DN 100 (Ø4")
- 2) Dos (2) juntas tipo Dresser DN 100 (Ø4")
- 3) Dos (2) bombas de impulsión tipo Booster en línea
- 4) Dos (2) válvulas de aire DN 25 (Ø1")
- 5) Dos (2) válvulas de retención DN 100 (Ø4")
- 6) Dos (2) manómetros PN 6, DN 12 (Ø½")
- 7) Tubería de acero negro con costura y accesorios DN 150 (Ø6")
- 8) Tubería de acero negro con costura y accesorios DN 50 (Ø2")
- 9) Válvula de compuerta DN 50 (Ø2").
- 10) Sistema de control y protección de bombas con sensores de nivel en el embalse y en el cárcamo de bombeo de la bomba de 150HP de la estación La Hondura No. 1.

#### 03.01.02.02 Condiciones de operación

El sistema de impulsión deberá operar sin dificultad en todo el rango de cargas dinámicas, desde un mínimo de 3.5m cuando el embalse al nivel máximo hasta un máximo de 18m cuando el embalse está al nivel mínimo. La descarga nominal para cada bomba será de 30l/s o 1.8m<sup>3</sup>/min.

El sistema deberá ser suministrado con sensores de nivel para el embalse y el cárcamo de la bomba de 150HP en la estación de bombeo La Hondura No. 1, estableciendo los niveles máximo y mínimo de cada punto como sigue:

Sensor	Tipo	Ubicación	Condición de arranque
1	Transductor de presión	Tubería de acero de DN600 (Ø24") en foso de operación	P>= 0.44 bar (4.5 mca) P<=1.5 bar (15mca)
2	Interruptor de flote	Cárcamo de la bomba de 150 HP en el punto de entrega	Sin señal

El sistema de control deberá ser configurado para operación alterna, en ciclos no mayores de 15 minutos por bomba. Deberá ser provisto además de controles para operación manual y en tándem, cuando sea requerido una operación simultánea a sobretasa.

### **03.01.03 Sistema de desagüe de fondo**

#### **03.01.03.01 General**

El sistema de desagüe de fondo consistirá en un conducto de acero negro DN 80 (Ø3”) derivado de la tubería de acero DN 600 (Ø24”) donde se muestra en los planos para el control de vaciamiento del embalse y limpieza de lodos de la tubería principal.

#### **03.01.03.02 Alcance**

El suministro e instalación del sistema de desagüe incluye:

- 1) Tubería acero negro DN 80
- 2) Codos de acero negro DN 200
- 3) Bridas de acero DN 200

Todas las tuberías y accesorios deberán ser suministrados para una presión nominal PN de 1 MPa.

## **03.02 Bombas de impulsión tipo Booster en línea**

### **03.02.01 General**

El contratista deberá suministrar e instalar los materiales, equipo, mano de obra para el suministro, instalación y pruebas del sistema de bombeo completo con las bombas, motores, bases de soporte, tuberías, válvulas, derivaciones como se indica en los planos del contrato y se especifique aquí.

El Contratista deberá asegurar que las bombas y motores son apropiadamente instalados sin transmitir tensiones a la tubería.

Las bombas deberán ser de voluta centrífugas en línea de una sola etapa con motores estándar y sellos mecánicos de eje. También serán del tipo de acoplamiento cerrado, es decir, la bomba y el motor son unidades independientes.

### **03.02.02 Carcasa**

La carcasa deberá ser fabricada en acero fundido (ASTM A48). Deberá ser de diseño hidráulico de succión en extremo, con las bridas de succión y descarga de las mismas medidas y localizadas en un mismo eje central a 180° de la tubería de montaje. La bomba deberá tener una carcasa de succión del tipo voluta para minimizar el ruido durante la operación.

### **03.02.03 Impulsores**

Los impulsores deberán ser de bronce fundido al vacío (ASTM B427) y acabados en toda su superficie, el exterior torneado y el interior con acabado suave y libre de rebabas, virutas o irregularidades. Los impulsores deberán estar balanceados dinámicamente. Los impulsores deberán estar acoplados al eje por medio de un mecanismo de llave y ranura.

### **03.02.04 Sello de desgaste**

La carcasa de la bomba y la cubierta de la caja de empaques deberán estar ajustadas con un sello de desgaste para minimizar el desgaste abrasivo y corrosivo de la carcasa. Un sello de desgaste adicional deberá ser instalado entre los impulsores. El anillo de desgaste de la carcasa deberá ser del tipo radial y ajustado a presión en la carcasa.

### **03.02.05 Sello mecánico**

Cada bomba deberá ser suministrada con un sello mecánico con asiento Ni-Resistente, arandela de carbón, partes de nitrilo y acero inoxidable. Se deberá proveer una línea de bypass entre las caras del sello y la brida de descarga para asegurar una adecuada ventilación de la cámara del sello y para proveer lubricación.

### **03.02.06 Eje**

Los impulsores deberán estar directamente acoplados al eje de potencia, el eje deberá ser maquinado para proveer una ranura para la llave del impulsor y deberá ser taladrado para aceptar el sujetador del impulsor. El eje deberá ser de una sola pieza. Ejes acoplables no serán aceptados. El extremo del eje deberá ser maquinado con una ranura para el acople de la unidad de potencia.



### **03.02.07 Motor**

Cada bomba será acoplada a un eje del motor de acuerdo con el estándar NEMA vigente y deberá tener las siguientes características:

- Carcasa Abierto a prueba de goteo
- Fases 3
- Frecuencia 60Hz
- Voltaje 230/460 V
- Velocidad definida por el fabricante
- Potencia será definida por el proveedor
- Potencia nominal ~11 kW
- Velocidad de rotación 3600 rpm (máximo)

Cada motor deberá tener suficiente potencia nominal para operar la bomba en cualquier punto de la curva de carga-capacidad sin sobrecargar la potencia nominal de la placa del motor independientemente del factor de servicio. El motor deberá tener un factor de servicio de 1.15. El factor de servicio es una reserva para variaciones de voltaje y frecuencia.

### **03.02.08 Condiciones de servicio**

- Número de unidades 2
- Tipo de motor velocidad variable
- Diámetro de descarga DN 100 (Ø4")
- Diámetro de succión DN 100 (Ø4")
- Descarga nominal 97m<sup>3</sup>/h
- Carga nominal 14.0m
- Carga dinámica máxima 18.0m
- Carga dinámica mínima 3.5m

### **03.02.09 Inspección y pruebas de fábrica**

Cada bomba suministrada bajo estas especificaciones deberá ser probada en fábrica para verificar el rendimiento individual. Copias certificadas de todos los reportes de pruebas deberá

ser remitida al Supervisor para aprobación antes de la compra. Cada unidad deberá ser probada hidrostáticamente.

### **03.02.10 Instalación y pruebas de aceptación**

Las unidades de bombeo deberán ser instaladas por el Contratista en conformidad con las instrucciones del fabricante y como se muestra en los planos o lo indique el Supervisor.

La instalación deberá incluir el suministro de todos los lubricantes requeridos para la operación inicial. Los grados del aceite y la grasa deberán estar en conformidad con las recomendaciones del fabricante.

### **03.02.11 Medida y pago**

La medida para el pago del sistema de bombeo será por el suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha del sistema completo de impulsión consistentes en dos sets de bomba-motor con las especificaciones indicadas, el panel de control y todos los suministros y accesorios de conexión para control y potencia, los sensores de presión o nivel, las protecciones y todas las conexiones debidamente canalizadas en ductos eléctricos apropiados para el uso. El pago por el sistema de bombeo será realizado al precio de suma global establecido para ello en la lista de cantidades de obra valorada.

## **03.03 Válvulas de compuerta**

### **03.03.01 General**

La válvula de compuerta de sello resiliente, de uniones bridadas diseñada para aplicaciones hidráulicas a presiones intermedias y temperatura normal, PN 16, DN 100, con cierre autolimpiante. El cuerpo será de fundición de hierro dúctil ASTM A536 de una sola pieza y de bonete atornillado. La cuña u hoja de la compuerta deberá ser de hierro dúctil ASTM 536 con recubrimiento EPDM. El husillo o vástago deberá ser de acero inoxidable del tipo no ascendente. Las empaquetaduras internas deberán proveer completa estanqueidad entre el bonete y el vástago, de fácil acceso para su reemplazo sin desmontar la válvula de la línea. El accionamiento deberá ser de volante.

### **03.03.02 Medida y pago**

Las válvulas de compuerta serán medidas por unidad de válvula instalada donde se muestra en los planos, según su clase e incluirán todos los accesorios, conexiones, obras civiles y pruebas, aprobada por El Supervisor.

El pago será realizado a la cantidad determinada de acuerdo con lo estipulado arriba, al precio unitario del contrato indicado en la lista de cantidades de obra valoradas, cuyo precio y pago será la compensación total de todo el trabajo ordenado bajo esta sección.

### **03.04 Válvulas de aire**

#### **03.04.01 General**

Las válvulas de aire deberán instalarse donde se muestra en los planos, para expulsar el aire que se acumula en los puntos altos de la tubería en diferentes situaciones de operación.

Se requiere que las válvulas sean de triple acción, que puedan cumplir las funciones que se listan a continuación y además que cuenten con mecanismos de cierre lento:

- 1) Expulsión de aire al llenado de la línea.
- 2) Admisión de aire al vaciado de la línea.
- 3) Expulsión de aire mientras la línea se encuentra en funcionamiento y a presión de trabajo.

El suministro e instalación de la válvula de aire incluye todos los accesorios para su adecuada operación y mantenimiento, esto incluye:

- 1) Válvula de bola de cierre lento de DN 25mm (Ø1")
- 2) Espigas roscadas de acero de DN 25mm (Ø1")
- 3) Boquilla roscada de unión a tubo principal DN 25mm (Ø1")
- 4) Tubo de drenaje de DN 25mm (Ø1")

### 03.04.02 Especificaciones de fabricación

Las válvulas ventosas o válvulas de admisión y expulsión de aire para la tubería deberán ser de cuerpo metálico con extremos roscados y deberán de cumplir con el estándar AWWA C512. PN 6, DN 25 (Ø1")

*Tabla 1 Especificaciones para el Sistema de Válvulas de Aire*

Concepto	Observaciones	Especificación
Corte del círculo de 25 mm de diámetro en el punto de instalación de la válvula	El corte deberá hacerse siguiendo las especificaciones de la tubería de acero en el cuadrante superior de la tubería.	Ver especificación de la tubería de acero
Instalación de boquilla roscada hembra con diámetro nominal de 25mm (Ø1")	La soldadura deberá hacerse siguiendo las especificaciones de la tubería de acero en el cuadrante superior de la tubería	Ver especificación de la tubería de acero
Espiga de acero negro de Ø25mm (Ø1") x 150mm de longitud roscada en la boquilla	Aplicar compuesto sintético para sello de roscas	
Válvula de bola de cierre lento de Ø25 mm (Ø1")	La válvula de bola deberá cumplir con la especificación de presión en cada punto.	AWWA C507
Válvula de aire de triple función con mecanismo automático de cierre lento	La válvula deberá cumplir con la especificación de presión en cada punto.	AWWA 512 ASME B16.47 Clase 150
Tubería PVC de Ø25mm (Ø1") RDE 21	Canalizar drenaje a un punto aprobado. Longitud estimada 4m	

### 03.04.03 Pruebas de calidad

Prueba hidrostática en el cuerpo de mínimo 1.5 veces la presión nominal. Prueba de Adherencia y recubrimiento de pintura de conformidad con los requisitos de la NSF 61, y según norma AWWA C550. Prueba hidrostática y sello según norma AWWA C512.

#### **03.04.04 Medida y pago**

Las válvulas de aire serán medidas por unidad de válvula instalada donde se muestra en los planos, según su clase e incluirán todos los accesorios, conexiones y pruebas, aprobada por El Supervisor.

El pago será realizado a la cantidad determinada de acuerdo con lo estipulado arriba, al precio unitario del contrato indicado en la lista de cantidades de obra valoradas, cuyo precio y pago será la compensación total de todo el trabajo ordenado bajo esta sección.

### **03.05 Válvula retenedora**

#### **03.05.01 General**

La válvula retenedora deberá ser de uniones bridadas con cuerpo de hierro dúctil de una sola pieza, PN 6 o superior, DN 100 (Ø4”) conforme estándar ANSI/AWWA C508 con protección interna y externa con recubrimiento epoxi azul RAL 5015 de no menos de 250 micrones de película seca.

La válvula retenedora deberá ser del tipo clapeta accionada por gravedad y debe instalarse verticalmente. Deberá contar con un resorte ajustable para el control de cierre y apertura de la clapeta. Las bridas de unión deberán conformarse al ANSI B16.1, clase 125. De cuerpo de hierro, montado en bronce. Certificada ANSI/SSF 61.

#### **03.05.02 Medida y pago**

Las válvulas de retención serán medidas por unidad de válvula instalada donde se muestra en los planos, según su clase e incluirán todos los accesorios, conexiones y pruebas, aprobada por El Supervisor.

El pago será realizado a la cantidad determinada de acuerdo con lo estipulado arriba, al precio unitario del contrato indicado en la lista de cantidades de obra valoradas, cuyo precio y pago será la compensación total de todo el trabajo ordenado bajo esta sección.

## **03.06 Manómetro**

### **03.06.01 General**

El manómetro indicador de presión deberá indicar la presión en un rango de medición de 0 a 4 Bar con una precisión del 1% con protección para ambientes húmedos, con visor de cristal equipado con glicerina. Deberá ser suministrado con un certificado de calibración vigente. El diámetro de entrada deberá ser de 12.5mm y deberá ser instalado como se muestra en los planos o lo indique El Supervisor. Se deberá proveer 2 manómetros de repuesto.

### **03.06.02 Medida y pago**

Los manómetros serán medidos por unidad de manómetro instalado donde se muestra en los planos e incluirán todos los accesorios, conexiones y pruebas, aprobado por El Supervisor.

El pago será realizado a la cantidad determinada de acuerdo con lo estipulado arriba, al precio unitario del contrato indicado en la lista de cantidades de obra valoradas, cuyo precio y pago será la compensación total de todo el trabajo ordenado bajo esta sección.

## **03.07 Tubería rolada de acero**

### **03.07.01 General**

El diseño y la fabricación de la tubería de conducción se hará de conformidad con las Sub-Cláusulas aplicables en el presente pliego y el pago de los diversos ítems de las obras necesarias se tomará a los precios unitarios aplicables para ello según la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. La tubería de conducción deberá ser diseñada como se especifica en AWWA M11.

### **03.07.02 Remisiones**

El Contratista deberá remitir la siguiente información en el formato aceptable:

- Planos de taller aplicables.
- Datos de la tubería de acero incluyendo los accesorios y materiales de unión.
- Muestras de los materiales para las tuberías.
- Un set de cuatro (4) copias de los certificados de las tuberías y accesorios, incluyendo recubrimientos aplicados en fábrica y materiales para las uniones.

Los certificados deberán validar todas las pruebas para cada estándar que sea aplicable u obligatoria, y que las pruebas de control de producción hayan sido realizadas a la frecuencia o intervalos especificados en los estándares referidos.

### **03.07.03 Requisitos generales para la fabricación de tubería de acero**

#### **03.07.03.01 Generales**

La construcción de la tubería de acero, como se define en estas especificaciones, incluye el suministro e instalación de toda la tubería, accesorios y materiales para las uniones, soportes y otros accesorios, como se indica en los planos.

Todos los elementos deberán ser rectos y uniformes antes de ser trabajados y deberán de carecer de dobleces, bordes discontinuos, torceduras o abolladuras. No se aceptará material con soldaduras excepto cuando las soldaduras son definidas específicamente como definitivas para el propósito que deberá cumplir la tubería o como lo apruebe El Supervisor. Los dobleces deberán ser realizados por rodillos de doblado, prensas o equipos aprobados.

Cuando se requiera el calentamiento, se deberán tomar precauciones especiales para evitar el sobrecalentamiento del metal y deberá permitirse un período de enfriamiento de manera que no alteren sus propiedades originales. Los elementos terminados deberán estar libres de torceduras, dobleces, abolladuras y juntas abiertas.

El fabricante suministrará las láminas y elementos del acero en los espesores y dimensiones requeridos por el diseño y especificados en los planos. En cualquier sección de la tubería rolada no deberá haber más de dos soldaduras longitudinales, exceptuando las piezas especiales que por su forma y dimensiones requieran un número mayor de soldaduras. Esta restricción no aplica en el caso que la tubería sea fabricada de forma espiral.

Cuando dos secciones de la tubería rolada deban ser soldadas transversalmente para continuar la longitud del tubo, no se permitirá la alineación de las soldaduras longitudinales las cuales deberán rotarse de forma alterna con un desplazamiento no menor a 45°.

Se deben proporcionar e instalar en la tubería de conducción todos los aditamentos necesarios mostrados en planos.

Las láminas que formarán el tubo se cortarán de tamaño y forma correcta con los bordes a soldar biselados, de acuerdo con el tipo de soldadura seleccionado, de manera que se garantice la completa penetración del metal soldador.

Las láminas de acero que forman los tubos deben ser conformadas con dobladoras de rodillos a verdaderas secciones de circunferencia, con curvaturas continuas desde los bordes.

Mientras se realiza la soldadura, las láminas se deberán mantener correctamente alineadas y firmemente mantenidas en posición. Se podrán usar puntos provisionales de soldaduras para sostener los bordes de las láminas alineadas, siempre que dichos puntos sean luego completamente removidos y no pasen a formar parte de la soldadura definitiva. Sin embargo, no se permitirán soldaduras de campo en la parte exterior del tubo, con el fin de arriostrar o anclar el tubo para dar alineamiento.

La descripción general de la tubería de conducción y de los espesores del suministro se muestra en los planos adjuntos. La tubería será fabricada con lámina de acero y espesores que varían según los tramos de tubería, de acuerdo con los planos.

Cualquier soldadura realizada en taller o fuera deberá efectuarse bajo cubierta, de forma que las máquinas de soldar y los soldadores deben estar protegidos de la lluvia, el viento, el polvo y cualquier otro elemento que afecte la calidad de la soldadura.

El fabricante deberá remitir los certificados de calificación para cada soldador a El Supervisor para su aprobación antes del comienzo de la fabricación. Los soldadores deberán limitarse a los procesos de soldadura para los cuales están certificados.

Se deberán preparar soldaduras de prueba que serán probadas de acuerdo con los requisitos de la AWS D1.1 y AWWA C206, según la opinión de El Supervisor.

### **03.07.03.02 Materiales**

Antes del inicio de la fabricación de la tubería y sus componentes, El Contratista deberá someter para su aprobación, los certificados de calidad del acero de las láminas a utilizar, preparados directamente por el fabricante. Estos certificados deben estar claramente identificados por los fabricantes, de lo contrario no serán aceptados.



Todos los materiales utilizados deberán estar de acuerdo con la última edición ASTM. Los aceros serán de alta calidad, elaborados al horno eléctrico o por otro sistema de alta confiabilidad, de grano fino. Deberán poseer buenas y apropiadas características de soldabilidad para los métodos descritos más adelante.

Los aceros que, a juicio del fabricante, necesiten tratamientos especiales para mejorar sus características mecánicas de soldabilidad u otras, deberán someterse a los mismos como parte del proceso de fabricación. Tales tratamientos deberán ser descritos ampliamente en la oferta. Las características del acero y accesorios para la línea de conducción se listan a continuación:

*Tabla 2 Especificaciones para el Acero y Accesorios*

<b>Componente</b>	<b>Especificación</b>
Lámina de Acero	ASTM A572
Acero Estructural para Soportes	ASTM A36
Pernos de Alta Resistencia	ASTM A325 o ASTM A490
Tuercas	ASTM A563
Pernos de Anclaje	ASTM A36
Soldadura	AWS D1.1 / AWWA C206
Preparación de la Superficie	SSPC-SP-10

### **03.07.03.03 Tolerancias**

En toda sección transversal de la tubería, la diferencia entre el diámetro más grande y el más pequeño no debe exceder el 0.5% del diámetro interior nominal. Para un arco de círculo, cuya cuerda tenga una longitud de dos décimos de la longitud de la placa, la diferencia entre la flecha teórica y la flecha medida no excederá un milésimo del diámetro interior nominal.

No se aceptará pandeos localizados en la circunferencia. Los tubos tendrán una curvatura positiva en toda su circunferencia, inclusive en las zonas de soldadura. No se permitirá la modificación de la curvatura por medio de golpes. En las juntas de soldadura, el desplazamiento (Hi-Low) de las láminas no excederá un décimo del espesor de la placa.

Los bordes guillotinos deben ser esmerilados a una profundidad mínima de un cuarto del espesor de la lámina y en ningún caso menor de 3mm. Los bordes cortados con soplete deben ser rectificadas y esmerilados y deben quedar libres de escoria y de escamas antes de ser soldados. Todos los bordes deben mostrar metal sano, libre de laminaciones, grietas superficiales causadas por la guillotina y otros defectos.

Los codos se construirán de acuerdo con las mejores normas de uso. El número de sectores que forman cada codo será definido por un ángulo máximo de 10° a las longitudes y radios mostrados en los planos o como lo determine El Supervisor.

Los tramos rectos de tubo se fabricarán de manera que sus extremos sean perpendiculares al eje longitudinal del tubo, dentro de una aproximación de 1.5mm, para garantizar un ajuste apropiado de las secciones contiguas durante la instalación.

Se deberá tener especial cuidado que las juntas longitudinales de los bordes de las planchas que forman el tubo, así como las juntas circunferenciales de tubos contiguos, formen superficies internas continuas, con un máximo permisible de desalineación de 1mm.

Los elementos que estén fuera de tolerancia no serán aceptados y por lo tanto no se permitirá su instalación. Si el fabricante desea proceder con su corrección, deberá someter a la aprobación de la inspección el procedimiento detallado.

#### **03.07.04 Especificaciones para las láminas de acero**

##### **03.07.04.01 General**

Las láminas de acero utilizadas en la fabricación de tubería deberán cortarse cuidadosamente respetando las dimensiones. Los bordes deben biselados de acuerdo con el bisel indicado en el procedimiento de soldadura que permitan la fusión y penetración completa de la soldadura.

Las superficies de las láminas serán lisas y planas. Los defectos pequeños superficiales pueden ser eliminados por amolado o limado, procurando que la depresión formada sea suavemente unida al resto de la superficie y que el espesor resultante no sea menor que el espesor mínimo permitido para el espesor nominal considerado. No se permiten reparaciones por retacado o por soldadura. No se permitirán defectos y segregaciones que afecten a las condiciones normales de uso.

Se deberá formar una curvatura continua entre ambos bordes de lámina a ser soldada. La corrección de la curvatura mediante golpes de martillo no será permitida. Las láminas se deberán doblar en frío.

La dimensión del bisel deberá mostrarse en los planos de taller. La reparación de defectos deberá realizarse según un procedimiento propuesto por el fabricante. Aquellas láminas con defectos o deformaciones consideradas irreparables a juicio exclusivo de la inspección deberán ser remplazadas sin importar el estado de fabricación, cuando el defecto sea detectado.

Los elementos de izado o piezas colocadas de forma temporal directamente en la chapa del tubo deberán estar separados al menos 150mm de cualquier soldadura de unión. En caso de ser removida deberá realizarse de forma cuidadosa desde la base y se realizará inspección usando el método de líquidos penetrantes.

#### **03.07.04.02 Ensayos e inspecciones**

- a) Ensayo de tracción: El ensayo de tracción determina la resistencia a la rotura, el límite elástico y el alargamiento.
- b) Ensayo de plegado: El ensayo de plegado, realizado de acuerdo con una de las normas correspondientes, tiene por finalidad la determinación de la capacidad de formación en términos del ángulo de plegado.
- c) Ensayo de impacto: La resistencia y energía a la rotura, a distintas condiciones y temperaturas, del acero de determinan por los ensayos al impacto (Resiliencia), que constituyen una comprobación de la tendencia al envejecimiento y a la fractura frágil. Los valores que deban ser garantizados se acordarán separadamente con el acerista.
- d) Examen ultrasónico: Para confirmar la ausencia de defectos internos importantes en las chapas, se someterán a un examen ultrasónico de acuerdo con el objeto o destino de uso. El procedimiento, así como la extensión de los controles deberá ser entregado por El Contratista a El Supervisor para su aprobación.
- e) Control de la composición química: Por cada colada de acero se realizará un análisis químico para determinar los contenidos de carbono, silicio, manganeso, azufre y fosforo, así como de los posibles elementos de aleación.

#### **03.07.04.03 Criterios de aceptación**

Para aceptar un lote de láminas o una simple lámina, los resultados de los diferentes ensayos enumerados en el artículo anterior deben ser conformes a los valores garantizados.

Si los resultados de los ensayos de calidad para las láminas examinadas no son conformes con los requisitos, se repetirán de nuevo bajo las mismas condiciones. Si los resultados de estos nuevos ensayos siguen siendo insatisfactorios, el lote o la lámina serán rechazados.

#### **03.07.04.04 Certificado de aceptación**

Los resultados de los ensayos de aceptación son registrados en un certificado en el que cada lámina sometida a los ensayos es mencionada separadamente. Los certificados únicamente firmados por el inspector y por un representante de la acería serán enviados al fabricante con el número de copias requerido.

#### **03.07.04.05 Marcado**

Las siguientes indicaciones deberán marcarse en cada lámina por el acerista:

- Número de colada
- Número de chapa
- Tipo y grado de acero
- Sello de la acería, si se requiere para identificar al suministrador
- Dimensiones

#### **03.07.04.06 Entrega**

Una vez que las chapas son aceptadas y marcadas, deberán ser entregadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

### **03.07.05 Especificación para la soldadura**

#### **03.07.05.01 Responsabilidad de El Contratista**

El Contratista será responsable de la posición de las soldaduras y de la concepción de una estructura adaptada a las técnicas de soldadura. Conociendo las condiciones de solicitud y el nivel de tensiones, determinará el tipo y características de las juntas soldadas.

Con relación a la fabricación o instalación, El Contratista considerará los requisitos de calidad y seleccionará los procesos de soldadura adecuados, la forma de los chaflanes y el material de aportación.

Si fuera necesario, y especialmente en el caso de nuevos procesos y materiales, hará ensayos preliminares. Establecerá las instrucciones o regulaciones requeridas para obtener la calidad garantizada y tomará medidas que serán verificadas por inspecciones adecuadas durante la fabricación.

El Contratista será responsable de las soldaduras realizadas en el emplazamiento de acuerdo con las instrucciones del diseñador. Si fuera necesario, se comprobarán los procesos de soldadura y el material de aportación, por medio de ensayos preliminares, para asegurar que todos los requisitos se cumplen adecuadamente.

#### **03.07.05.02 Fabricación**

- a) La forma de los chaflanes será determinada de acuerdo con las condiciones de trabajo de la pieza, de las instalaciones disponibles en el taller y del proceso de soldadura que va a ser empleado.
- b) El montaje de elementos con diferentes espesores se realizará preferiblemente en el taller. Las transiciones deben alcanzarse gradualmente y, si es posible, la inclinación no excederá del 25%.
- c) Los chaflanes para soldadura se prepararán generalmente por oxicorte, cizalla, cepillado o fresado. Los chaflanes en la condición de oxicorte que se consideren no satisfactorios en lo que concierne a su forma o propiedades metalúrgicas, serán esmerilados.
- d) Las soldaduras deberán ser ejecutadas por un método probado. Los requisitos de precalentamiento y la temperatura dependen del material a soldar, del espesor de la pared y del proceso de soldadura usado. Un examen de la junta debe realizarse, si es posible, después de haber limpiado la soldadura.
- e) Las secuencias de la soldadura se determinarán previamente cuando pueda ocurrir una deformación importante debida a la forma de las piezas o cuando se vayan a soldar estructuras complejas. Se pondrá la máxima atención para la fijación de la secuencia.
- f) Las juntas soldadas deben ejecutarse de acuerdo con la mejor y más moderna práctica y cumpliendo con los siguientes requisitos:
- g) Excepto cuando sea imposible, se evitarán el cruce de las soldaduras principales o de soldaduras principales con soldaduras de accesorio, así como taladrar agujeros en la proximidad o en las propias soldaduras.

- h) Las áreas por soldar estarán libres de cascarilla o partículas de óxido adheridas: las preparaciones hechas con arco-aire deben ser esmeriladas antes de soldar.
- i) La calificación del procedimiento de soldadura y de soldadores debe haber sido realizada.
- j) La soldadura manual debe realizarse usando electrodos de bajo contenido de hidrogeno, excepto cuando se apruebe lo contrario.
- k) Antes de la soldadura, los electrodos deben ser estufados adecuadamente y colocados antes de su uso en estufas portátiles, especialmente en la soldadura de campo.
- l) Las caras de fusión deben estar libres de humedad: se realizará un calentamiento para eliminar la humedad.
- m) La soldadura de accesorios (tales como anillas para elevación, grapas, soportes, etc.) deben realizarse con las mismas precauciones (principalmente en el precalentamiento) que en las soldaduras principales: en el caso de que alguno de estos accesorios sea eliminado posteriormente, se hará un ensayo por líquidos penetrantes en la superficie, previamente esmerilada, para asegurar la ausencia de grietas.
- n) Estado de la superficie: La superficie de las soldaduras que va a inspeccionarse deberá estar libre de irregularidades que excedan las tolerancias especificadas (mordeduras, rayas, etc.) para evitar que se pueda originar una rotura y/o que pueda dificultar la correcta interpretación de un ensayo no destructivo.

#### **03.07.05.03 Calificación del proceso de soldadura**

- a) No es necesaria la calificación del procedimiento de soldadura cuando el fabricante disfruta de una larga experiencia y puede suministrar una evidencia adecuada que la soporte. Para materiales base y materiales de aportación nuevos y para procesos de soldadura nuevos o modificados, se realizará una calificación del proceso de soldadura.
- b) La calificación del procedimiento de soldadura tendrá lugar antes de que comiencen la fabricación e instalación. Deberá relacionar cada calidad de acero y cada proceso de soldadura estipulados. Deberá ser hecho bajo las mismas condiciones que se van a mantener durante la fabricación, tales como, por ejemplo: forma de los chaflanes, trabajo preliminar a la soldadura, numero de pasadas, posición, precalentamiento, recocido, etc.
- c) Como norma general, una chapa de ensayo consistirá en dos tiras (aproximadamente 200mm x 800 a 1000mm) soldadas bordes a borde en la dirección longitudinal.

- d) Su espesor será aproximadamente igual al mayor de los espesores típicos de pared para el acero o el proceso de soldadura de que se trate. La chapa de ensayo deberá ser tratada de la misma manera que en las soldaduras del taller o de la instalación.
- e) En ausencia de otras especificaciones, la inspección se realizará de acuerdo con la Sub-Cláusula 03.07.05.06. Para materiales base y metal de aportación nuevos, se recomienda realizar ensayos adicionales, según las circunstancias.

#### **03.07.05.04 Calificación de los soldadores**

Para la soldadura de la tubería de conducción, los soldadores autorizados serán aquellos que han realizado ensayos de calificación confirmados por un certificado emitido por una organización oficial. Deben tener experiencia práctica y los conocimientos requeridos para este trabajo.

A falta de éste, las hojas de registro de soldadores pueden actuar como certificados. Deberán mencionar el tipo y la posición de las soldaduras, la calidad del material, la longitud de las soldaduras y los resultados de las inspecciones realizadas.

#### **03.07.05.05 Control de calidad**

El Contratista será responsables del control de calidad. Establecerá planes adecuados para la inspección general del trabajo de los soldadores y para el cumplimiento de los requisitos. Particularmente, al comienzo de la producción, comprobará la homogeneidad de las soldaduras mediante exámenes radiográficos o ultrasónicos. Los resultados de cada soldador están indicados en las hojas de control.

El Supervisor en cualquier tiempo, podrá realizar ensayos no destructivos de los materiales y de las características mecánicas de las soldaduras para asegurarse de la calidad de las soldaduras en los talleres de El Contratista o en los de cualquier subcontratista. Si lo juzga necesario, puede llamar a un experto para estas inspecciones.

Durante la producción, El Contratista o su subcontratista redactarán un informe relativo a las soldaduras con todos los detalles útiles de tales como, por ejemplo:

- la situación marcada de las radiografías
- los resultados de los ensayos
- la evaluación de los exámenes radiográfico y/o ultrasónico

#### **03.07.05.06 Ensayos mecánicos y químicos de las soldaduras**

- a) El ensayo completo (CT), de acuerdo con la tabla siguiente, da la información necesaria sobre la Soldabilidad de la lámina de acero y las calidades del material de aportación, así como la calidad de la soldadura y el proceso utilizado.
- b) El ensayo normal (NT) es esencialmente una comprobación del mantenimiento de las características mecánicas requeridas.
- c) Los ensayos indicados en la Tabla 3 Ensayos mecánicos de soldadura se llevarán a cabo según las diferentes clases. La extensión de los ensayos de acuerdo con CT o NT se trata en la
- d) Tabla 4 Clases e inspección de soldaduras.
- e) Los ensayos de soldaduras se realizarán en probetas tomadas de chapas soldadas simultáneamente con los tubos y bajo condiciones similares, preferiblemente en la prolongación de las soldaduras longitudinales. Las chapas de ensayo sufrirán el mismo tratamiento térmico que los tubos.
- f) El marcado de las soldaduras que se van a inspeccionar es realizado por El Contratista.
- g) Las soldaduras de la instalación generalmente no están sometidas a ensayos mecánicos.

#### **03.07.05.07 Ensayos no destructivos**

La inspección puede ser realizada por el método radiográfico o ultrasónico o por una combinación de los dos.

##### *i Examen radiográfico*

El examen radiográfico permite descubrir defectos de soldadura tales como porosidades, inclusiones de escoria, falta de fusión, grietas, etc. Las radiografías serán enviadas a El Supervisor para revisión.

Los criterios de aceptación de las soldaduras se tienen que determinar previamente.

Los registros de inspección indicaran el tipo de equipos radiográficos, los isotopos y la actividad, así como el tipo de película radiográfica e indicadores de calidad de imagen usados. Las radiografías son guardadas por El Contratista, entregándose copias a El Supervisor para su registro.



Los requisitos relativos a la extensión de las inspecciones radiográficas están indicados en la Tabla 3 Ensayos mecánicos de soldadura. Se recomienda radiografiar las uniones de las soldaduras longitudinales y circunferenciales.

*ii Examen ultrasónico*

El examen ultrasónico permite localizar defectos de soldadura y valorar la necesidad de realizar reparaciones. El operador debe estar altamente calificado.

El material base en ambos lados de la soldadura debe estar libre de segregaciones, hojas y otros defectos. Las tolerancias se establecerán de mutuo acuerdo.

Todos los defectos que permanecen después de una posible reparación serán marcados y descritos en un informe escrito. El informe también indicará las características del equipo de ensayo, palpadores y bloques de calibración junto con las frecuencias utilizadas. Este informe será enviado a El Supervisor quien puede dirigir exámenes puntuales si lo requiere.

La Tabla 3 Ensayos mecánicos de soldadura da instrucciones concernientes a la extensión de las inspecciones. Se recomienda completar la inspección ultrasónica con un examen radiográfico de la unión de la soldadura.

*iii Otros ensayos no destructivos*

Aparte de las inspecciones radiográficas y ultrasónicas, se pueden realizar otros ensayos no destructivos. El examen de la sanidad puede realizarse para detectar defectos superficiales en la soldadura o grietas. El método de inspección de defectos internos se selecciona en orden a obtener la mejor calidad de inspección y dependiendo de los equipos de ensayo disponibles. Debe recordarse que la inspección ultrasónica permite una mejor detección de defectos finos, tales como grietas y en este sentido debiera recomendarse como el primer método aplicable. Sin embargo, la eficiencia de este método es cuestionable para soldaduras no esmeriladas por debajo de 12mm de espesor, para las que debiera de utilizarse preferiblemente una inspección radiográfica.

Soldaduras en V por encima de 20mm de espesor, sin pasadas de sellado (con o sin placas de respaldo) serán inspeccionadas para sanidad después de haber rellenado todo el chaflán. La ausencia de grietas en el cordón de raíz puede ser comprobada por un examen de partículas

magnéticas o por líquidos penetrantes; en tal caso se realizarán inspecciones puntuales en algunos cordones. La presencia de una superficie reflectante en soldaduras en ángulo de penetración parcial no permite una buena interpretación de los exámenes de defectos internos. Las soldaduras en ángulo Clases 1 y 2 preferiblemente serán de total penetración.

Para soldaduras Clase 2 de menos de 8mm de espesor, la inspección de sanidad puede ser limitada a un examen por partículas magnéticas o por líquidos penetrantes de las dos caras después de haber sido esmeriladas para obtener unas superficies limpias; el examen por partículas magnéticas o líquidos penetrantes también puede utilizarse para averiguar si los defectos superficiales se han eliminado después de las reparaciones.

*iv Criterios de aceptación para defectos y reparaciones*

Los tamaños de defectos máximos permisibles para las distintas clases de soldadura están indicados en la Tabla 6 Tolerancias de forma en milímetros, en lo que concierne a defectos superficiales y de forma y en las tablas que tratan con defectos internos.

Defectos mayores de los límites de aceptación tienen que ser reparados. Sin embargo, si a la vista de las dificultades que se pueden presentar en un trabajo de reparación, el fabricante pensara que la realización de tal reparación pudiera afectar más seriamente a la calidad final de la pieza que la no eliminación del defecto, estará autorizado para enviar una propuesta al cliente para desechar la reparación, dando toda clase de detalles que justifiquen la propuesta.

La eliminación de defectos superficiales (rayas, mordeduras, etc.) se hará preferiblemente por un mero esmerilado (procurando que no haya calentamientos locales) y evitar su levantamiento por soldadura que a menudo conlleva riesgos de agrietamiento durante un tratamiento de temple.

**03.07.05.08 Ensayos mecánicos y clases de inspección de la soldadura**

*Tabla 3 Ensayos mecánicos de soldadura*

Ensayo completo CT: (Bloque de prueba de 400 x 900mm aprox.)
100% ensayo radiográfico y/o ultrasónico
1 ensayo de tracción, probeta con caras paralelas
1 ensayo de plegado soldadura esmerilada Plegado directo
1 ensayo de plegado soldadura esmerilada plegado invertido
1 ensayo de tracción del material aportado (probeta cilíndrica)

1 serie de probetas para determinar la caída del valor del impacto en las fibras exteriores
1 ensayo de impacto en la zona de transición (3 probetas)
1 ensayo para determinar las diferencias de dureza (metal base, fibras externas, transición)
1 análisis químico del metal depositado
1 examen macroscópico
1 examen micrográfico (chapa, transición, soldadura)
<b>Ensayo normal NT: (Muestra de 400 x 500mm aprox.)</b>
100% ensayo radiográfico y ultrasónico
1 ensayo de tracción
2 ensayos de plegado - soldadura esmerilada (como en CT)
1 ensayo de impacto: (Solamente en las Clases I y II)
3 probetas en la superficie exterior
3 probetas en el corazón, si el espesor de la chapa lo permite
3 probetas en la zona de transición
1 examen macroscópico

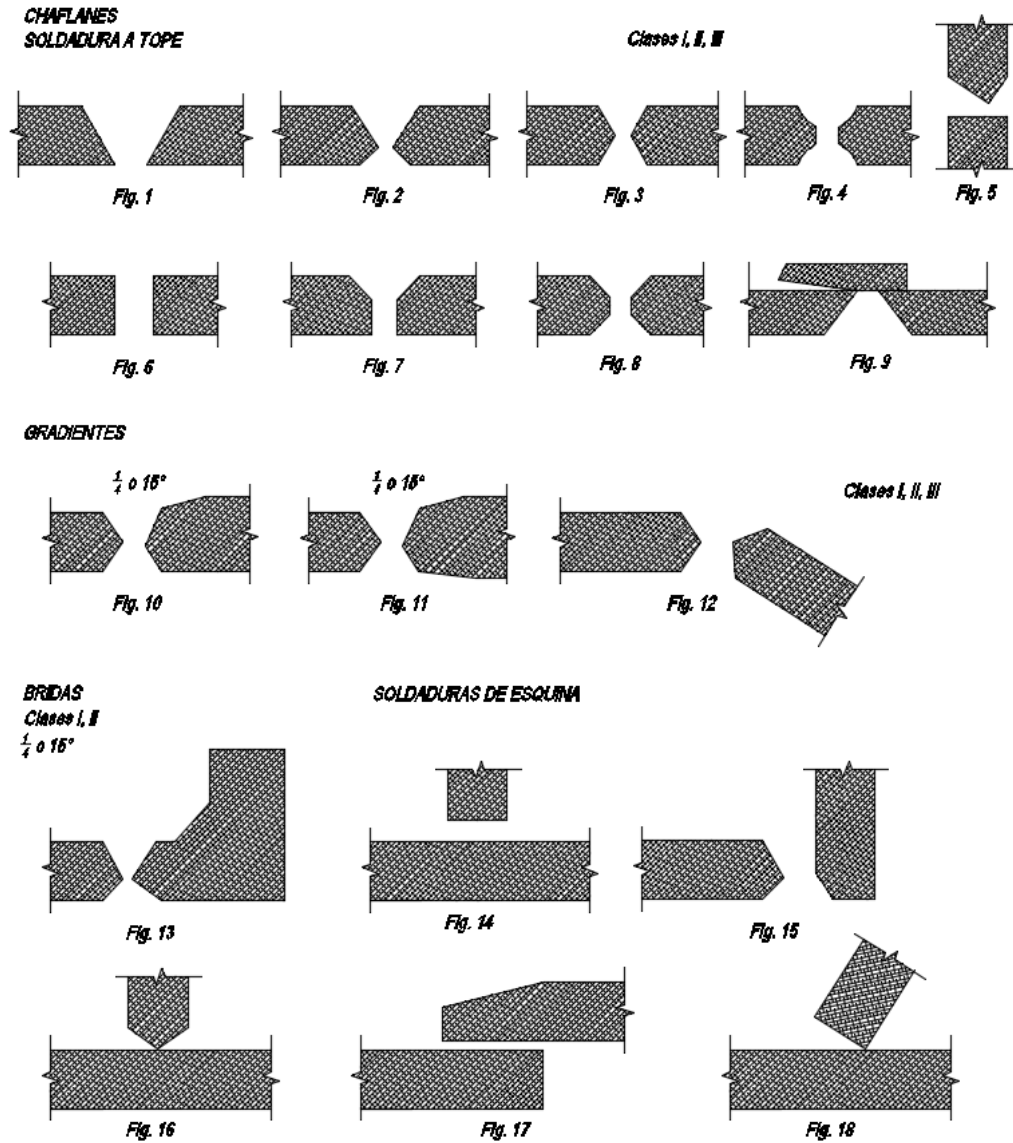
Tabla 4 Clases e inspección de soldaduras

	Clase 1	Clase 2	Clase 3
<b>A. Controles del Material Base</b>	<b>Según especificación de las láminas</b>		
<b>B. Control de soldadura</b>			
B1. Control del procedimiento:			
número de ensayos	1 CT	1 NT	1 NT
B2. Control de fabricación:			
número de ensayos			
CT	1 por lote de más de 100 T, pero como mínimo 1 por cada 1,000 T	nada	nada
NT	1 por cada 250 T o por cada 250 m de longitud soldada	1 por cada 500 T o por cada 500 m de longitud soldada	1 por cada 1000 T o por cada 1000 m de longitud soldada
<b>C. Inspección radiográfica y/o ultrasónica de soldaduras</b>			
C1. Inspección radiográfica:			
	100% (1)	10 a 20 %	

	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Examen de longitud soldada (cuando sea posible)			Comprobación puntual
<b>C2. Inspección ultrasónica:</b>			
Radiografía en X% de la longitud soldada	5 - 20%	5%	
<b>C3. Resultados:</b>			
Grieta o falta de fusión	no permisible	no permisible	no permisible
Falta de penetración	no permisible	no permisible	
Porosidades	negro o azul	azul	verde
<b>D. Ensayos mecánicos de soldadura</b>			
D1. Límite elástico y Resistencia a la tracción	Adaptados a los de material base garantizado en la especificación de las láminas		
D2. Alargamiento	RA=mínimo garantizado para el material base		
D3 Valor del impacto	La media de la superficie exterior y corazón por un lado y por otro en la zona de transición será igual (igual tipo de probeta) al valor mínimo establecido por el fabricante para una temperatura 20°C más baja que la del material base en estado de entrega (especificación de las láminas)		
<b>E. Inspección superficial de soldaduras</b>			
Tipo de soldadura	multipasadas	con varias pasadas	no prescrito
Pasada de sellado	pasada de sellado	pasado de sellado	no prescrito
Condición de la superficie	lisa, sin proyecciones, martillado o mordeduras	lisa	no prescrito

### 03.07.05.09 Formas típicas de los chaflanes

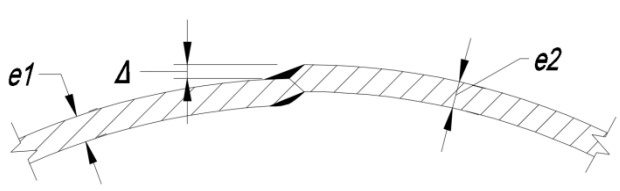
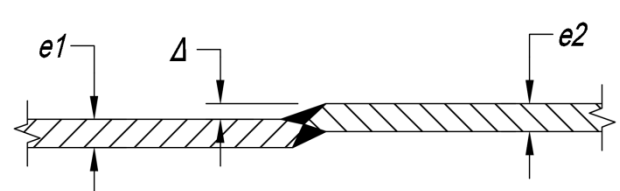
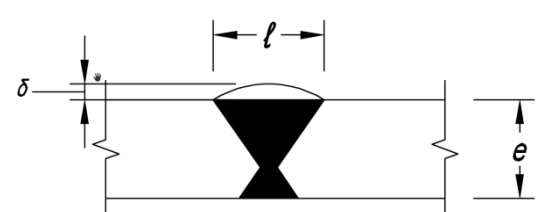
*Tabla 5 Formas típicas de los chaflanes*



**03.07.05.10 Tolerancias de forma de las soldaduras**

*Tabla 6 Tolerancias de forma en milímetros*

<p>Proyección de los bordes planos adyacentes a las soldaduras</p> $\Delta h \leq \left( \frac{2r}{1000} + \frac{20}{e} + 0.5 \right)$	
--	--

<p>Desplazamiento de la unión longitudinal</p> <p>Clase I: <math>\Delta \leq \frac{e}{50} + 1 + \frac{\Delta e}{2}</math></p> <p>Clase II: <math>\Delta \leq \frac{e}{30} + 1 + \frac{\Delta e}{2}</math></p> <p>Clase III: <math>\Delta \leq \frac{e}{10} + 1 + \frac{\Delta e}{2}</math></p>	 <p><math>\Delta e</math>: Diferencia de espesores entre los bordes</p>
<p>Desplazamiento de la unión circunferencial</p> <p>Clase I: <math>\Delta \leq \frac{e}{50} + 2 + \frac{\Delta e}{2} + \frac{\Delta p}{2\pi}</math></p> <p>Clase II: <math>\Delta \leq \frac{e}{30} + 2 + \frac{\Delta e}{2} + \frac{\Delta p}{2\pi}</math></p> <p>Clase III: <math>\Delta \leq \frac{e}{10} + 2 + \frac{\Delta e}{2} + \frac{\Delta p}{2\pi}</math></p>	 <p><math>\Delta p</math>: Tolerancia en la circunferencia de acuerdo con la fórmula del Anexo V</p>
<p>Refuerzo de las soldaduras</p> <p>Clase I: <math>\delta \leq 1 + \frac{3}{100} (e + \ell) mm</math></p> <p>Clase II: <math>\delta \leq 2 + \frac{(e + \ell)}{20}</math></p> <p>Clase III: Tolerancia no sometida a control</p>	 <p><math>\ell</math>: Anchura teórica entre bordes del chaflán</p>

**03.07.05.11 Inspección radiográfica de las soldaduras**

Tabla 7 Inspección radiográfica de soldaduras

MAXIMO TAMAÑO DE DEFECTO				
	CLASE 1		CLASE 2 y 3	
Naturaleza de los defectos	Dentro del tercio central del espesor	Dentro de los tercios exteriores del espesor (2)	Dentro del tercio central del espesor	Dentro de los tercios exteriores del espesor (2)

Grietas, fisuras	Permisible si $L < e$ ; max. 10mm	Permisible si $L < e/2$ ; max. 5mm	Permisible si $L < e$ ; max. 10mm	Permisible si $L < e/2$ ; max. 5mm
Fusión o penetración incompleta	Permisible si $L < e$ max. 20mm	Permisible si $L < e$ ; max. 10mm	Permisible si $L < 2e$ ; max. 40mm	Permisible si $L < e$ ; max. 20mm
Porosidades lineales o inclusiones	Permisible si $L < 2e$ max. 60mm	Permisible si $L < e$ ; max. 40mm	Permisible si $L < 2e$ ; max. 80mm	Permisible si $L < 2e$ ; max. 60mm
Cavidades de gas aisladas o sopladuras	Permisible si $\phi < e/3$ max. 6mm	Permisible si $\phi < e/4$ max. 4mm	Permisible si $\phi < e/3$ max. 8mm	Permisible si $\phi < e/4$ max. 6mm

(1)  $L$  es la longitud suma de los defectos de la misma naturaleza;  $e$  es el espesor de la chapa ensamblada, estos defectos son considerados como simple si la distancia entre ellos es menor que 6 veces la longitud del defecto menor.

(2) Los defectos que afloren a la superficie tienen que ser eliminados.

### 03.07.05.12 Inspección ultrasónica de las soldaduras

La inspección ultrasónica debe ser realizada por operadores calificados, utilizando un equipo de ultrasonido en perfectas condiciones de trabajo y de un diseño moderno.

La superficie de la chapa, en ambos lados de la costura soldada (sobre una anchura de 150mm, deberá estar libre de óxidos, cascarilla, proyecciones, pintura de desigual espesor, etc. para permitir un buen contacto en el palpador, la superficie de la costura soldada deberá estar libre de irregularidades.

La exploración se realizará desde ambos lados de la costura soldada, usando palpadores angulares frecuencia 2 o 3 MHz y una inclinación de entrada a la superficie (normalmente de 70°) que permita una completa cobertura del volumen de la soldadura.

#### *i Ajuste del equipo de ultrasonido*

La detección de defectos en la soldadura debe realizarse con la máxima penetración y control dando una fácil lectura del oscilograma; esta precaución permite mejorar la detección de defectos no volúmicos que pueden estar orientados desfavorablemente con relación a la dirección del haz ultrasónico.

La evaluación de una discontinuidad se hace después de ajustar el nivel de sensibilidad mediante el control de la ganancia del instrumento utilizando un bloque patrón con defectos caracterizados por una serie de agujeros cilíndricos situados a profundidades graduales desde la cara de contacto. Los ejes de estos agujeros son paralelos a la cara de contacto y perpendiculares a la dirección del haz ultrasónico.

El bloque de referencia debe estar fabricado de un acero similar al de la pieza que se va a inspeccionar la absorción y el efecto de la condición superficial de la pieza explorada debe ser comparado con las del bloque de referencia: la variación de la atenuación normalmente no debe exceder de 4 dB para un recorrido de una vez el espesor.

El espesor del bloque patrón debe corresponder al espesor de la pieza que se va a inspeccionar:

- dentro  $\pm 20\%$  para espesores por debajo de 50mm
- dentro  $\pm 10\%$  para espesores por encima de 50mm

El diámetro de los agujeros es a lo sumo:

- 1.5mm para espesores hasta 100mm
- 2mm para espesores mayores de 100mm

Y están situados a las siguientes profundidades:

- para espesores por debajo de 60mm: un agujero situado a  $e/3$
- para espesores por encima de 60mm: una serie de agujeros cada 20mm de profundidad.

## ii *Evaluación de las discontinuidades*

- a) Reflexión de las discontinuidades: La evaluación de una discontinuidad se hace comparando su máxima amplitud de reflexión ( $H_d$ ) con la amplitud del agujero situado a la profundidad más próxima del bloque de referencia ( $H_r$ ), después de la debida consideración, si se requiere, de la corrección para permitir la variación de la atenuación entre cada bloque patrón y la pieza que se está inspeccionando en la zona de la discontinuidad.



- b) Diferenciación entre discontinuidades volúmicas y no volúmicas: Partiendo del sitio del palpador (posición sobre la superficie y orientación) cuya máxima amplitud de reflexión ( $H_d$ ) es obtenida, se gira el palpador alrededor de la discontinuidad, este último se mantiene en el plano de simetría de la unidad de búsqueda. Si la disminución de la reflexión es menor que 6 dB ( $H_d/2$ ) para un ángulo de rotación de aproximadamente  $10^\circ$ , la discontinuidad se considera como volúmica, en caso contrario es considerada como no volúmica. Generalmente, las discontinuidades no volúmicas, tales como grietas, dan reflexiones de alta amplitud, sin embargo, en algunos casos especiales tales como, por ejemplo, cuando la inclinación del haz ultrasónico al plano de discontinuidad es muy importante, los defectos no volúmicos pueden dar reflexiones de baja amplitud.
- c) Longitud de las discontinuidades: La longitud  $L$  de una discontinuidad se determina midiendo la distancia entre las dos posiciones extremas del eje del palpador en las que hay una atenuación de 6 dB ( $H_d/2$ ) en relación con la posición dando la máxima reflexión ( $H_d$ ).
- d) Caso de dos discontinuidades formando una simple discontinuidad: Dos discontinuidades son consideradas como una simple si la distancia entre ellas es igual o más pequeño que 6 veces la longitud de la discontinuidad más pequeña, o que 20mm cuando una de las discontinuidades es un defecto puntual. Esta condición solo aplica a discontinuidades situadas dentro de un volumen de metal limitado por planos paralelos a la superficie de la pieza, siendo la separación entre ellas de menos de 20mm.

Tabla 8 Inspección ultrasónica de soldaduras

MAXIMO TAMAÑO, L, DE DEFECTOS INTERNOS (1)					
		CLASE 1		CLASE 2 y 3	
Naturaleza de los defectos	Amplitud de la reflexión (3)	Dentro del tercio central del espesor	Dentro de los tercios externos del espesor (2)	Dentro del tercio central del espesor	Dentro de los tercios externos del espesor (2)
<b>Defectos volúmicos</b>	$H_d > H_r/2$	Permisible si $L < 2e; \text{max. } 60\text{mm}$	Permisible si $L < 2e; \text{max. } 40\text{mm}$	Permisible si $L < 2e; \text{max. } 80\text{mm}$	Permisible si $L < 2e; \text{max. } 60\text{mm}$
<b>Defectos volúmicos</b>	$H_d < H_r/2$	permisible	Ver(4)	Permisible	Ver(4)

<b>Defectos no volúmicos</b>	$Hd > Hr/3$	Permisible si $L < e; \text{max.}$ 10mm	Permisible si $L < e/2; \text{max.}$ 5mm	Permisible si $L < e; \text{max.}$ 10mm	Permisible si $L < e/2; \text{max.}$ 6mm
<b>Defectos no volúmicos</b>	$Hr/3 > Hd > Hr/10$	Permisible si $L < e; \text{max.}$ 20mm	Permisible si $L < e/2; \text{max.}$ 10mm	Permisible si $L < 2e; \text{max.}$ 40mm	Permisible si $L < e; \text{max.}$ 20mm
<b>Defectos no volúmicos</b>	$Hd < Hr/10$	permisible	Permisible si $L < 100\text{mm}$	Permisible	Permisible si $L < 200 \text{ mm}$

(1) *L es la longitud suma de los defectos de la misma naturaleza; e es el espesor de la chapa ensamblada cuando la distancia entre dos defectos sea menor que 6 veces la longitud del defecto menor.*

(2) *los defectos que afloren a la superficie tienen que ser eliminados, independientemente de su longitud.*

(3) *Hd= amplitud de la reflexión de la discontinuidad; Hr= amplitud de la reflexión de referencia.*

(4) *Defectos continuos serán sometidos a una exploración adicional si  $L > 50\text{mm}$  (Clase 1) o  $100\text{mm}$  (Clase 2)*

### 03.07.06 Protección de las superficies

La protección por recubrimiento de la tubería de conducción incluirá las siguientes operaciones:

- a) Preparación de las superficies a proteger por medio de un proceso de limpieza mecánica.
- b) Tratamiento de la superficie usando pasivación, metalizado por spray o cualquier otro proceso o aplicación de algunas capas previas (o primera) compatibles con la naturaleza de la superficie metálica.
- c) Aplicación de los propios productos de recubrimiento en una capa o número de capas constituyendo el sistema protector.

Puesto que el trabajo de protección puede ser parcial o completamente realizado en los talleres del fabricante, en una campa, bajo protección o una vez terminada la instalación, El Contratista deberá indicar el método y programa de aplicación previstos, con la debida consideración a los requisitos de El Contratante.

#### 03.07.06.01 Preparación de las superficies

Todas las soldaduras internas de la tubería de conducción han de ser particularmente suaves para evitar una abrasión acelerada en las asperezas o a través de los remolinos originados por ellas.

Las superficies estarán libres de cualquier contaminación y serán adecuadas para la aplicación del recubrimiento. En particular, estarán cuidadosamente descascarilladas y libres de cualquier traza de grasa.

Todos los intersticios entre las partes soldadas juntas, tales como nervios, anillos soporte, etc. Estarán, hasta donde sea posible, sellados por cordón continuo.

*i*      *Proceso de limpieza*

Todo el aceite, la parafina, la grasa y la suciedad deberán ser retiradas de las superficies a ser pintadas usando solventes. Después de la limpieza con solventes, todas las salpicaduras de soldadura, escoria, lomos, óxido suelto, chispas de fragua y otras sustancias deberán ser retiradas usando un soplete de arena o chorro lanzado hasta que adquiriera un grado de “casi metal blanco”, SSPC SP-10.

La eliminación de óxido y limpieza manuales solamente se usarán cuando no es posible aplicar el proceso de chorreado y únicamente para superficies que no están en contacto con agua corriente o agua de condensación.

El grado de limpieza será controlado por medio de una lupa con iluminación de 8 a 10 aumentos. La superficie estará libre de cascarilla, independientemente del grado de limpieza exigido.

La rugosidad requerida para una buena adherencia, de aproximadamente 50  $\mu\text{m}$ , puede ser comprobada visualmente contra una muestra correspondiente al Rugotest n°3 LCA-CEA.

Puesto que las superficies, una vez limpias, son particularmente sensibles a la oxidación, será necesario prever la aplicación de metalizado por spray o la primera capa del sistema protector inmediatamente después que la limpieza haya concluido.

**03.07.06.02    Recubrimientos**

La primera capa, llamada “capa de pegado”, se aplicará manualmente, cruzando varias veces la dirección de la aplicación. Se aplicará con una brocha de cerdas o con un rodillo o preferiblemente con una brocha de pintor. No se recomienda el empleo de pistola, porque con ella no se puede eliminar una posible película de agua, a menudo invisible (2 a 5 m).

Las capas intermedias y finales se aplicarán por cualquier medio aceptado por El Supervisor y se cumplirán los tiempos de secado correspondientes a la temperatura del momento.

Los retoques y cualquier trabajo adicional se realizarán de acuerdo con el sistema protector seleccionado, incluyendo las diversas fases estipuladas.

### **03.07.06.03 Hojas de datos de los productos empleados**

En una hoja se indicarán los siguientes datos para los productos usados en la protección:

- Marcas comerciales
- Poder de cubrición por capa ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
- Número de capas
- Espesor del recubrimiento
- Variación de color en las sucesivas capas.
- Métodos de aplicación
- Temperaturas de aplicación
- Tiempo de secado entre capas (mínimo y, si es necesario, máximo) a 10 y 20 °C
- Tiempo de endurecimiento
- Origen de los pigmentos.
- Estado de entrega
- Envasado
- Duración y condiciones permisibles de almacenamiento
- Densidades del producto suministrado y del producto seco.
- Preparaciones recomendadas para el soporte
- Diluyentes y disolventes
- Proporción de componentes sólidos de los productos listos para uso.
- Resistencia química y orgánica
- Gama aceptada de temperatura de servicio
- Resistencia al agua y a condiciones atmosféricas adversas

### **03.07.06.04 Recubrimiento interior**

Un recubrimiento interior debe cumplir con los importantes requisitos siguientes:

- Protección del metal contra la corrosión
- Impermeabilidad
- Adherencia al metal
- Resistencia a la abrasión

- Resistencia a los choques
- Resistencia a las variaciones de temperatura
- Baja rugosidad para reducir al mínimo las pérdidas de carga

*i Recubrimiento recomendado*

- a) Preparación de la superficie: Limpieza a metal blanco (SSPC SP-10)
- b) Sistemas protectores:
  - a. Multicapa de pintura bituminosa u otras.
  - b. Multicapa de pintura que requiera un procesado especialmente cuidadoso, tales como pintura epoxi y poliuretano con o sin disolvente.
  - c. Metalizado ZP 120 seguido de una operación de tapa-poros con pintura bituminosa u otra.
  - d. Pintura epoxi con polvo de zinc cubierta por varias capas de betún o alquitrán.  
Las sucesivas capas serán diferenciadas por sus variaciones de color.

**03.07.06.05 Recubrimiento exterior**

Las principales propiedades requeridas el recubrimiento exterior incluyen;

- Protección del metal contra la corrosión
- Resistencia a las reacciones químicas, especialmente a las debidas a productos orgánicos, tales como polen, etc.
- Resistencia a las variaciones de temperatura, condiciones del sol, humedad y condensaciones.
- Resistencia a los choques durante el transporte, instalación y relleno de tubería de conducción enterrada y a la caída de piedras en las tuberías forzadas al aire.
- Pequeña variación de color con el tiempo por factores estéticos o promover resistencia a las condiciones del sol.
- Adherencia al metal.
- Impermeabilidad.

*i Recubrimiento recomendado*

- a) Preparación de la superficie: Limpieza a metal blanco (SSPC SP-10).
- b) Sistemas protectores:

- a. Multicapa con pintura bituminosa u otras, dependiendo si se exige un acabado negro, metálico o de color
- b. Multicapa con pintura que requiera un procesado especialmente cuidadoso.

#### **03.07.06.06 Áreas empotradas en concreto**

Las superficies que vayan a estar en contacto con concreto estarán libres de porosidades, cascarilla y oxido, para lo que se emplearan medios adecuados. Podrían recibir una capa delgada de imprimación de pintura base goma clorada, por ejemplo, cuando se prevé un largo almacenaje o transporte marítimo.

En todos los otros casos, las superficies en contacto con el concreto serán dejadas en negro de laminación y sin protección. Sin embargo, la protección adoptada para las partes que no vayan a estar en contacto con el concreto se extenderá 20 cm en el interior del concreto.

#### **03.07.07 Protección**

##### **03.07.07.01 Protección en el taller**

Aparte de cualquier protección de pintura que El Contratista proponga llevar a cabo, tendrá que realizar el trabajo de protección necesario para las operaciones de construcción e instalación, tales como:

- Lubricación de partes mecánicas (especialmente pasadores, tornillos, tampones roscados, etc) a menos que sean de acero inoxidable.
- Aplicación de barnices o recubrimientos fácilmente eliminables para proteger las superficies mecanizadas, si es necesario, como las caras de las juntas de las bridas y chumaceras, etc.

Los chaflanes para soldadura deberían protegerse por una imprimación que no impida las operaciones de soldadura, o por un recubrimiento fácilmente eliminable.

##### **03.07.07.02 Protección de los extremos del tubo**

Para asegurar que las operaciones de soldadura sean satisfactorias durante la instalación en el emplazamiento y para evitar cualquier destrucción o modificación de un recubrimiento realizado en el taller, este recubrimiento será suspendido como sigue:

- a) Para un tubo convencional de espesor de pared  $t$ : interior y exterior, a una distancia igual a  $(6t + 100\text{mm})$  a cada lado.
- b) Para tubos embridados: Interior a una distancia  $(6t + 100\text{mm})$  y exterior a “medio” paso de distancia entre bridas + cara lateral y cara externa de la primera brida.
- c) Para un tubo con camisa de ajuste: a una distancia  $(6t + 100\text{mm} + A)$  donde  $A$  es la máxima longitud de cobertura.
- d) La distancia del extremo del recubrimiento será incrementado y definido por el fabricante cuando se vaya a realizar un tratamiento térmico local de distendiendo de las soldaduras de campo. Dependiendo de la extensión de estas aéreas, podría ser preferible realizar todo el trabajo de protección después de haber realizado este tratamiento térmico.
- e) Algunos productos podrían aplicarse a toda la superficie, incluyendo los chaflanes de soldadura, ya que son evaporados o quemados durante las operaciones de soldadura sin dañar a la misma. Este es, por ejemplo, el caso con pinturas ricas en zinc procurando que su espesor no exceda de  $20\ \mu\text{m}$ . En caso de duda, se realizarán dos ensayos de soldadura normal con el producto propuesto. La eliminación de vapores tóxicos o meramente molestos debería estar correctamente asegurada.

### **03.07.07.03 Protección en el sitio y/o después de la instalación**

Cuando se ha realizado en el taller una protección parcial o completa, el trabajo de protección a realizar en el sitio de la obra incluye tres partes:

- Retoques de los recubrimientos realizados en el taller y dañados durante las operaciones de manejo, transportes, almacenamiento e instalación.
- Terminación del recubrimiento en las áreas dejadas desnudas para soldadura e inspección de las juntas soldadas de ciertas juntas de tubos.
- Aplicación de capas adicionales de terminación a toda la tubería de conducción.

Cuando no se haya realizado protección en el taller (excepto las protecciones temporales), el trabajo que vaya a realizarse en el emplazamiento incluirá todas las operaciones establecidas para la protección: Preparación de superficies y aplicación del recubrimiento.

Este trabajo podría ser hecho en la galera de almacenamiento, o en paralelo con el progreso de la instalación o preferiblemente al terminar los trabajos de la instalación.

La limpieza por chorreado será realizada bajo las condiciones establecidas en esta especificación. Posiblemente se necesite el aislamiento y acondicionamiento del aire del lugar de aplicación de la pintura.

La aplicación de la capa inicial del sistema será hecha en el tiempo más corto posible y bajo las mismas condiciones atmosféricas. Para las siguientes capas, hay que cumplir estrictamente los requisitos de los suministradores de los productos.

De acuerdo con los términos que se definan con El Contratista de la instalación, los aplicadores de los recubrimientos pueden usar las instalaciones de El Contratista o ser requeridos para que suministren e instalen su propio equipo para la realización del trabajo de protección.

El programa de la instalación debe prever la ejecución de esas operaciones por medio de un acuerdo entre El Contratista principal, el instalador de la tubería de conducción y el aplicador de la pintura de recubrimiento.

El Contratista deberá proceder con la limpieza de la tubería de conducción antes de ponerla a disposición del aplicador. Las superficies deben estar libres de materias extrañas y defectos, tales como proyecciones de soldadura, accesorios de la instalación, residuos de cemento, trazas de aceite y grasa que pudieran ser susceptibles de originar un trabajo posterior de retoque.

El Contratista será responsable de los daños que podría haberse evitado y que son debidos, por ejemplo, a: falta de cuidado al depositar los tubos sobre las plataformas o camiones en la instalación, movimiento del equipo por deslizamiento en los recubrimientos, fricciones de los estribos, fijaciones de soldadura sobre las plataformas de instalación, proyecciones de soldadura, etc.

De todo lo anteriormente indicado, se desprende que será preferible realizar el sistema completo de recubrimiento una vez que la instalación se ha terminado. De esta manera se consigue una calidad superior que generalmente permitirá un mayor periodo de garantía.



### **03.07.08 Instalación**

#### **03.07.08.01 General**

Esta actividad consistirá en la instalación de elementos de tubería del diámetro especificado, sobre la superficie de un zanjo previamente excavado, incluyendo las labores necesarias para la preparación de dicha superficie con un espesor de arena, el relleno y compactado de las zanjas alrededor de la tubería de acuerdo con las longitudes, líneas y pendientes indicadas en los planos o como lo indique El Supervisor.

La excavación de las zanjas deberá realizarse en conformidad con lo establecido en las especificaciones para las obras civiles, como se indique en los planos o lo indique el Supervisor en el campo.

Las paredes de las zanjas cuando sea posible serán verticales y el ancho del mismo será del diámetro externo de la tubería más 40 cm a cada lado del mismo.

El Contratista procederá a realizar la excavación del zanjo dimensionándolo de acuerdo con diámetro de la tubería a instalar, el ancho de la excavación variará en función de la profundidad de la excavación, cuando el suelo sea de naturaleza tal que presente posibilidades de derrumbe, El Contratista deberá ademar las paredes del zanjo susceptibles a colapso a fin de proporcionar la seguridad necesaria al personal involucrado en las labores.

Previo a la colocación de los tubos, el fondo del zanjo deberá nivelarse y compactarse adecuadamente en concordancia con la pendiente y alineamiento instruido, con el propósito de colocar una capa de arena que servirá de cama de instalación a la tubería.

Una vez terminadas todas las operaciones descritas, El Contratista deberá hacer una limpieza completa del sitio, removiendo todos los materiales de desperdicio a sitios aprobados por El Supervisor.

#### **03.07.08.02 Manipulación y colocación**

El Contratista deberá cargar, transportar, descargar y colocar la tubería en segmentos con el cuidado necesario para mantener la integridad de la tubería y sus acabados. La tubería que ha sido provista de acabado exterior no podrá depositarse directamente en el suelo cuando sea

apilada en el sitio de la trinchera para su instalación y no será permitido que las tuberías sean arrastradas o rodadas sobre la superficie. El Contratista deberá suficientes eslingas para la manipulación de cada segmento.

Las tuberías no podrán ser arrastradas a su lugar durante el proceso de instalación dentro de las trincheras. Estas deberán ser sostenidas con las eslingas durante el proceso de preparación de las juntas. El recubrimiento de la parte inferior de la tubería será inspeccionado por El Supervisor mientras esta permanezca suspendida en las eslingas. Cualquier daño visible al recubrimiento deberá ser inmediatamente reparado antes de bajar la tubería a la trinchera.

La tubería deberá ser colocada a las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por El Supervisor. Todos los accesorios y anexiones deberán colocarse en los sitios requeridos y todos los vástagos de las válvulas deberán quedar a plomo.

La trinchera de la tubería deberá ser mantenida libre de agua que pueda afectar la integridad de la cama de asiento o las operaciones de unión. Los conductos no serán instalados hasta que se haya provisto un desagüe adecuado.

En pendientes que excedan el 10%, la tubería debería ser colocada colina arriba o en su defecto, sostenida en su lugar por métodos aprobados. Métodos especiales para el soporte de la tubería podrán ser aprobados, pero en ninguna circunstancia la tubería deberá ser instalada permanentemente sobre trozos de madera, montículos de tierra, tuberías dobladas u otros soportes similares excepto cuando diseños específicos para estas condiciones especiales hayan sido aprobados por El Supervisor.

Deflexiones menores para ángulos horizontales o verticales, curvas con grandes radios o correcciones en el alineamiento podrán ser ejecutadas por medio de cierres asimétricos en las uniones. El fabricante podrá proveer datos indicando las tolerancias máximas de alineación de las juntas para cada tipo de junta provista.

### **03.07.08.03 Ensamble de la tubería**

La tubería será ensamblada en la trinchera, excepto para condiciones inusuales. Cada uno de los segmentos deberá ser colocado en la alineación requerida, manteniendo el desfase requerido de las soldaduras en los extremos entre los segmentos adyacentes.

#### **03.07.08.04 Uniones soldadas en campo**

Los requisitos técnicos para las soldaduras de campo se muestran en AWWA C206, Estándar para Soldaduras de Campo de Tubería de Acero para Agua. Si la tubería que ha sido tratada y acabada deba ser soldada en campo, se deberá proveer una corta longitud de metal desnudo a cada extremo del barril de tal manera que el calor de la operación de soldadura no afecte adversamente la capa protectora de la tubería. La longitud de metal desnudo varía dependiendo del tipo de recubrimiento de la tubería y el espesor de la tubería. Se deberá tener especial cuidado en las operaciones de corte y soldadura en tuberías con recubrimientos combustibles para evitar los riesgos de incendio.

Luego de terminado el proceso de soldadura, los vacíos en el revestimiento del metal desnudo deberán ser rellenadas con el mismo sistema de recubrimiento de la tubería. Las juntas deberán ser reparadas desde adentro.

Cuando los trabajadores deban ingresar al interior del tubo para las operaciones de pintura, se deberá proveer ventilación apropiada. El recubrimiento exterior de la tubería podrá ser reparado fácilmente desde el exterior para cualquier sistema de recubrimiento adoptado.

El Contratista deberá verificar si las soldaduras provistas tendrán capacidad suficiente para transmitir las fuerzas de empuje hacia los segmentos adyacentes.

Cuando el recubrimiento inmediato de la tubería soldada no sea práctico, es recomendable soldar tramos de 120 a 150 metros de tubería dejando los extremos sin soldar para permitir ajustes por diferenciales de temperatura.

#### **03.07.08.05 Inspecciones**

El Contratista deberá asegurar por medio de una adecuada inspección que la instalación cumple los requisitos.

- Inspección de soldaduras
- Inspección del emplazamiento de los trabajos y de la posición de los elementos ensamblados (cumplimiento con los planos)
- Inspección externa del suministro instalado (entre otras cosas se comprobará que la tubería de conducción, tanto llena, como vacía, apoya adecuadamente en sus soportes)

El Supervisor puede enviar un representante para presenciar estas inspecciones.

Cuando las partes sean despachadas en secciones y ensambladas antes de ser posicionadas en su lugar, los controles de El Contratista serán los mismos que los que realizó en sus talleres.

El fabricante puede determinar las fijaciones con cuñas y refuerzos internos necesarios durante el proceso de fundición de concreto o durante cualquier proceso de rejunteado, de acuerdo con los medios de fundición de concreto y la presión del rejunteado, que le será establecido por El Supervisor.

En el tramo de tubería libre, habrá el espacio adecuado entre la tubería de conducción y las paredes para permitir la inspección de las soldaduras en inspección posterior y subsecuente mantenimiento de la tubería de conducción.

Tan pronto como la instalación se haya terminado, las partes sin pintar (juntas soldadas deberán ser preparadas y retocadas y los acoplamientos ejecutados. La eliminación de las medidas protectoras se hará de acuerdo con los requisitos planificados. Después, se aplica la protección final según el proceso seleccionado.

#### **03.07.08.06 Limpieza e inspección interna de la tubería**

Antes de poner en servicio, la tubería de conducción debe limpiarse y quedar exenta de cualquier materia extraña (maderas, trapos, restos de electrodos, cemento, etc.) El Supervisor establecerá los métodos de limpieza con las compañías involucradas.

Se realizará una inspección general, tanto interna, como externa, de la tubería por el representante de El Contratista en presencia de El Supervisor.

Esta inspección deberá ser mencionada en el informe del ensayo de aceptación de los trabajos.

#### **03.07.09 Ensayos de aceptación**

Una vez terminada la instalación, la tubería se llena; comprobando a continuación su estabilidad y amarres.

Para llenar la tubería, se realizarán las operaciones siguientes:

- a) Comprobar el cerrado y apriete de las válvulas de emergencia, aberturas de inspección, válvula de vaciado y todos los accesorios.
- b) Llenar despacio, como máximo con un caudal de 1/10 del flujo normal, para que pueda eliminar el aire fácilmente, especialmente en las secciones horizontales.

El llenado solo se llevará a cabo después de asegurarse de:

- a) Que la tubería está completamente lista.
- b) Que las válvulas y accesorios operan adecuadamente y que existe la posibilidad de vaciar el volumen de agua muy rápidamente.
- c) La limpieza del canal de desagüe y cualquier lugar susceptible a ser usado para la descarga del agua.
- d) La seguridad de los trabajadores, tanto implicados en los ensayos, como los que encuentran trabajando en las proximidades, que podrían resultar heridos si se produjera un reventón accidental de la tubería de conducción.

### **03.07.10 Aceptación de los trabajos**

El Contratista preparará un informe detallando estas operaciones y las observaciones hechas por El Supervisor y El Contratista.

Si el resultado de los ensayos es satisfactorio, se pronunciará la aceptación provisional. Si los ensayos no pueden realizarse en el tiempo deseado, la aceptación provisional será automáticamente pronunciada después de un tiempo, establecido previamente, relacionado con el tiempo de terminación de la instalación.

Cuando finalice el periodo de garantía exigido, se pronunciará la aceptación final sin ninguna otra formalidad.

### **03.07.11 Medida y pago**

#### **03.07.11.01 Tubería de acero**

La medida para el pago por el suministro e instalación de la tubería de acero será por la cantidad de tubería en metros lineales del tipo y tamaño especificado en los planos y aprobado por El Supervisor, instalada en la trinchera, luego de haber aprobado satisfactoriamente las pruebas, las inspecciones y los ensayos de soldaduras (en caso de ser indicados por El Supervisor),

aprobada por El Supervisor, medidas en el eje de la tubería a las líneas mostradas en los planos, descontando la longitud ocupada por las piezas o accesorios que serán pagados por unidad, incluyendo los ensayos a las soldaduras y los materiales, la preparación de la superficie, los acabados, el transporte y el montaje y las pruebas hidrostáticas como se indica en esta especificación.

Las cantidades determinadas según las disposiciones que anteceden serán pagadas al precio unitario del contrato por metro lineal del tipo y tamaño especificado, establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, cuyo precio y pago será la compensación total de todo el trabajo ordenado bajo esta especificación.

El Contratista podrá agregar diferentes conceptos de pago para cada espesor de tubería cotizada en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas en el orden y secuencia correspondiente dentro de la categoría de Tubería de Acero.

#### **03.07.11.02 Piezas y accesorios**

La medida para el pago de las derivaciones y bridas de cierre se hará por cada por cada pieza de la clase y tamaño especificado en los planos colocado en la obra como lo apruebe El Supervisor.

El pago por las piezas y accesorios será realizado al precio unitario del contrato por cada pieza de la clase y tamaño específico establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, cuyo precio y pago será la compensación total de todo el trabajo ordenado bajo esta especificación.

En caso de que una pieza no sea específicamente indicada en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, El Contratista deberá agregar el concepto correspondiente a cada tipo de pieza cotizada debajo del renglón de tubería de acero.

### **03.08 Tubería de acero negro y accesorios**

#### **03.08.01 General**

Toda la tubería de las derivaciones para la estación de impulsión y para el desagüe de fondo deberá ser de Acero Negro ASTM A53, con costura, Grado B, con un diámetro nominal como

se muestra en los planos, cédula 40. La tubería y sus accesorios deberá ser pintada con recubrimiento epoxi color azul RAL 5015 de no menos de 250 micrones de película seca.

Los accesorios deberán ser suministrados nuevos del mismo diámetro y cédula de la tubería principal, todas las uniones deberán ser soldadas a filete de penetración total. Deberán recibir el mismo recubrimiento que la tubería principal. Los accesorios incluyen las bridas, válvulas, acoples, codos, reducciones y tees en los diámetros y medidas indicados en los planos.

### **03.08.02 Medida y pago**

La medida para el pago de la tubería de acero negro con costura será por la cantidad de tubería en metros lineales del tipo y tamaño especificado en los planos y aprobado por El Supervisor, instalada en su sitio, luego de haber aprobado satisfactoriamente las pruebas, las inspecciones y los ensayos de soldaduras (en caso de ser indicados por El Supervisor), aprobada por El Supervisor, medidas en el eje de la tubería a las líneas mostradas en los planos, descontando la longitud ocupada por las piezas o accesorios que serán pagados por unidad, incluyendo los ensayos a las soldaduras y los materiales, la preparación de la superficie, los acabados, el transporte y el montaje y las pruebas hidrostáticas como se indica en esta especificación.

Las cantidades determinadas según las disposiciones que anteceden serán pagadas al precio unitario del contrato por metro lineal del tipo y tamaño especificado, establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, cuyo precio y pago será la compensación total de todo el trabajo ordenado bajo esta especificación.

La medida para el pago de los accesorios será por cada por cada pieza de la clase y tamaño especificado en los planos colocado en la obra como lo apruebe El Supervisor.

El pago por las piezas y accesorios será realizado al precio unitario del contrato por cada pieza de la clase y tamaño específico establecido para ello en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas, cuyo precio y pago será la compensación total de todo el trabajo ordenado bajo esta especificación.

## 03.09 Rejas

### 03.09.01 Rejas retenedoras en obra de toma

#### 03.09.01.01 General

El Contratista deberá suministrar e instalar las rejas retenedoras con las formas y dimensiones mostradas en los planos. Las rejas consistirán en pletinas de acero estructural uniformemente espaciadas y sostenidas entre con elementos transversales de acero.

Las rejas retenedoras serán instaladas sobre la estructura de toma y deberán ser provistas de orejas de izado para manipulación. Las rejas permanecerán completamente sumergidas durante toda su vida útil y deberán ser diseñadas y fabricadas considerando estas condiciones.

El diseño de las rejas y las ranuras deberá permitir su fácil extracción durante operaciones de mantenimiento con el embalse abatido bajo el nivel de la corona de la torre de toma.

#### 03.09.01.02 Datos técnicos

*Tabla 9 Reja de acero para estructura de toma*

Elemento	Unidad	Parámetro
Cantidad	Set	1
Ancho	m	1.00
Longitud	m	1.20
Espacio entre pletinas	mm	25
Espesor de pletinas	mm	6.1
Ancho de pletinas	mm	35

#### 03.09.01.03 Materiales

La estructura de las rejas deberá ser fabricada en acero estructura ASTM A36

#### 03.09.01.04 Acabado

El acabado de las rejas deberá ser realizado como se indica en la cláusula 03.10 más adelante en esta especificación.



### **03.09.02 Medida y pago**

La medida para el pago de las rejas de acero será por unidad de reja de cada tipo y dimensiones, con todos sus accesorios, colocado en su lugar a las tolerancias especificadas, como se muestra en los planos y sea aprobado por El Supervisor. El pago por este concepto será realizado al precio unitario por cada tipo de reja en la Lista de Cantidades de Obra Valoradas. Dicho pago será la compensación total de todos los materiales, mano de obra, equipo, transporte, montaje, acabado, pruebas y todo lo necesario e incidental.

### **03.10 Protección, limpieza y pintura**

#### **03.10.01 General**

Cuando no se indique una especificación particular para cada uno de los elementos descritos en esta especificación, las disposiciones indicadas en esta cláusula deberán aplicar para todos los elementos metálicos.

La pintura de la incluirá la preparación de las superficies de metal, la aplicación de la pintura, la protección y secado de las capas de pintura, lo mismo que la provisión de las herramientas, mano de obra y materiales necesarios para lograr un trabajo de pintura satisfactorio.

Excepto si se especifica lo contrario, el equipo bajo este contrato será llevado a cabo de acuerdo con esta Sub-Cláusula y las especificaciones para pintura aprobadas. El Contratista preparará y presentará las especificaciones de pintura para su aprobación de El Supervisor. Las especificaciones de pintura deberán cubrir el cronograma de pintura, el esquema de color de los acabados, la declaración del fabricante acerca de las características físicas y de rendimiento de los materiales que se seleccionarán, y los procedimientos que el fabricante recomienda para la preparación de las superficies, la aplicación, instrucciones de manejo, equipo, condiciones del ambiente para pintar, instrucciones para mezclar, instrucciones de seguridad y almacenaje, etc. Los procedimientos también incluirán los requisitos especiales para las reparaciones a las capas dañadas.

El sistema de pintura seleccionado deberá tener una expectativa de vida no menor de cinco (5) años en las condiciones atmosféricas predominantes en el sitio del Proyecto.

El color final de todo el equipo deberá ser aprobado por El Supervisor. El Contratista deberá proponer un esquema de color para el equipo y presentará muestras de color con las especificaciones de pintura.

El Contratista proveerá suficiente pintura para los retoques de pintura en el taller de la Obra.

La pintura deberá ser producida por un fabricante conocido, y su selección deberá ser aprobada por El Supervisor.

### **03.10.02 Preparación de la superficie**

Todo el aceite, la parafina, la grasa y la suciedad deberán ser retiradas de las superficies a ser pintadas usando solventes. Después de la limpieza con solventes, todas las salpicaduras de soldadura, escoria, lomos, oxido suelto, chispas de fragua y otras sustancias deberán ser retiradas usando un soplete de arena o chorro lanzado hasta que adquiera un grado de “casi metal blanco”, SSPC SP-10. Se deberá prestar especial atención a la limpieza de esquinas y ángulos convergentes. Si se formara oxido o las superficies resultaran contaminadas en el intervalo entre la limpieza o la pintura, se requerirá una nueva limpieza del mismo grado. Las superficies que no serán pintadas deberán protegerse enmascarándolas adecuada y apropiadamente durante la limpieza y pintura del trabajo metálico adyacente. Los medios efectivos serán provistos para retirar todo el aceite libre y la humedad de las líneas de abastecimiento de aire del equipo de soplar. Toda la preparación de las superficies será sujeta a la aprobación de El Supervisor antes de que se aplique pintura.

### **03.10.03 Procedimiento de aplicación**

La aplicación de la capa protectora deberá ser llevada a cabo en el taller de El Contratista. Los trabajos de pintura en el sitio de la construcción se limitarán a la pintura de retoque para las áreas dañadas y la pintura de las porciones soldadas en el sitio.

Toda la pintura, cuando se aplique, deberá proveer una capa satisfactoria y una superficie lisa y pareja. La pintura será cuidadosamente agitada, colada y mantenida con una consistencia uniforme durante su aplicación. La pintura no será aplicada cuando la temperatura del metal o del aire alrededor sea menor a 10° C y la del metal sea mayor a 50° C o cuando la humedad sea mayor al 90 por ciento. Las superficies deberán estar libres de humedad al momento de ser

pintadas. La pintura se llevará a cabo utilizando brochas o con pulverizador sin aire. Cada mano será protegida durante el periodo inicial de secado contra la posibilidad de condensación de humedad o contaminación con sustancias ajenas. Todos los trabajos de pintura se llevarán a cabo usando brochas o pulverizador sin aire. Cuando el material de recubrimiento se aplique con pulverizador, se utilizarán los medios apropiados para evitar la segregación durante la operación de recubrimiento. El aceite libre y la humedad serán retirados de las líneas de abastecimiento de aire de todo el equipo pulverizador. Cada capa deberá ser uniforme y libre de correderas, hundimientos y otras imperfecciones. El tiempo entre las capas sucesivas no será menor que el mínimo ni mayor que el máximo tiempo para la aplicación de otra capa especificado por el fabricante. La pintura será aplicada de tal manera que el espesor en ningún punto será menor al estipulado en las especificaciones aprobadas para la pintura.

#### **03.10.04 Superficies que no serán pintadas**

El bronce, las superficies de los dientes de los engranajes, las superficies con acabados no ferrosos y las superficies que entren en contacto de rodaje o deslizamiento después de que el equipo sea ensamblado en el sitio de la obra no serán pintadas. Todas las superficies de acero resistentes a la corrosión y las partes de maquinaria no serán pintadas tampoco.

Al completar la limpieza, las superficies deberán ser cubiertas con una laca aprobada que prevenga el óxido o una película desprendible de plástico adhesivo para proteger las superficies de daño mecánico menor y corrosión durante el transporte y almacenaje en el sitio de la Obra. Esta película deberá ser retirada inmediatamente y se aplicará grasa antes de la construcción en el sitio del equipo.

Todas las partes que estarán empotradas en concreto deberán ser limpiadas y protegidas, antes de salir de las instalaciones del fabricante, por un baño de cemento Portland u otro método aprobado. Antes de ser instaladas deberán ser completamente limpiadas de escamas, óxido y materia adherente.

#### **03.10.05 Requisitos para la pintura**

Una capa de imprimante rico en zinc de resina epoxi y dos o tres capas de pintura de resina de alquitrán de hulla, con un espesor total de la película seca de 0.45 – 0.60 milímetros será aplicada a los siguientes artículos:

- Todas las hojas de las compuertas,
- Superficies expuestas de los marcos guía, excepto aquellas que queden sobre la superficie de la tierra.

Una capa de imprimante rico en zinc de resina epoxi, dos capas de pintura de resina de alquitrán epoxi de tipo que no chorree como imprimantes, una capa de pintura de pintura de resina epoxi de óxido de hierro micáceo como capa intermedia y dos capas de pintura de caucho clorinada como capa de acabado, con un espesor total de la película seca de 0.45 – 0.60 milímetros se aplicará a los siguientes artículos:

- La superficie expuesta de los marcos guía sobre la superficie de la tierra.
- El mecanismo de izado de la compuerta.

Todas las superficies con acabado de metal no ferroso excepto las especificadas anteriormente recibirán una (1) capa de imprimante y cuatro (4) capas de pintura de caucho clorinado o su equivalente. El espesor total de estas capas, incluyendo la capa de imprimante será de 0.15 a 0.20 milímetros.

El equipo comercial deberá ser pintado de acuerdo con la práctica estándar del fabricante.

Toda superficie de metal ferroso, incluyendo el hilo de los tornillos que serán expuestos durante el transporte o mientras espera la instalación deberá ser limpiada y recibir una capa gruesa y uniforme de un compuesto soluble en gasolina que prevenga el óxido.

### **03.10.06 Medida y pago**

No se hará medido o pago por separado para ningún sistema de protección, limpieza y pintura y el costo por la aplicación de los acabados aquí descritos deberán estar incluidos en el precio unitario del elemento metálico correspondiente en la lista de cantidades de obra valoradas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**SECCIÓN 4 – INSTALACIONES Y  
SISTEMAS ELÉCTRICOS**

**PROGRAMA “MEJORAMIENTO AL ACCESO DEL AGUA  
POTABLE Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA  
CIUDAD DE SANTA ROSA DE COPÁN”**

**No. HND-017-B**

**“CONSTRUCCIÓN DE PRESA LA HONDURA”**

CONTRATANTE:

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTA ROSA DE COPÁN

COPÁN, HONDURAS

DICIEMBRE DE 2021

## Contenido

Contenido .....	i
04.01 General.....	1
04.01.01 Resumen .....	1
04.01.02 Alcances.....	1
04.01.03 Normas y regulaciones .....	2
04.01.04 Calidad de los materiales .....	2
04.01.05 Remisiones .....	2
04.01.06 Responsabilidad de El Contratista .....	3
04.01.07 Garantías especiales.....	4
04.02 Línea de distribución eléctrica.....	4
04.02.01 General.....	4
04.02.02 Conductores .....	5
04.02.03 Postes .....	5
04.02.04 Retenidas .....	6
04.02.05 Herrajes.....	6
04.02.06 Puesta a tierra.....	7
04.03 Sistema de energía eléctrica e iluminación de la Presa La Hondura .....	7
04.03.01 Acometida.....	8
04.04 Conductores .....	8
04.04.01 General.....	8
04.04.01.01 Resumen .....	8
04.04.01.02 Códigos y estándares .....	9
04.04.01.03 Remisiones .....	9
04.04.02 Conductores para uso en exteriores .....	9
04.04.03 Conductores para uso en canalizaciones subterráneas .....	10
04.04.04 Conductores THHN para uso dentro de edificaciones .....	11
04.04.05 Terminales y conectores .....	11
04.04.06 Halado de cables.....	12
04.04.07 Marcado de los cables.....	12

04.04.08	Color del aislamiento.....	12
04.04.09	Pruebas de aislamiento .....	13
04.05	Sistema de puesta a tierra .....	13
04.05.01	General.....	13
04.05.01.01	Resumen .....	13
04.05.01.02	Trabajo incluido.....	13
04.05.01.03	Códigos y estándares .....	14
04.05.01.04	Calidad de los materiales .....	14
04.05.02	Remisiones .....	14
04.05.03	Productos .....	14
04.05.03.01	Cable.....	14
04.05.03.02	Varillas de tierras.....	14
04.05.03.03	Conexiones soldadas .....	15
04.05.03.04	Conectores y terminales.....	15
04.05.03.05	Barras de cobre para conexión de equipos .....	15
04.05.04	Ejecución y pruebas.....	15
04.05.04.01	Realización de las soldaduras para conexión de cables de la malla de tierra 15	
04.05.04.02	Medición de continuidad entre puntos del sistema de puesta a tierra .....	16
04.05.04.03	Medición del valor de resistencia a tierra.....	16
04.06	Soportería .....	16
04.06.01	General.....	16
04.06.01.01	Códigos y estándares .....	17
04.06.02	Productos .....	17
04.06.02.01	Soportes para Conduit .....	17
04.06.02.02	Soportes para equipo .....	17
04.06.03	Ejecución .....	17
04.06.03.01	Instalación.....	17
04.06.03.02	Áreas húmedas.....	18
04.06.03.03	Plataformas de techo de metal .....	18
04.07	Sistema de canaleta metálica de superficie.....	18

04.07.01	General.....	18
04.07.01.01	Especificaciones relacionadas: .....	19
04.07.01.02	Aprobaciones .....	19
04.07.02	Productos .....	19
04.07.02.01	General.....	19
04.07.02.02	Marcas aprobadas .....	19
04.07.03	Ejecución .....	20
04.07.03.01	General.....	20
04.08	Cajas y canalizaciones .....	20
04.08.01	General.....	20
04.08.01.01	Resumen .....	20
04.08.01.02	Normas de calidad y capítulos relacionados.....	20
04.08.01.03	Información requerida .....	21
04.08.02	Entrega, almacenaje y manejo .....	21
04.08.03	Productos .....	21
04.08.03.01	Conduit .....	21
04.08.03.02	Aeroductos.....	23
04.08.03.03	Cajas de unión, de halado y para accesorios .....	23
04.08.03.04	Cajas de piso.....	24
04.08.03.05	Accesorios .....	24
04.09	Canalizaciones subterráneas para sistemas eléctricos, telecomunicaciones y señales ..	24
04.09.01	General.....	24
04.09.01.01	Resumen .....	24
04.09.01.02	Especificaciones relacionadas .....	25
04.09.01.03	Códigos y estándares .....	25
04.09.01.04	Remisiones .....	25
04.09.02	Productos .....	25
04.09.02.01	Fabricantes aceptados para tubería PVC .....	25
04.09.02.02	Fabricantes aceptados para soporte de canalizaciones subterráneas .....	25
04.09.02.03	Fabricantes aceptados para cintas de identificación .....	26
04.09.02.04	Fabricantes aceptados para pinturas .....	26



04.09.02.05	Tubería de PVC .....	26
04.09.02.06	Soporte de canalizaciones y dentro de cajas de registro.....	26
04.09.02.07	Cintas para señalización .....	26
04.09.03	Ejecución del trabajo. ....	27
04.09.03.01	Instalación de la tubería.....	27
04.09.03.02	Cajas de registro .....	28
04.09.04	Ejecución .....	30
04.09.04.01	Aplicación.....	30
04.09.04.02	Instalación.....	31
04.10	Ductos enterrados y trincheras para sistemas eléctricos.....	31
04.10.01	General.....	31
04.10.01.01	Coordinación .....	32
04.10.02	Productos .....	32
04.10.02.01	Materiales .....	32
04.10.03	Ejecución .....	32
04.10.03.01	Instalación.....	32
04.11	Tableros eléctricos .....	33
04.11.01	General.....	33
04.11.01.01	Resumen .....	33
04.11.01.02	Códigos y estándares .....	34
04.11.02	Producto.....	34
04.11.02.01	Fabricantes aprobados .....	34
04.11.02.02	Rangos de operación.....	34
04.11.02.03	Certificación del equipo.....	34
04.11.02.04	Material de las barras principales .....	34
04.11.02.05	Material de la barra de neutro.....	34
04.11.02.06	Barra para puesta a tierra .....	35
04.11.02.07	Gabinete.....	35
04.11.02.08	Interruptores termomagnéticos .....	35
04.11.03	Ejecución .....	36
04.11.04	Protección de transitorios .....	37

04.12	Elementos de cableado .....	37
04.12.01	General.....	37
04.12.01.01	Resumen .....	37
04.12.01.02	Aseguramiento de calidad .....	37
04.12.01.03	Transporte, almacenamiento y manejo.....	37
04.12.02	Productos .....	38
04.12.02.01	Interruptores.....	38
04.12.02.02	Tomacorrientes .....	38
04.12.02.03	Placas y cubiertas.....	38
04.12.03	Ejecución .....	39
04.12.03.01	General.....	39
04.12.04	Instalación.....	39
04.12.04.01	Altura de montaje .....	39
04.13	Iluminación.....	40
04.13.01	General.....	40
04.13.02	Luminarias de uso interior .....	40
04.13.03	Luminarias exteriores .....	41
04.14	Anexo A.....	41
04.14.01	Método de caída de potencial .....	41
04.15	Anexo B.....	42

## **04.01 General**

### **04.01.01 Resumen**

Esta sección incluye las Especificaciones Técnicas en el suministro e instalación de los materiales eléctricos tales como: canalización, conductores, cajas de registros, lámparas, paneles y todo lo que sea necesario para una instalación completa del abastecimiento de energía eléctrica conforme las mejores prácticas para la construcción del sistema que suplirá energía eléctrica a las instalaciones del Proyecto. En ellas se incluyen todos los artículos de diferentes normas y códigos locales e internacionales aceptados y aprobados, concernientes a la instalación de dispositivos de salida circuitos ramales, paneles con sus equipos de protección y alimentadores en alta y baja tensión.

El Contratista responsable de la obra eléctrica debe estar inscrito en el Colegio de Ingenieros Electricistas y Químicos de Honduras. (CIMEQH) emitiendo El Colegio Profesional la constancia de estar solvente con el CIMEQH, donde se corrobore su respectiva inscripción, solvencia e idoneidad para la ejecución de este tipo de obras.

Se deberá realizar un trabajo de primera clase. No se eximirá de ninguna responsabilidad por trabajos adyacentes, incompletos o defectuosos.

### **04.01.02 Alcances**

Las actividades de obra descritas en esta especificación incluyen, pero no se limitan a:

- 1) La línea de distribución de energía para la Presa La Hondura
- 2) Las obras de extensión de la alimentación de energía para la Presa La Hondura en los tableros de distribución existentes en la Estación de Bombeo La Hondura No. 1.
- 3) El sistema de distribución de energía e iluminación de las Obras de La Presa La Hondura
- 4) Otras obras provisionales que sean indicadas por la Supervisión.

El Contratista deberá realizar una revisión de las instalaciones descritas en los planos y realizar sus mejores esfuerzos para completar aquellos elementos que hubiesen sido omitidos o que sean necesarios para mejorar la seguridad y operatividad del sistema con tal que el costo de dichos

elementos sea notificado al Contratante para por medio de una Variación como se establece en las CGC.

#### **04.01.03 Normas y regulaciones**

La instalación eléctrica debe cumplir con la última edición de los códigos y regulaciones locales.

Además, la instalación eléctrica debe cumplir, cuando sea aplicable, con las normas de las organizaciones que a continuación se mencionan. Para todas ellas deberá aplicarse la última edición de estas, a menos que las autoridades que correspondan requieran el uso de ediciones previas.

- ANSI American National Standard Institute
- ASTM American Society for Testing Materials
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- NEMA National Electrical Manufacturer's Association
- ICEA Insulated Cable Engineers Association
- NBS National Bureau of Standards
- NFPA National Fire Protection Association
- UL Underwriter's Laboratories

Las pruebas deben ser realizadas de acuerdo con las regulaciones oficiales vigentes. Del mismo modo deben proveerse e instalarse las señalizaciones y avisos correspondientes.

Los productos suministrados y el trabajo ejecutado deben cumplir con las reglas y recomendaciones de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios de los E.U.A. (National Fire Protection Association. NFPA), y con los requisitos adicionales que prescriban las autoridades y las empresas de servicio público locales.

#### **04.01.04 Calidad de los materiales**

Todos los materiales eléctricos utilizados deben ser certificados UL.

#### **04.01.05 Remisiones**

Todos los materiales del sistema eléctrico u otro indicado en los planos del proyecto deben ser sometidos para aprobación a la Supervisión veintiún (21) días hábiles posteriores la Fecha de

Inicio. La Supervisión puede solicitar la remoción de cualquier material instalado que no haya previamente aprobado. El Contratista, antes de realizar la compra de los materiales, debe someter para aprobación las hojas técnicas de cada uno de los materiales y accesorios. La Supervisión podrá solicitar cambiar cualquier material que no haya sido aprobado por él.

#### **04.01.06 Responsabilidad de El Contratista**

El Contratista se obliga a instalar la red de alta y de baja tensión, tomando como pauta, estas especificaciones, planos, El contrato y demás documentación relativa al proyecto

El Contratista debe estudiar los planos y documentos de especificaciones técnicas de manera que no le quede ninguna duda con respecto al alcance de la obra.

Se deberá tener especial cuidado en las instalaciones de las salidas para los varios equipos eléctricos y mecánicos.

El Contratista deberá examinar el local cuidadosamente y verificar todas las medidas. Los planos eléctricos son simbólicos y aunque se trata de presentar el sistema con mayor precisión posible, no se deberán considerar reales en el edificio.

El Contratista deberá examinar y estudiar los Planos y deberá consultar con frecuencia a la Supervisión para determinar posibles cambios que afectan su trabajo y deberá guiarse de conformidad antes de colocar o establecer la ubicación exacta de corridas de canaletas, conductos, paneles, cajas de salida y registro. Toda salida cubierta por ductos u otras obstrucciones deberá reubicarse de acuerdo con la Supervisión.

Las ubicaciones de las salidas en los planos son aproximadas y queda entendido que el Contratista está en la obligación de colocar la salida dentro de un perímetro aceptable sin que obstruya el acceso de otros sistemas de alimentación si la Supervisión así lo solicita. El Contratista hará los ajustes necesarios para acomodar las salidas a los diferentes tipos de acabados para que, en instalaciones embutidas, las cajas queden a ras con la superficie de acabado.

Cualquier trabajo eléctrico o relacionado con éste, ejecutado por el Contratista sin tomar en cuenta el trabajo de las otras partes y que en opinión de la Supervisión tengan que ser movidas

para permitir la instalación adecuada de otros trabajos, serán movidos como parte del trabajo eléctrico sin costo adicional para El Contratante.

El Contratista debe hacer todas las preguntas que considere convenientes antes de enviar su propuesta económica durante el proceso de Licitación. No se aceptará, como una justificación para cobrar un costo adicional o atraso en el plazo de entrega, señalar alguna incongruencia o falta de información en los planos.

#### **04.01.07 Garantías especiales**

Cuando no se requieran garantías especiales dentro de estas especificaciones, deben suministrarse garantías especiales de los fabricantes que provean, por lo menos, el reemplazo de las partes defectuosas por un período no menor de un año, a partir de la fecha de aceptación de la instalación por la Supervisión.

Deben proveerse los acuerdos de servicios del fabricante, escritos a favor de El Contratante, cuando sea requerido en alguna de las secciones de estas especificaciones.

### **04.02 Línea de distribución eléctrica**

#### **04.02.01 General**

El contratista deberá proveer todos los materiales, mano de obra, herramientas y/o equipo para extender el circuito primario en 3 fases y Neutro hasta la Estación de Bombeo de la Nueva Presa La Honduras. El circuito primario estará compuesto de 3 fases de cable aluminio con alma de acero del tipo definido por la Supervisión o como se muestre en los planos.

El haz de conductores se instalará sobre apoyos y estará sometido a una tracción mecánica predeterminada, contemplada en las correspondientes tablas de tendido, en función de la sección y de la longitud del vano soportado. El elemento resistente será el cable neutro autoportante del haz, nunca los conductores de fase

- Fases 3 + Neutro
- Tensión 480V
- Potencia 25kW

- Factor de potencia 0.8
- Longitud de la línea 210m
- Máxima caída de tensión 4%
- Temperatura ambiente 27°C
- Conductor ACSR
- Aislamiento XLPE
- Sección de Fase 25.0mm<sup>2</sup>
- Sección del Neutro 16.0mm<sup>2</sup>
- Ampacidad 148A
- Caída de tensión 3.58%
- Tensión de carga 462.8V

#### **04.02.02 Conductores**

Los conductores serán de aluminio aislados del tipo trenzado en haz con neutro autoportante. Los conductores serán los reflejados en planos y deberán conformarse a lo indicado en la Sub-Cláusula 04.04.02 más adelante.

#### **04.02.03 Postes**

Los postes serán empleados para el tendido de baja y media tensión, para vanos máximos calculados con base en el conductor a ser soportado y a una velocidad de viento máxima de 60km/h. Los postes tendrán una altura de 6m.

Las especies de madera que conformarán los postes serán las establecidas en la norma ANSI O5.1, adicionalmente se aceptan las especies pino caribe o eucalipto y deben poseer las características de madera madura.

Los defectos permisibles para la madera que conformarán los postes deben corresponder a los indicados en la norma ANSI O5.1

Los postes no deben presentar fisuras u otras anomalías que con el tiempo puedan comprometer sus condiciones mecánicas. La vida útil de los postes no debe ser inferior a 15 años. La carga mínima de diseño (carga de rotura) para los postes debe ser 350 kgf o clase 9 según norma ANSI O5.1. El factor de seguridad debe ser de 2.5, es decir, la carga de diseño de los postes debe ser

mayor o igual en 2.5 veces los requerimientos impuestos por las cargas de trabajo a las que éstos serán sometidos. En la cima del poste debe realizarse un corte inclinado (chaflán). En la base del poste deben colocarse plaquetas que eviten deterioro de la madera durante el proceso de fabricación.

El preservativo de la madera debe estar constituido por una formulación de óxidos de cromo, cobre y arsénico tipo C (CCA tipo C). La forma física de este preservativo puede ser un sólido seco, una pasta semilíquida o una solución. No se permitirá la utilización de CCA tipo C con formulación de sales o en cualquier otra forma diferente a la establecida anteriormente. La penetración mínima del preservativo CCA debe ser de 2.5 cm en cualquier parte del poste. La retención mínima del preservativo CCA que deben presentar los postes es de 9.6 kg de ingrediente activo por metro cúbico.

Todos los postes que se van a utilizar en redes distribución de baja y media tensión deben llevar, de la cima hacia abajo un número de perforaciones cuyas distancias entre ellas y sus características se especifican se acuerdo al Manual de Estructuras de ENEE. Las perforaciones deben ser de 20 mm de diámetro.

Los postes de pino deben tener una conicidad mínima 0.5 cm por metro. La longitud de empotramiento será de 1.2m.

#### **04.02.04 Retenidas**

Las retenidas para instalaciones de baja tensión llevaran aislador del tipo R-1 retenida sencilla o R-4 retenida de banco según el Manual de Estructuras de ENEE.

#### **04.02.05 Herrajes**

Los herrajes para las estructuras serán los indicados en el Manual de Estructuras de la ENEE en su versión más reciente y conforme a los estándares aprobados y como lo apruebe la Supervisión.

Los accesorios de sujeción a emplear deberán estar debidamente protegidos contra la corrosión y envejecimiento, y resistirán los esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos.



#### **04.02.06 Puesta a tierra**

El conductor neutro se conectará a tierra por lo menos una vez cada 200 m, y en tantos puntos como sea necesario para conseguir una resistencia a tierra menor de 5 ohm en cualquier punto del circuito. Cada toma de tierra será ejecutada con una jabalina de cobre o acero revestido con cobre de por lo menos 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro. Cada toma de tierra individual tendrá como máximo 20 ohm

### **04.03 Sistema de energía eléctrica e iluminación de la Presa La Hondura**

El Contratista de deberá proveer todos los materiales, mano de obra, herramientas y/o equipo para el suministro e instalación de todas las obras y componentes del sistema de energía eléctrica e iluminación de las obras de la Presa La Hondura incluyendo:

- 1) Acometida aérea desde la línea de distribución hacia el tablero principal de la Estación de Impulsión No. 2
- 2) Los tableros de distribución con todos sus componentes e interruptores
- 3) Transformador de voltaje para tablero de servicios
- 4) Las alimentaciones eléctricas entre tableros y componentes
- 5) Los circuitos de tomacorriente
- 6) Los circuitos de iluminación interior y exterior
- 7) Los circuitos de bombas
- 8) Las luminarias exteriores e interiores
- 9) La red de tierras de la estación de impulsión No. 2

El Contratista deberá diseñar el sistema tomando como referencia los componentes enumerados en la Lista de Cantidades de Obra Valorada, incorporando todos los elementos necesarios para completar la obra incluyendo las canalizaciones, los herrajes, terminales, conectores y todo lo relacionado con la red de alimentación de energía y la iluminación, las rutas de los conductores y la localización y distribución de la red de tierras necesaria para el fin propuesto de las instalaciones. Todos los materiales y elementos conformarse a lo indicado en estas

especificaciones para cada uno de los elementos que correspondan, como lo apruebe la Supervisión.

#### **04.03.01 Acometida**

- Fases 3 + Neutro
- Tensión 480V
- Potencia 25kW
- Factor de potencia 0.8
- Longitud de la línea 210m
- Máxima caída de tensión 4%
- Temperatura ambiente 27°C
- Conductor ACSR
- Aislamiento XLPE
- Sección de Fase 25.0mm<sup>2</sup>
- Sección del Neutro 16.0mm<sup>2</sup>
- Ampacidad 148A
- Caída de tensión 3.58%
- Tensión de carga 462.8V

### **04.04 Conductores**

#### **04.04.01 General**

##### **04.04.01.01 Resumen**

El objetivo de esta sección es reglamentar el suministro e instalación de todos los conductores eléctricos de baja tensión del proyecto.

El Contratista será el único responsable por el transporte, almacenamiento y cuidado del cable, así como la terminación en los equipos que conectará.

Los planos muestran la mejor descripción de la ubicación de todos los equipos.

#### **04.04.01.02 Códigos y estándares**

Los conductores eléctricos de bajo voltaje y su instalación, sin excepción, deben cumplir con las siguientes normas según el tipo de cable:

- NFPA 70, National Electric Code, NEC última revisión.
- ASTM: B3, B8, B33, B787
- UL: 44, 83, 854, 1581 y 1685.
- ICEA.
- IEC

#### **04.04.01.03 Remisiones**

Todos los materiales indicados en esta sección deben ser sometidos para aprobación de la Supervisión 10 días hábiles posteriores a lo que ocurra primero entre la adjudicación del contrato o firma del contrato. La Supervisión puede solicitar remover cualquier material instalado que no haya sido previamente aprobado.

#### **04.04.02 Conductores para uso en exteriores**

Los cables definidos en esta especificación serán utilizados a la intemperie en redes aéreas, fijadas en postes o fachadas, de tensión 0,6 kV entre fases, según norma ANSI/ ICEA, y en zonas con contaminación ligera, media, pesada o muy pesada, según lo definido en la tabla I de la norma IEC 60815.

El cable preensamblado estará constituido por múltiples conductores de fase y/o alumbrado, cuya función es únicamente eléctrica, y por un conductor neutro que además asume la función mecánica. Los conductores para las fases serán de aluminio puro, y para la portante de aleación de aluminio. El aislamiento de todos los conductores será mediante una capa de polietileno reticulado (XLPE)

Los alambres del conductor para fase serán de aluminio puro, tipo H19, y de una pureza mínima de 99,5% (1350 ó 1370), que cumplan las condiciones impuestas por la norma ANSI/ICEA S-76-474. Los conductores de aluminio serán de sección circular compacta. Las propiedades físicas y eléctricas de los alambres de aluminio puro serán las indicadas en el capítulo 2.1.1 de la norma ANSI/ICEA S-76-474. La construcción del conductor de fase se hará de acuerdo con

las exigencias impuestas en el capítulo 2.2.1 de la norma ya indicada, para conductores de aluminio. Las secciones contempladas para los cables de red en esta especificación serán de 25, 35, 50, 70, 95 y 150 mm<sup>2</sup>.

El material del conductor neutro portante será de aleación de aluminio ASTM 6201- estado T81. En ambos casos la sección será circular no compacta. Las propiedades físicas y eléctricas de los conductores de neutro portante deben ser las indicadas en los capítulos 2.1.2 de la norma ICEA S-76-474. La construcción del conductor neutro portante debe cumplir lo señalado en el capítulo 2.3.4 de la norma ICEA S-76-474. Las secciones de los conductores de neutro portante de aleación de aluminio serán 25, 50 y 70 mm<sup>2</sup>, de acuerdo con la sección del conductor de fase que deba sustentar.

La capa de aislamiento consistirá, en todos los casos, de un compuesto de polietileno reticulado (XLPE) no relleno, de color negro, según se define en la sección 2 del capítulo 2.5 de la norma ICEA S-76-474, al que se le haya adicionado un porcentaje de negro de humo de 2.5% ± 0.5%. La capa de aislamiento será una capa continua, compacta, uniforme y homogénea, sin oclusiones, grumos u otros defectos. Deberá ajustarse al conductor pudiendo separarla fácilmente.

Todos los conductores de fase se identificarán entre sí, en forma permanente. La identificación de estos será mediante: números o letras sobre relieve, o nervaduras extruidas longitudinalmente sobre la cubierta, permitiendo identificar claramente cada una de las fases. En el caso de emplearse números o letras, estos tendrán una separación máxima de 50 centímetros. En el caso de nervaduras, cada uno de los conductores de fase llevarán 1, 2 ó 3 nervaduras respectivamente, con un alto mínimo de 0.5 mm y una separación aproximada entre nervaduras de 4mm.

#### **04.04.03 Conductores para uso en canalizaciones subterráneas**

Los conductores de aislamiento RHH/RHW-2/USE-2, serán monoconductores con aislamiento a base de polietileno de cadena cruzada (XLPE), para operar hasta 600V, a una temperatura máxima de 90 °C en ambientes secos y mojados. No propagará la flama. El número de hilos del conductor será el estándar del fabricante para los aislamientos indicados en planos.

No se permite el uso de este cable directamente enterrado, aunque su diseño lo permita.

#### **04.04.04 Conductores THHN para uso dentro de edificaciones**

Este es el tipo de conductor que se utilizará dentro de las edificaciones, sobre el nivel suelo y siempre estará dentro de tuberías u otro tipo de canalización expresamente indicado.

Está **prohibido su uso en exteriores** en canalizaciones subterráneas.

Todos los cables para iluminación y potencia serán monoconductores de cobre suave recocido en hilos. El número de hilos del conductor será el estándar del fabricante para los aislamientos indicados en planos.

Los conductores tendrán aislamiento THHN deben estar diseñados para operar a una temperatura máxima de 90 °C en ambientes secos y húmedos y 75°C en ambientes mojados. Su aislamiento de PVC no debe propagar la flama, cumpliendo la prueba VW-1 y su cubierta de nylon debe protegerlo contra petróleo, agentes químicos y aceites. Será diseñado para operar a 600 V.

#### **04.04.05 Terminales y conectores**

Todos los terminales y conectores deben ser de aleación de cobre.

Los terminales de compresión a utilizar serán marca Burndy tipo YA, con dos huecos en la espada o equivalente previamente aprobado.

Todos los empates de cables desde el #14 AWG hasta el #8 AWG se hará con conectores tipo sombrero wire nut, fabricados por IDEAL o equivalente aprobados previamente.

Los empates en conductores de calibre igual o superior a #6 AWG es prohibido. En caso de que un tramo de cable de estos calibres no sea suficiente para cubrir la distancia, se debe cambiar la longitud completa del cable.

Cuando el cable se conecte a equipos que tengan algún grado de vibración como motores, transformadores, se debe usar terminales tipo HYLUG de Burndy o equivalente previamente aprobado.

#### **04.04.06 Halado de cables**

Los conductores calibre #2 AWG o superiores, deben llenarse de grasa de forma abundante antes de su halado dentro de las tuberías. El Contratista debe someter para aprobación la grasa a usar para lubricar los cables durante el proceso ordinario de remisiones.

#### **04.04.07 Marcado de los cables**

Todos los cables deben estar marcados en su longitud.

#### **04.04.08 Color del aislamiento**

Los conductores deben tener un aislamiento de color como se indica:

Sistema 120/240V trifilar:

Vivo 1: Negro.

Vivo 2: Rojo.

Neutro: Blanco

Tierra: Verde.

En el caso del sistema trifásico con voltaje igual o menor a 240 V:

Fase A: Negro.

Fase B: Rojo.

Fase C: Azul

Neutro: Blanco

Tierra: Verde.

En el caso de sistemas trifásicos con voltaje superior a 240 V:

Fase A: Anaranjado.

Fase B: Amarillo.

Fase C: Café

Neutro: Gris

Tierra: Verde.

Los conductores de calibre #8 AWG o menor deben tener el aislamiento del color indicado anteriormente según el uso.

En el caso de los conductores de calibre #6 AWG o mayor, el conductor puede ser de color negro, con una marca en los extremos hecha con al menos 15cm de cinta adhesiva eléctrica (tape) del color apropiado según el uso.

#### **04.04.09 Pruebas de aislamiento**

Todos los alimentadores de calibre igual o superior a #2 AWG, deberán soportar una prueba de aislamiento a un voltaje de 1000 V, durante 1 minuto. Las pruebas se deben hacer entre fases (A-B, A-C y B-C), fase a tierra (A-T, B-T y C-T), fase y neutro (A-N, B-N y C-N) y entre neutro y tierra.

### **04.05 Sistema de puesta a tierra**

#### **04.05.01 General**

##### **04.05.01.01 Resumen**

El objetivo de esta sección es describir la calidad de la mano de obra, materiales y pruebas del sistema de puesta a tierra. Todos los equipos indicados en los planos y la estructura metálica de la estación de bombeo deberán estar conectados a la red de tierra.

##### **04.05.01.02 Trabajo incluido**

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los materiales necesarios para construir el sistema de puesta a tierra de acuerdo con los planos suministrados y que incluye, pero no está limitado a:

- Cable de la malla de tierra.
- Varilla de cobre.
- Registros.

- Barra de conexión.
- Terminales.

#### **04.05.01.03 Códigos y estándares**

El sistema debe realizarse de acuerdo con las indicaciones de:

- NFPA 70, National Electric Code, última revisión.

#### **04.05.01.04 Calidad de los materiales**

Todos los materiales del sistema deben ser certificados Underwriters Laboratories (UL.), salvo donde se especifique explícitamente el modelo del material.

Todos los materiales, herramientas y accesorios deben ser nuevos, sin uso y deben ser llevados al sitio en el empaque con el cual lo suministró el fabricante, para almacenarlo hasta el momento del uso.

#### **04.05.02 Remisiones**

Todos los materiales indicados en esta sección deben ser sometidos para aprobación de la Supervisión 28 días después de emitida la orden para proceder. La Supervisión puede solicitar remover cualquier material instalado que no haya sido previamente aprobado.

#### **04.05.03 Productos**

##### **04.05.03.01 Cable**

El cable de puesta a tierra será calibre 2/0 AWG de cobre desnudo, 19 hilos, clase B, o del calibre indicado en planos. Será fabricado siguiendo las normas ASTM B2, B3, B8 y B787.

##### **04.05.03.02 Varillas de tierras**

Las varillas deberán ser de acero cobrizado de 8' de largo y 5/8" de diámetro, el recubrimiento de cobre debe ser realizado por medio de proceso electrolítico con un grosor mínimo de 1/100". Deberán ser instaladas con una separación entre ellas igual al tres veces la longitud del electrodo utilizado.



#### **04.05.03.03 Conexiones soldadas**

Las conexiones entre los distintos componentes del sistema de puesta a tierra serán hechas con soldadura exotérmica, siguiendo las instrucciones del fabricante en cuanto a preparación de superficies, cuidado de moldes y forma de preparar la conexión.

Las marcas aprobadas son Cadweld y Thermoweld.

Los moldes para realizar las conexiones indicadas deben ser nuevos y serán cambiados luego de realizar la cantidad máxima de soldaduras por molde indicada por el fabricante.

#### **04.05.03.04 Conectores y terminales**

Los terminales y conectores usados deben ser de cobre, de doble agujero.

Todas las conexiones enterradas (excepto las de varilla) deberán ser del tipo Burndy Hyground Compression System.

Los conectores de tierra de las varillas deberán ser de soldadura exotérmica.

#### **04.05.03.05 Barras de cobre para conexión de equipos**

Las barras de cobre para colocar en paredes, columnas de acero o cualquier otro lugar según se indique en planos, deberán ser de cobre de 6,35 mm de espesor, 25cm de ancho y 10cm de altura como se muestra en los planos o lo indique la Supervisión.

Los cables que se conecten a esta barra deberán hacerlo por medio de un terminal de compresión de doble agujero para el calibre indicado.

#### **04.05.04 Ejecución y pruebas**

##### **04.05.04.01 Realización de las soldaduras para conexión de cables de la malla de tierra**

Antes de realizar las conexiones, el Contratista debe asegurar que las superficies de los cables a unir, las superficies metálicas y otros elementos estén secas y limpias.

Los moldes deben estar dentro del rango de vida útil indicado por el fabricante para evitar que las soldaduras salgan deformadas. Aquellas conexiones que estén deformadas serán rechazadas y se deberán repetir sin costo alguno para El Contratante. Estas conexiones no podrán ser cubiertas con material del terreno hasta que sean revisadas por la Supervisión.

El operario que realiza el trabajo deberá vestir los equipos de protección ocupacional requeridos.

#### **04.05.04.02 Medición de continuidad entre puntos del sistema de puesta a tierra**

El Contratista debe realizar las mediciones de continuidad entre los puntos que se indiquen en el plano. Deberá entregar un informe en donde se indique entre cuales puntos sí se obtuvo continuidad y entre cuales no se obtuvo continuidad. Entre aquellos puntos donde no se obtuvo continuidad, se debe realizar todas las correcciones necesarias para lograr la continuidad. El Contratista debe informar a la Supervisión la fecha en que realizará tales pruebas para estar presente.

#### **04.05.04.03 Medición del valor de resistencia a tierra**

La medición del valor de resistencia a tierra se hará por el Método de caída de potencial, descrito en el Anexo A. Los resultados deben presentarse a la Supervisión siguiendo el formato adjunto Protocolo de Medición de Resistencia de Puesta a Tierra, descrito en Anexo B. Se deberá verificar que cada red cumple con 5 ohmios o menos y verificar cual es el valor de todas las redes unidas entre sí que se deber ser un valor igual o menor a 2 ohmios.

### **04.06 Soportería**

#### **04.06.01 General**

Trabajo incluido: Equipar e instalar los materiales para el soporte de los equipos y dispositivos eléctricos como se muestran en los planos, pero no se limita necesariamente a lo siguiente:

- Conduit y componentes asociados.
- Equipo eléctrico y componentes asociados.
- Trabajos relativos descritos en otras secciones
- Condiciones Generales.
- Ductos de cableado, tuberías y derivaciones.
- Ducto Barra.
- Canastas para cables.

#### **04.06.01.01 Códigos y estándares**

Todo el trabajo debe ser realizado en concordancia con los códigos aplicables, pero no debe limitarse a los siguientes:

- NEC National Electric Code
- NESC National Electric Safety Code
- OSHA Occupational Safety & Health Act.

#### **04.06.02 Productos**

##### **04.06.02.01 Soportes para Conduit**

Serán aceptadas: suspensiones de acero galvanizadas, abrazaderas, cinta bandit, hebillas. En los sitios donde el Conduit esté sujeto a vibración deberá utilizarse abrazaderas de dos ojos y pernos en forma de U.

Las abrazaderas mecánicas de las vigas serán utilizadas para sujetar las suspensiones al acero del edificio. Los pernos y los protectores de extensión o los pernos de palanca serán utilizados para accesorios de albañilería.

Las suspensiones de trapecio que soportan Conduits, deberán ser UNISTRUT o EMPCO, dimensionados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y apoyados en barras de acero de 0.95cm (3/8") como tamaño mínimo. El Conduit será atado con amarres aprobados.

##### **04.06.02.02 Soportes para equipo**

Los soportes para equipos serán en acero estructural rígido, soldado o empernado. Los pernos de las máquinas serán de cabeza de tuerca hexagonal con arandelas de presión.

#### **04.06.03 Ejecución**

##### **04.06.03.01 Instalación**

Todos los sistemas eléctricos serán sujetados de acuerdo con la Sección 300 del NEC.

Soportes adicionales tendrán previstas para soporte horizontal con accesorios colgantes.

Las abrazaderas de Conduit se colocarán tan cerca como se pueda de las uniones, codos y otros accesorios proveerán una instalación más rígida.

Los alambres para cielo suspendido no deben usarse para soporte de Conduit y cajas de acuerdo con la sección 300 del NEC.

#### **04.06.03.02 Áreas húmedas**

En zonas exteriores y otras áreas donde la humedad es predominante, todos los dispositivos de cierre, como cerrojos, tornillos, tuercas serán en acero inoxidable, bronce o latón.

#### **04.06.03.03 Plataformas de techo de metal**

Los dispositivos de soporte no deben ser fijados directamente a la plataforma del techo de metal.

El equipo y dependencias, inclusive el Conduit, serán instalados con espacio libre suficiente debajo de la plataforma de techo de metal para prevenir el daño de los tornillos u otros cierres que pueden ser utilizados en la reparación/reemplazo futuro de techo.

### **04.07 Sistema de canaleta metálica de superficie**

#### **04.07.01 General**

Los requerimientos generales para el trabajo eléctrico son parte de la presente especificación. Favor examinar las otras secciones de la división 1 y verifique sus efectos y relaciones con esta especificación.

Suministre e instale todo el material y mano de obra requerido para el sistema de canaleta metálica, incluyendo tomacorrientes, otros elementos, soportes, uniones y accesorios necesarios.

Si El Contratista escoge suministrar o instalar un sistema, configuración o parte diferente a lo especificado aquí, cualquier trabajo y material adicional deberá ser suplido sin costo hacia El Contratante, aunque siempre se deberá solicitar la aprobación previa de El Ingeniero Eléctrico del proyecto.

#### **04.07.01.01 Especificaciones relacionadas:**

- Elementos de cableado (Wiring Devices)

#### **04.07.01.02 Aprobaciones**

Someter a aprobación por la Supervisión los planos de taller del sistema completo. Indicar las medidas y longitudes de las canaletas de acuerdo con los muebles o equipos a instalar. Adjuntar planos de cada elemento a utilizar, como esquinas, tapas, cobertores, salidas, espaciadores, etiquetas a utilizar.

#### **04.07.02 Productos**

##### **04.07.02.01 General**

Las canaletas deberán ser preensambladas en fábrica de forma completa, incluyendo bases, divisores, cobertores, tapas, cableado, salidas, uniones y conectores, para comprobar que las longitudes concuerden con los planos arquitectónicos de muebles y otros elementos. Los circuitos de tomacorrientes deben ser cableados de fábrica, dejando 5 cm de cable adicional para las conexiones eléctricas. Deben tener su etiqueta indicando el circuito al que pertenecen. Las conexiones eléctricas deberán ser hechas usando conectores "Scotch-lok" # 562 o similar.

La base de la canaleta, la cubierta y las tapas deberá ser de aleación de aluminio extraído, con pared de 0.056" mínimo. El acabado será anodizado

Los cobertores ciegos y los que contienen tomacorrientes deberán estar cortados cada 30 cm. en toda la longitud de la canaleta. Los tomacorrientes deberán ser identificados con etiquetas tipo DYMO de 3/8" o similar, indicando voltaje, fase y amperaje para salidas mayores a 20 A, mientras que los tomacorrientes normales serán identificados con el tablero y circuito al cual están conectados. Los cobertores deberán ser limpiados antes de colocar las etiquetas para una mayor adherencia de éstas.

##### **04.07.02.02 Marcas aprobadas**

- AT Power Systems - AT-3200 Series.
- Isotrol Systems Company - Isoduct Series 475.
- The Wiremold Company - Series AL 3100.

### **04.07.03 Ejecución**

#### **04.07.03.01 General**

La canaleta recibirá los tomacorrientes y salidas del tipo, cantidad y espaciamiento como se indica en los planos.

La canaleta deberá ser montada paralela o en ángulo recto con la estructura y paredes.

Asegurar que el número de conductores instalados en cada canaleta no sea mayor al número para la cual dicha canaleta está aprobada.

Mantener la continuidad de tierra a través de toda la canaleta por medio de conductores de conexión a tierra, dimensionados según el NEC.

Proveer divisores para facilitar la instalación de teléfonos o cableado de datos al dividir la canaleta en dos compartimientos separados.

### **04.08 Cajas y canalizaciones**

#### **04.08.01 General**

##### **04.08.01.01 Resumen**

La siguiente sección indica en forma específica el suministro e instalación del sistema de canalización eléctrica, cajas eléctricas, conectores, soportes y cualquier otro accesorio para completar la instalación.

##### **04.08.01.02 Normas de calidad y capítulos relacionados**

La calidad del material y mano de obra de instalación deberá cumplir con las indicaciones de los siguientes códigos, según corresponda:

- ASTM – American Society for Testing and Materials
- NESC – National Electrical Safety Code
- ANSI – American National Standard Institute
- NEC – National Electrical Code

- UL – Underwriters Laboratories

Otros capítulos de las Especificaciones Técnicas, a usarse en conjunto con la presente sección, son los siguientes:

- Requisitos generales equipos eléctricos.
- Sistema de puesta a tierra.

#### **04.08.01.03 Información requerida**

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión, previo a la compra de cualquier material, catálogos, folletos e información técnica de los materiales, componentes y equipos que se propone emplear en la obra.

#### **04.08.02 Entrega, almacenaje y manejo**

Todos los materiales indicados en esta sección deberán ser nuevos, sin uso alguno, entregados en su empaque original de fábrica.

Todos los materiales deberán ser etiquetados e identificados para su aplicación determinada.

Todos los materiales deberán ser protegidos contra daños en todo momento y guardados en áreas exclusivas como lo indique la Supervisión.

#### **04.08.03 Productos**

##### **04.08.03.01 Conduit**

Los Conduit deberán ser de metal rígido (RMC), metal intermedio (IMC), tubo metálico eléctrico (EMT), aluminio rígido o PVC cubierto, según se indique en los planos eléctricos.

Cualquier tubería que salga al exterior del edificio deberá ser de tubería rígida (RMC) o metal intermedio (IMC). El número, tamaño y arreglo será según lo indicado en planos.

Los Conduit rígidos metálicos (RMC) deberán ser fabricados con baño de acero galvanizado y cumplir con los requerimientos de UL para Conduit de metal rígido, siguiendo la norma UL-6 y ANSI C80.1

Los tubos de metal intermedio (IMC) deberán ser fabricados con baño de acero galvanizado y cumplir con UL según su norma referente a metal intermedio, UL -651, última versión, para Conduit rígido no metálico.

Los Conduit de aluminio rígido deberán cumplir con la norma ANSI en su estándar C80.5- Especificación para Conduit de Aluminio Rígido, en su última versión.

El Conduit rígido no metálico deberá cumplir con los requerimientos de UL-651, última versión, para Conduit rígido no metálico.

Los tubos de acero inoxidable 304 ó 316 (Cédula 40) deberán ser construidos de acero por un proceso de soldado automático, sin adición de metal de relleno. El tubo deberá ser suministrado soldado, templado y en concordancia con el estándar ASTM A-554, con esta designación marcada (pintada) a lo largo de todo el tubo. Deben ser certificados por UL.

Si eventualmente el tubo de acero inoxidable según ASTM A-544 no está disponible, la cédula 40 sin costura (seamless) o tubo soldado de acero inoxidable conforme con la norma ANSI A-312, será aceptado.

El tubo eléctrico metálico (EMT) deberá ser de acero electro-galvanizado y cumplir con los requerimientos del estándar de la ANSI C80.3, especificación para tubo eléctrico metálico y el estándar de UL correspondiente, la última versión.

La tubería metálica flexible para áreas de propósito general deberá ser fabricada con baño de acero galvanizado y cumplir con los requerimientos de UL del estándar UL-1, última versión.

La tubería flexible para áreas peligrosas deberá tener conectores de hacer o bronce, núcleo de bronce flexible y cubierta de bronce. Además, deberá estar clasificada adecuadamente con el área de instalación y cumplir con el estándar UL-866 para áreas peligrosas.

El tubo flexible para intemperie (liquid-tight) deberá tener un núcleo flexible de hacer galvanizado, con una cubierta de cloruro de polivinilo lisa (PVC), resistente a la abrasión, que cumpla con el estándar UL-1, última revisión.



El PVC con cubierta 40 mil de tubo rígido metálico deberá ser prefabricado con baño de hacer galvanizado, con una cubierta gris o gris clara de 40 mil nominal de PVC. La tubería deberá cumplir con los estándares de UL para tubo rígido metálico antes del recubrimiento.

#### **04.08.03.02 Aeroductos**

Los aeroductos deberán ser del tipo sin pestaña (flangeless), con cubierta atornillable y accesorios sin pestañas o bordes. El porcentaje de llenado no será en ningún caso mayor al 20% de su sección transversal.

#### **04.08.03.03 Cajas de unión, de halado y para accesorios**

Todas las cajas serán construidas de acero galvanizado.

Las cajas instaladas en tramos de tuberías conteniendo cables #4/0 AWG o mayores deberán ser fabricadas con acero calibre #10 (mínimo antes del galvanizado) Estas cajas deberán tener costuras soldadas y placas de cubierta para remover.

Las cajas en el entrecielo deben ser solamente cuadradas de acero galvanizado, con un ancho mínimo de 10 cm (4") y una profundidad de 5.4 cm (2 1/8"), salvo otra indicación expresa.

Las cajas en paredes pueden ser cuadradas o rectangulares de acero galvanizado, con un ancho mínimo de 10 cm (4") y una profundidad de 5.4 cm (2 1/8"), salvo otra indicación expresa.

Las cajas empotradas en paredes de concreto reforzado o bloques de concreto deberán llevar un tratamiento aplicado previo al montaje con un anticorrosivo.

Aquellas cajas que luego de quitar las formaletas o de ser instaladas en bloques de concreto queden a una profundidad mayor que 6 mm, deberán llevar una extensión. Queda absolutamente prohibido que esas extensiones resulten de rebanar una caja metálica.

El borde de las cajas metálicas instaladas en paredes conocidas bajo el genérico de pared liviana no podrá estar a más de 3,5mm de la superficie de la pared. Las cajas que se encuentren en esta situación deben ser cambiadas.

#### **04.08.03.04 Cajas de piso**

Las cajas para salidas en el piso deberán ser del tipo metal fundido con entradas para tubería roscada.

Estas cajas deberán ser a prueba de agua y diseñadas para que su tapa se ajuste al nivel final de piso.

Las tapas o cubiertas de las cajas de piso deberán ser de bronce, con acabado pesado y empaque de hule. Deberán tener un empaque de fábrica entre la caja y el aro de ajuste.

#### **04.08.03.05 Accesorios**

El Contratista deberá suministrar los accesorios requeridos para la instalación completa de los sistemas de canalizaciones eléctricas, incluyendo los acoples para el sistema de tuberías, tales como conectores de tubería, extensiones y conectores roscados.

Los conectores para EMT deberán ser del tipo compresión, con garganta recubierta de nylon, tuercas de acero y ser resistente al paso del agua y concreto.

Los acoples para EMT deberán ser del tipo compresión, con garganta recubierta de nylon, tuercas de acero y ser resistente al paso del agua y concreto.

Los conectores para cajas de tubería metálica flexible deberán ser del tipo engrapado (clamp). Los conectores atornillados no se permiten.

### **04.09 Canalizaciones subterráneas para sistemas eléctricos, telecomunicaciones y señales**

#### **04.09.01 General**

##### **04.09.01.01 Resumen**

Esta sección describe los métodos de trabajo básicos y la calidad con la cual deben ser realizadas las canalizaciones eléctricas subterráneas, el soporte para cables, cajas de registro, identificación y protección para cualquier sistema eléctrico, de telecomunicaciones y señales.

#### **04.09.01.02 Especificaciones relacionadas**

Las indicaciones de esta sección se usarán en conjunto con las mencionadas en las secciones:

- Condiciones Generales.
- Cajas y Canalizaciones.

#### **04.09.01.03 Códigos y estándares**

Los materiales mencionados bajo esta sección deben ser fabricados e instalados siguiendo las indicaciones de:

- NEMA: National Electrical Manufacturers Association.
- NEMA TC-2
- NEMA TC-3
- NFPA 70, National Electrical Code, versión más reciente.
- UL-94.
- UL-651
- UL-514B
- UL-1565

#### **04.09.01.04 Remisiones**

Todos los materiales indicados en esta sección deben ser sometidos para aprobación de la Supervisión, 10 días hábiles posteriores a la Fecha de Inicio. La Supervisión puede solicitar la remoción de cualquier material instalado que no haya sido previamente aprobado.

#### **04.09.02 Productos**

##### **04.09.02.01 Fabricantes aceptados para tubería PVC**

- Amanco.
- Carlson.
- Durman Esquivel.

##### **04.09.02.02 Fabricantes aceptados para soporte de canalizaciones subterráneas**

- Underground Devices

#### **04.09.02.03 Fabricantes aceptados para cintas de identificación**

- Panduit

#### **04.09.02.04 Fabricantes aceptados para pinturas**

- Glidden
- Protecto
- Sherwin Williams.
- Sur

#### **04.09.02.05 Tubería de PVC**

La tubería de PVC, rígida, no flexible y sus accesorios serán del diámetro y cédula (SDR) indicada en los planos y detalles constructivos. Si esta información no está indicada, debe ser consultada previamente a la Supervisión.

#### **04.09.02.06 Soporte de canalizaciones y dentro de cajas de registro**

Los soportes para las tuberías en las canalizaciones y para conductores dentro de la caja de registro serán de policarbonato, no halogenados, para soportar una carga estática igual a la de los modelos indicados en planos. El color de estos soportes será el estándar del fabricante para las canalizaciones subterráneas y de color amarillo dentro de las cajas de registro, a menos que se indique lo contrario en los planos.

En las cajas de registro, los tornillos, tuercas, arandelas y otros usados para sujetar los soportes a las paredes serán de acero inoxidable.

#### **04.09.02.07 Cintas para señalización**

Las cintas para advertir de la existencia de canalizaciones eléctricas, de telecomunicaciones y de señales serán hechas de plástico, de los colores indicados a continuación:

- Canalización eléctrica, cualquier voltaje: rojo.
- Canalización de telecomunicaciones: Anaranjado.
- Canalización de señales, cualquier sistema: amarillo.

### **04.09.03 Ejecución del trabajo.**

#### **04.09.03.01 Instalación de la tubería**

La tubería de PVC debe ser instalada en tramos completos de 6 m o de la longitud estándar del fabricante, usando los conectores y otros accesorios de conexión aprobados por el fabricante. El uso de tramos de tubería menor no es permitido, salvo cuando la distancia que falta por instalar es menor al tamaño estándar del fabricante.

Entre cajas de registro, la tubería debe tener una pendiente del 1% entre la caja de registro y el centro de la canalización, siendo el centro de la canalización el punto más alto, de manera que el agua no pueda empozarse dentro de la tubería y se drene hacia cualquiera de las dos cajas de registro en cada extremo de la canalización.

La tubería antes de ser cubierta con concreto debe encontrarse sin quebraduras que puedan permitir el ingreso de agua, tierra y causar daño a los conductores que irán en su interior.

Las tuberías deben estar alineadas, manteniendo la configuración indicada en los planos. Los separadores serán de policarbonato, no halogenados.

Luego de cubiertas, el interior debe limpiarse usando un trapo en aquellos diámetros que permitan tal método de limpieza. En caso de encontrarse una tubería obstruida, no usar métodos de limpieza con agentes químicos sin antes contar con la aprobación escrita de la Supervisión. Antes de instalar los cables, las tuberías deben ser sopladas de nuevo con aire comprimido, aunque hayan sido sometidas a una limpieza profunda con anterioridad.

Dentro de las cajas de registro, las tuberías de PVC entrantes deben sobresalir de las paredes interiores una longitud no mayor a 5 cm. y se debe rellenar el espacio entre la tubería y la pared de concreto con un sello elastomérico para evitar la entrada de agua a las cajas de registro por estas aberturas. Cuando una de las tuberías no se utilizara, su extremo debe cubrirse con un tapón.

La conexión de las tuberías con las cajas de registro debe hacerse en los extremos de las caras como se indica en los detalles constructivos y no por el centro de la cara. El fallo en cumplir este requerimiento implicará la demolición de la caja de registro para cumplir con este objetivo.

La tubería debe colocarse en la cantidad, configuración y profundidad indicada en planos. En todo caso, la tubería o grupo de tuberías debe ir encamisada en un bloque de concreto de 180 kg/cm<sup>2</sup> que sobresalga como mínimo 5 cm. del borde externo de las tuberías más externas; la cara superior de este bloque debe ir a una profundidad no menor de lo que se indica a continuación:

- Zonas verdes: 0.45 m
- Plazas adoquinadas, pasos peatonales: 0.45 m
- En parqueos para uso residencial: 0.45 m
- En calles con tráfico vehicular: 0.60 m
- En parqueos para uso comercial: 0.60 m
- En parqueos para uso industrial: 0.60 m

En las canalizaciones que correspondan con sistemas de telecomunicaciones, debe respetarse la profundidad indicada en los detalles constructivos.

El material para cubrir la zanja por donde viaja la canalización debe ser selecto, sin piedras, sin material corrosivo, materiales con filos, sin restos de pavimento y finalmente compactado.

Sobre el concreto que encamisa las tuberías y a una profundidad de 0.2m, se debe instalar una cinta que prevenga de la existencia de una canalización bajo esta cinta y se extenderá en toda la longitud de tal canalización.

El Contratista debe entregar los planos de línea roja donde se indique claramente la ruta final de todas las canalizaciones subterráneas. La Supervisión podrá pedir el levantamiento de recubrimiento de zanjas para verificar que los planos de línea roja sean correctos y reflejen realmente los lugares donde existen tuberías.

#### **04.09.03.02 Cajas de registro**

Las cajas de registro deben ser de las dimensiones internas, externas y profundidad indicadas en los planos; deben ser colocadas en forma perpendicular o paralela a paredes, cordones de caños, calles y cualquier otra estructura o edificio. Si alguna de la información mencionada no está indicada en planos, debe ser consultada a la Supervisión antes de iniciar la construcción.

El acabado interior debe ser de concreto lujado, la cara interior debe llevar una mano de impermeabilizante y quedar limpias antes de su recepción por parte de El Contratante.

Todas las cajas de registro deben llevar un método de drenaje el cual será indicado en los planos. Si esta información no se indica o no es clara, debe ser consultada a la Supervisión antes de iniciar la construcción.

Las tapas de las cajas de registro en zonas verdes y aceras serán del tipo indicado en planos; las tapas serán de lámina de acero de punta de diamante. El color de la tapa indicará el tipo de sistema con el cual estará relacionada. En caso de que se deba instalar una caja de registro en una zona con tráfico peatonal, se le pintará una franja de 15 cm de ancho alrededor de la tapa con franjas amarillas y negras de 10 cm de ancho pintadas en forma alterna, manteniendo el color de las tapas de acuerdo con el sistema al cual está relacionada.

Las tapas de las cajas de registro en zonas por donde transiten vehículos (calles, parqueos), serán del tipo indicado en planos; de acero, redondas, y tendrán un sello elastomérico entre la tapa y el borde para reducir la entrada de agua. El color de la tapa indicará el tipo de sistema con el cual está relacionado.

Los colores de las tapas serán de acuerdo con el tipo de sistema de la siguiente manera:

- Potencia, cualquier voltaje: Rojo.
- Telecomunicaciones: Anaranjada.
- Señales: Amarilla.

La pintura de la tapa debe ser resistente a los elementos a los que estará expuesta, para uso en metal.

Los cables dentro de las cajas de registro deben ser soportados en los soportes que se deben instalar dentro de las cajas y sujetados a ellos por medio de fajas plásticas. El uso de cable de acero, conductores eléctricos y cualquier otro medio distinto al indicado para amarrar los cables no es permitido.

## **04.09.04 Ejecución**

### **04.09.04.01 Aplicación**

La tubería rígida podrá ser empleada en todas las áreas.

Las tuberías de metal rígido intermedio (IMC) deberán ser instaladas en las siguientes ubicaciones:

- Donde el tubo esté expuesto a la intemperie.
- Donde se muestre que el tubo se instalará en losas de concreto.
- Donde el área se clasifique como peligrosa.
- Donde el área se clasifique como húmeda, como sótanos, túneles, cuartos fríos, cuartos de lavado, duchas y áreas similares.
- Donde la tubería esté sujeta a daño físico.

La tubería rígida de aluminio podrá ser instalada en las mismas áreas que la tubería rígida intermedia, excepto que no puede ser usada en aplicaciones que requieren recubrimiento de concreto o áreas donde se use soda cáustica.

La tubería no metálica (RNC) como el PVC se puede emplear en ductos de tubería subterránea o donde la tubería esté expuesta a condiciones de corrosión severa lo cual será expresamente indicado en planos, o embebida en muros de concreto o mampostería.

En el caso de los ductos subterráneos, la tubería de PVC deberá ser embebida en un bloque de concreto de C15 de 5cm de espesor alrededor de la tubería.

La tubería de acero inoxidable 304 ó 316 cédula 40 es aprobada para uso en áreas no peligrosas, húmedas, y en ambientes de cuarto limpio. Se permitirá emplear los siguientes diámetros para la aplicación mencionada:  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , 1, 1  $\frac{1}{2}$  —, y 2. Si no se tiene accesorios de acero inoxidable, se podrán utilizar los accesorios metálicos recubiertos de PVC.

El tubo EMT de 25 mm (1") y diámetro mayor, podrá ser instalado en lugares secos no sujetos a humedad o daños físicos. El EMT no deberá instalarse en concreto.



La tubería de acero rígido cubierto con PVC de 40 mil, es aprobado para atmósferas corrosivas. En tales casos los accesorios cubiertos con PVC se pueden usar también.

La tubería metálica flexible podrá ser instalada en lugares secos, para conexiones finales de motores, transformadores, lámparas empotradas, para conexiones en aparatos de servicio de comedas donde la temperatura en los puntos terminales exceda 60°C (140 °F) y para la conexión final de equipos donde la flexibilidad sea requerida.

Las tuberías resistentes a líquidos deberán ser instaladas para los mismos fines anteriores, pero en ambientes húmedos.

Las tuberías instaladas en los entrecielos deberán ser de EMT o del tipo de tubería metálica indicada en planos.

#### **04.09.04.02 Instalación**

Los ductos de tubería subterránea deberán estar dentro de un bloque de concreto, de acuerdo con lo indicado en planos.

Todas las tuberías dejadas como previstas deberán sobresalir del nivel de piso terminado 15cm y llevar un bloque de concreto. Estas tuberías deberán ser tapadas con un tapón apropiado.

Los dispositivos de soporte no deberán ser fijados directamente a las cubiertas de metal (láminas) del techo.

El equipo y sus anexos, incluyendo los Conduit, deberán ser instalados con suficiente espacio debajo de las láminas del techo para prevenir daños a causa de los tornillos u otros tipos de soporte.

### **04.10 Ductos enterrados y trincheras para sistemas eléctricos.**

#### **04.10.01 General**

Se debe tomar en cuenta el detalle de drenaje de los ductos a instalar, según los planos.

#### **04.10.01.01 Coordinación**

Se deben coordinar las elevaciones de las entradas para registro y mantenimiento, con las otras disciplinas y los niveles de piso terminado de las zonas adyacentes.

#### **04.10.02 Productos**

##### **04.10.02.01 Materiales**

###### *i Conduit*

- Acero Galvanizado
- PVC rígido
- Tubería epoxi reforzada con fibra de vidrio.

###### *ii Espaciadores de Conduit*

- Plásticos

###### *iii Concreto*

- Resistencia 21 MPa
- Tamaño de agregado: 20 mm máximo
- Color: aditivo permanente rojo

###### *iv Acero de refuerzo*

Según detalles en planos.

###### *v Drenaje de ducto*

PVC, con previstas para los Conduit entrantes, según detalle en planos. 50 mm mínimo. Se debe suplir si los ductos no tienen otros medios de sacar el agua.

#### **04.10.03 Ejecución**

##### **04.10.03.01 Instalación**

Instalar los ductos de cableado subterráneos y sus registros en los lugares indicados en los planos.

Realizar la construcción en suelo sin remover o en terreno granular compactado de no menos de 150 mm de profundidad.

Instalar el ducto con una pendiente mínima de 0.5% hacia los registros.

Cuando se permita, realizar hoyos de 25 mm en la parte baja de cada Conduit.

Instalar espaciadores de tubos cada 1.5 m. Los espaciadores horizontales y verticales rígidos entre tubos serán cada 50 mm

Desplazar las uniones de tubos 600 mm mínimo y asegurar que sean a prueba de agua.

Usar Conduit rígido metálico (RMC) en todas las curvas mayores a 20 grados o en las secciones por encima del nivel de piso terminado.

Usar campanas en las terminaciones de los ductos.

Usar adaptadores de Conduit a ducto cuando se conecte a tubo RMC roscado.

Dejar previstas en las cajas de registro u otros elementos de concreto para colocar tuberías adicionales en el futuro.

El ducto deberá cubrirse con una capa de 50 mm de concreto, mínimo.

## **04.11 Tableros eléctricos**

### **04.11.01 General**

#### **04.11.01.01 Resumen**

El objetivo de esta sección es describir las características constructivas que debe cumplir el diseño, fabricación y pruebas de los tableros eléctricos.

El Fabricante debe hacer referencia en su oferta a cada uno de los puntos aquí mencionados, indicando cumple o no cumple.

Esta sección debe usarse en conjunto con:

- Requisitos generales equipos eléctricos.

- Elementos de Cableado.
- Equipo Eléctrico - Etiquetado de Circuitos.

#### **04.11.01.02 Códigos y estándares**

Los tableros eléctricos deben cumplir con:

- NFPA 70, National Electric Code, NEC, última revisión.
- UL 67. Panelboards.
- UL 50. Cabinets and boxes.
- NEMA PB-1

#### **04.11.02 Producto**

##### **04.11.02.01 Fabricantes aprobados**

- Eaton
- Cutler Hammer.
- Square-D.
- Siemens.

##### **04.11.02.02 Rangos de operación**

Los tableros tendrán una capacidad interruptiva de acuerdo con la información suministrada que detalla cada uno de los tableros a suministrar.

##### **04.11.02.03 Certificación del equipo**

Los tableros deben ser certificados U.L.

##### **04.11.02.04 Material de las barras principales**

Cobre. No se aceptará barras fabricadas con aluminio.

##### **04.11.02.05 Material de la barra de neutro**

Cobre o aluminio. La barra de neutro debe tener como mínimo el 100% de la conductividad de las barras principales. Cuando se solicite, podrán tener un 200% de la conductividad de las barras principales. La barra de neutro deberá tener al menos un terminal por cada circuito ramal

del tablero. Cuando se debe colocar más de una barra de neutro, estas deben estar unidas de fábrica

#### **04.11.02.06 Barra para puesta a tierra**

Todos los tableros deben traer su barra de puesta a tierra atornillada directamente a la carcasa del tablero. Esta barra de puesta a tierra debe traer la cantidad de bornes apropiados para la cantidad y calibre de los circuitos ramales según se indique en planos. El cable de tierra de la acometida al tablero se conectará a esta barra por medio de un borne apropiado para el calibre y cantidad de cables de tierra de la acometida. La barra de tierra deberá tener al menos un terminal por cada circuito ramal del tablero.

#### **04.11.02.07 Gabinete**

Será construido de acero galvanizado o del material indicado en los planos constructivos. El espacio para el manejo de cables dentro del tablero debe cumplir con las indicaciones del NFPA 70, National Electric Code. Debe tener una puerta frontal con bisagras que cubra todas las manijas de operación de los interruptores. La puerta frontal debe tener una cerradura con llave para acceder a las manijas de operación de los interruptores. Para tableros de 400 A o menos, el interior del tablero deberá estar cubierto por una tapa atornillada al gabinete que cubra todas las partes energizadas, pero construida de manera que se pueda operar las manijas de los interruptores. Para tableros de más de 400 A, el interior del tablero deberá estar cubierto por una tapa que tenga bisagras y se ajuste por medio de tornillos al gabinete, cubriendo todas las partes energizadas, pero construida de manera que se pueda operar las manijas de los interruptores. El color del tablero debe ser gris, estándar del fabricante.

#### **04.11.02.08 Interruptores termomagnéticos**

Serán fabricados siguiendo las normas de fabricación NEMA AB-1 y serán del tipo para atornillar. Los interruptores serán del tipo integral con disparo térmico y magnético en cada polo. La manija de cada interruptor debe permitir la colocación de un medio de bloqueo en la posición OFF.

- La capacidad interruptiva de los interruptores de caja moldeada, 120 VAC, no será menor que 10 kAIC o como se especifica en los planos.

- La capacidad interruptiva de los interruptores de caja moldeada, 277 VAC, no será menor que 14 kAIC o como se especifica en los planos.
- La capacidad interruptiva de los interruptores de caja moldeada, 480 VAC, no será menor que 25 kAIC o como se especifica en los planos.
- Los interruptores deberán ser capaces de interrumpir la corriente que circula por ellos, de acuerdo con la norma NEMA AB-1.

#### **04.11.03 Ejecución**

El Contratista será responsable de la protección de los tableros durante el proceso de la construcción hasta que la obras se entreguen finalmente a El Contratante. Los tableros deben ser almacenados en un lugar seco y protegidos contra daños físicos. Serán instalados de forma nítida, alineados con el piso y paredes.

Cuando no sean colocados en paredes, se montará en estructuras metálicas fabricadas con rieles acanalados de unistrut. La parte superior del tablero deberá instalarse a una altura no mayor de 1,90 m SNPT.

Cuando la acometida principal se coloque en tubería metálica, cuando la tubería se conecte al gabinete del tablero, deberá usarse conectores con terminal de tierra o threaded grounding bushing .

Todos los cables de los interruptores ramales deben quedar ordenados con amarras plásticas. No se permite más de un cable por terminal en las barras principales, interruptores, barras de tierra o neutro.

Todos los hilos del cable deben quedar bien metidos dentro del terminal, de manera que no quede cobre descubierto. Cuando un terminal sea de diámetro menor al cable utilizado, debe cambiarse el terminal para ajustar al diámetro de cables.

No se permite eliminar hilos a los cables para poder conectar el cable al terminal.

#### **04.11.04 Protección de transitorios**

Se deberá proveer e instalar un equipo contra sobretensiones y otro tipo de perturbaciones. Este equipo deberá ser instalado en el panel principal de servicio eléctrico y donde se muestre en los planos.

### **04.12 Elementos de cableado.**

#### **04.12.01 General**

##### **04.12.01.01 Resumen**

Trabajo incluido: suministrar e instalar los elementos de cableado como se muestra en los planos, incluyendo, pero no limitando, lo siguiente:

- Apagadores
- Tomacorrientes
- Placas y cubiertas

##### **04.12.01.02 Aseguramiento de calidad**

Códigos y estándares: todo el trabajo deberá ser realizado cumpliendo con los siguientes códigos y normativas vigentes:

- NEC National Electric Code, última versión.
- NESC National Electrical Safety Code
- OSHA Occupational Safety & Health Act
- UL Underwriters Laboratory

##### **04.12.01.03 Transporte, almacenamiento y manejo**

Todo el material deberá ser nuevo, sin usar y en su empaque original

Todo el material deberá estar listado o aprobado para la aplicación en la que se va a usar.

## **04.12.02 Productos**

### **04.12.02.01 Interruptores**

- 20 A
- 120-277 VAC (según aplicación)
- Tipo silencioso
- A prueba de explosión
- Sellado en fábrica
- 20A, 120-277 VAC

### **04.12.02.02 Tomacorrientes**

- NEMA 5-15R
- 15 A, 125 VAC, 2 polos, 3 hilos,
- Doble salida, tipo para aterrizar,

### **04.12.02.03 Placas y cubiertas**

Proveer las placas de varios espacios en una pieza.

Las placas de acero inoxidable deberán ser suministradas para todos los elementos a empotrar, similares a la serie 93000 de Hubbell. La lámina deberá ser de 0.040" y cumplir con el NEC. El acabado será de acero inoxidable 302 satinado.

Las cubiertas de acero galvanizado para elementos instalados en cajas tipo FS y FD serán iguales o similares a Crouse-Hinds serie S y DS.

Las cubiertas de acero galvanizado para elementos en cajas cuadradas de superficie serán iguales o similares a la serie 8300 de Appleton.

Las cubiertas a prueba de intemperie con tapas dobles para tomacorriente serán iguales o similares a Hubbell 5205 para cajas empotradas y Hubbell 5206 para cajas FS.



### **04.12.03 Ejecución**

#### **04.12.03.01 General**

Las localizaciones, el tamaño y el tipo de los tomacorrientes y salidas especiales se hará de acuerdo con lo que establece el NEC 2008 o NFPA 70 en su última versión en el idioma español. La posición final de los tomas e interruptores será definida por la Supervisión en el sitio.

#### **04.12.04 Instalación**

Elementos agrupados deberán instalarse en cajas continuas con el número de GANGS necesarios en cada caso.

##### **04.12.04.01 Altura de montaje**

A menos de que se indique lo contrario en los planos:

- Instale los elementos nuevos de acuerdo con las alturas de los elementos existentes.
- Los apagadores se instalarán a 1.10 m (la parte inferior) sobre el nivel del piso terminado (SNPT).
- La parte superior de los tomacorrientes de uso general se instalará a una altura de 0.35 m SNPT.

Coordine la localización final de los apagadores de acuerdo con el abatimiento de las puertas y con el visto bueno de la Supervisión.

En instalaciones industriales los apagadores y tomacorrientes pueden ser expuestos o de parche. En el caso de los proyectos comerciales y residenciales se requiere que estos sean empotrados en paredes o muebles. Se debe coordinar con la Supervisión o El Contratante y considerando la información en los planos constructivos.

Todos los cables de los circuitos ramales correspondientes a tomacorrientes y salidas especiales deben tener terminales de presión para unirse a dichos elementos.

Todas las cajas rectangulares y octogonales utilizadas para tomacorrientes, salidas especiales, apagadores y conexión de luminarias deben ser aterrizadas mediante el cable de tierras del circuito ramal correspondiente. **NO SE ACEPTARÁN SISTEMAS QUE INCUMPLAN ESTE REQUISITO.**

Las placas para todas las instalaciones serán de Acero Inoxidable a menos de que en los planos se indique lo contrario.

## **04.13 Iluminación**

### **04.13.01 General**

Suministrar e instalar las lámparas que se muestran en los planos o como sea establecido en el Diseño de Detalle. Todas las luminarias deberán incluir los bulbos o tubos y deben ser probadas y estar completamente operacionales al terminar el trabajo

Cada luminaria deberá ser completamente cableada con cable # 14 AWG mínimo. Donde se instalen lámparas fluorescentes en líneas continuas, los cables en los canales deberán ser #12 AWG mínimo, 90 °C, 600 voltios, tipo THHN o similar aprobado. No se permite cable para 300 VAC en sistemas 277 VAC.

No debe haber empalmes en los cables además de las existentes entre lámparas y cables de alimentación. Los cables de la lámpara deberán ser suficientemente largos para hacer las debidas conexiones en las lámparas, salidas y soportes.

Plásticos usados como parte de cualquier luminaria deberán ser retardantes de flama y no deben ser reciclados. Los lentes plásticos deben ser 100% acrílico virgen, del tipo marco y tener un grosor mínimo de 3mm.

Los balastos deberán ser electrónicos, de alto factor de potencia y menos de 10% de distorsión armónica total (THD).

Los balastos para lámparas de encendido rápido deben tener un nivel de sonido —All.

### **04.13.02 Luminarias de uso interior**

Todas las luminarias en el edificio de la estación de impulsión No. 2 de la Presa La Honduras serán del tipo Foco LED de 20W con roseta estándar montada sobre caja octagonal pesada que a su vez estará instalada sobrepuesta en la superficie de la pared o en la estructura del techo, donde sea aprobado por la Supervisión. Todos los conductores deberán estar debidamente

canalizados en ducto EMT de Ø1/2". Las luminarias deberán ser provistas del respectivo interruptor en la distribución aprobada por la Supervisión.

### **04.13.03 Luminarias exteriores**

Todas las luminarias exteriores serán del tipo Lámpara de Alumbrado Público con fotocelda, tipo LED de 80W con tubo y herrajes de soporte montada sobre un poste tubular de hierro galvanizado de Ø4" con una altura de 4m sobre el nivel del cimiento.

Los tubos estarán anclados a un dado enterrado de concreto de 0.50x0.50x0.7m que sobresaldrá del terreno 0.20m. El mecanismo de anclaje consistirá en una placa de hierro galvanizado de 3/4" de espesor con 4 pernos de Ø1/2".

## **04.14 Anexo A**

### **04.14.01 Método de caída de potencial**

El equipo de medición de puesta a tierra debe tener 4 terminales marcadas C1, C2, P1 y P2 (C para current y P para potential), o marcación equivalente.

El electrodo o malla de puesta a tierra a medir, se conectará en el terminal C1, procediendo a hacer un puente en el equipo con el terminal P1.

El electrodo de corriente es el conectado al terminal C2 y se colocará tan lejos como sea posible del electrodo conectado en C1 (el electrodo o malla de puesta a tierra a medir). Se recomiendan distancias superiores a 30m.

El electrodo de potencial es el conectado al terminal P2 y se colocará a una distancia que es el 42% de la distancia del electrodo de corriente, C2.

El electrodo de potencial (P2) se colocará en distintos puntos (4 ubicaciones diferentes) y se tomará la lectura de resistencia en cada uno de ellos. Luego se hará un gráfico resistencia contra distancia del electrodo de potencial (P2) con el electrodo a prueba para tener el valor de la resistencia a tierra.

## 04.15 Anexo B

### PROTOCOLO DE MEDICION DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Proyecto:

Ubicación:

Contratista:

Nombre de El Ingeniero de la Supervisión responsable de mediciones:

Fecha de la medición:

Marca y modelo del equipo utilizado:

Método de medición utilizado:

Identificación del punto de medición, de acuerdo con planos eléctricos de la obra:

Valor de resistencia obtenido (ohms) (adjuntar el gráfico obtenido)

Observaciones:

Firma de El Ingeniero de la Supervisión responsable de mediciones:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**SECCIÓN 5 – MITIGACIÓN DEL  
IMPACTO AMBIENTAL**

**PROGRAMA “MEJORA AL ACCESO DEL AGUA POTABLE  
Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CIUDAD DE  
SANTA ROSA DE COPÁN”**

**No. HND-017-B**

**“CONSTRUCCIÓN DE PRESA LA HONDURA”**

CONTRATANTE:

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTA ROSA  
COPÁN, HONDURAS

DICIEMBRE DE 2021

## CONTENIDO

05.01	GENERALIDADES.....	1
05.01.01	Responsabilidades .....	1
05.01.02	Definición de la Autoridad Competente.....	1
05.02	ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL AIRE.....	2
05.02.01	Afectación de la Calidad del Aire por Material en Partículas .....	2
05.02.02	Afectación de la Calidad del Aire por la Generación de Ruido, Vibraciones, Humo y Gases.....	3
05.02.03	Afectación de la Calidad del Aire por Generación de Malos Olores .....	4
05.03	ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL SUELO .....	4
05.03.01	Afectación por Erosión Lineal y/o Transversal.....	4
05.03.02	Afectación por Movimiento de Tierras e Inestabilidad de Taludes.....	5
05.03.03	Afectación a la Calidad del Suelo por Residuos Sólidos.....	5
05.03.04	Bancos de Préstamo.....	7
05.03.05	Afectación a la Calidad del Suelo por Vertidos Líquidos .....	7
05.04	ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA .....	8
05.04.01	Cambio de los Regímenes de Escurrimientos y/o Caudales .....	8
05.04.02	Afectación Por la Construcción de Malos Drenajes.....	8
05.04.03	Afectación por Cambios de la Calidad del Agua .....	8
05.04.04	Manejo de Aguas Residuales en Campamentos y Planteles.....	9
05.05	ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DE LA FAUNA Y FLORA.....	10
05.05.01	Afectaciones de las Especies y sus Hábitat .....	10
05.05.02	Afectación de la Composición de la Flora .....	10
05.05.03	Acciones de Protección de Recursos Históricos y Arqueológicos.....	11
05.05.04	Acciones para la Protección de los Usuarios.....	12
05.05.04.01	Afectación a la Calidad del Ambiente.....	12
05.05.04.02	Afectación a la Infraestructura, Vialidad, Accesibilidad y Servicios.....	12
05.05.04.03	Afectación a la Salud Pública.....	12
05.05.04.04	Alteraciones por Renunciación y Expropiación de Terrenos y Viviendas	13
05.05.04.05	Seguridad Ocupacional.....	13
05.05.04.06	Riesgos de Accidentes o Daños a Terceros .....	14

05.05.04.07	Conflictos por Uso del Recurso Agua .....	16
05.05.04.08	Afectación del Paisaje .....	16
05.05.04.09	Medidas de Compensación Ambiental .....	17
05.05.05	Glosario de Disposiciones Legales de Carácter Ambiental Aplicables .....	17

## **05.01 GENERALIDADES**

### **05.01.01 Responsabilidades**

EL CONTRATISTA elaborará el Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Seguridad Ocupacional y Salud de la Obra, los cuales serán aprobados por LA SUPERVISION y serán de obligatorio cumplimiento durante la ejecución de obras, para la elaboración de los referidos planes se podrá tomar como guía sin limitarse a ello lo establecido en esta sección de las Especificaciones Técnicas.

EL CONTRATISTA ejecutará las acciones necesarias tendientes a proteger el ambiente y evitar que en el área de influencia del Proyecto se genere contaminación del aire, del suelo, de los cuerpos de agua, especialmente del nivel freático, y del medio socio-económico, por la emisión de ruidos, partículas, sustancias nocivas o desechos generados durante las actividades de construcción. En razón de esto, EL CONTRATISTA se obliga a cumplir con las diversas disposiciones y regulaciones ambientales vigentes en Honduras y las estipuladas en el presente documento. En caso de incumplimiento de las mismas, EL CONTRATISTA estará en la obligación de indemnizar al Gobierno de Honduras por todo reclamo o penalización que pueda surgir.

Adicionalmente EL CONTRATISTA tendrá la obligación de cumplir con las medidas de mitigación detalladas en la resolución de licencia ambiental del proyecto.

### **05.01.02 Definición de la Autoridad Competente**

En las presentes Especificaciones deberá entenderse como “Autoridad Competente”, dependiendo de su área de aplicación, una o la combinación de varias autoridades que a continuación se detallan:

Supervisor:	Supervisor designado por EL CONTRATANTE
UMA:	Unidad Municipal Ambiental.
SERNA:	Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente.
ICF:	Instituto de Conservación Forestal
MSP:	Secretaría de Salud Pública



## **05.02 ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL AIRE**

### **05.02.01 Afectación de la Calidad del Aire por Material en Partículas**

EL CONTRATISTA durante la ejecución de los trabajos de construcción de edificaciones, instalación de tuberías, cortes de suelos y rocas, apertura de zanjas, rellenos, reparación de pavimentos, etc., deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar la generación y emisión de polvo o de partículas volátiles, que en exceso puedan provocar alteraciones al ambiente y afectar la salud pública de los residentes del área de influencia del proyecto. Lo anterior obliga a EL CONTRATISTA a ejecutar las siguientes acciones:

- Las áreas donde se hagan labores de remoción de material, compactado y conformación, deberán humedecerse periódicamente, según lo establezca LA SUPERVISION con buen criterio.- Esto se hará donde la zona esté expuesta a vientos que dispersen el polvo, y especialmente en las cercanías de áreas habitadas.- No se permitirá la utilización de compuestos nocivos de fácil evaporación, ni el uso de aceite quemado; EL CONTRATISTA se obliga a conservar un ambiente de trabajo bajo consigna de alta seguridad ecológica para su personal.
- En apilamientos de material seco y fino, que no serán removidos inmediatamente, deberá establecerse el uso de plásticos o lonas, que cubran la superficie de éstas. En verano, será útil para minimizar la dispersión de polvo y en invierno, para minimizar el arrastre de sedimentos especialmente a las fuentes de agua en caso que existan.
- Las volquetas cargadas de material de excavación, desechos y otros materiales, sujetos de ser dispersados por el viento, deberán utilizar lonas que cubran totalmente el área expuesta.
- Antes de la ejecución de cualquier trabajo LA SUPERVISION, deberá constatar el uso de implementos por parte del personal de EL CONTRATISTA, que garanticen la seguridad ocupacional y salud de los trabajadores contra la contaminación del aire, tales como mascarillas nasales, anteojos de protección ocular, etc.

## **05.02.02 Afectación de la Calidad del Aire por la Generación de Ruido, Vibraciones, Humo y Gases**

Las siguientes disposiciones deberán ser estrictamente acatadas por EL CONTRATISTA a fin de evitar contaminar el ambiente:

- La Quema de Desechos de Construcción a Cielo Abierto de desechos sólidos, no será permitido en ninguna de las actividades del Proyecto, ni dentro ni fuera del área de influencia del mismo. Con ello se evitará, además, provocar siniestros en edificaciones cercanas.
- También como parte del control de contaminación del aire, deberá evitar la emisión de gases, tales como excesivas aspersiones de pinturas y otros materiales, que afectan la vida ambiental en la periferia del proyecto.
- Deberá igualmente evitar la generación de ruido y vibraciones en niveles tales que sean nocivos para la salud humana. En particular se deberá cumplir con lo siguiente:
  - ✓ El equipo que se encuentre en un estado de deterioro, que genere ruidos y vibraciones en niveles tales, que sean molestos para el personal y para la población aledaña a las áreas de trabajo, deberá ser sacado de operaciones y sometido a una revisión.
  - ✓ A fin de asegurar el buen funcionamiento del equipo y la maquinaria, EL CONTRATISTA deberá mantener un programa de mantenimiento preventivo.
  - ✓ En áreas donde el personal este sujeto a exponerse a niveles de ruido mayores a 80 decibeles, será obligatorio el uso de orejeras.
  - ✓ Equipos tales como Compresores y Equipos Auxiliares deberán ser equipados con silenciadores para la eliminación de ruido o estar revestidos con aislante acústico.
  - ✓ Los silenciadores de compresores y otros equipos deberán ser mantenidos en buena y eficiente condición de operación.
- En caso de encontrarse algún equipo operando con combustión incompleta y por lo tanto generando gases de sulfuro y de compuestos de nitrógeno, deberá ordenarse una inmediata revisión del equipo y sacarlo de operación.
- A fin de asegurar el buen funcionamiento del equipo y la maquinaria, EL CONTRATISTA deberá mantener un programa de mantenimiento preventivo.

### **05.02.03 Afectación de la Calidad del Aire por Generación de Malos Olores**

EL CONTRATISTA deberá evitar en todo momento la generación de malos olores; en particular deberá cumplir con lo siguiente:

- Si en el desarrollo de las actividades constructivas, se tuviera la necesidad de emplear sustancias o mezclas que produjeran olores penetrantes o desagradables, EL CONTRATISTA deberá de tomar las acciones pertinentes para limitar la expansión de los mismos fuera del sitio de la obra.
- El almacenamiento de Materiales, Combustibles y Lubricantes se deberá efectuar conforme las especificaciones dadas por el proveedor. EL CONTRATISTA deberá ejercer un estricto control para asegurar su cumplimiento.
- El personal que entre en contacto directo con materiales o insumos volátiles, deberá protegerse con equipo especial.

## **05.03 ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DEL SUELO**

### **05.03.01 Afectación por Erosión Lineal y/o Transversal**

EL CONTRATISTA durante el proceso constructivo, deberá tomar toda clase de precauciones a fin de que, en el desarrollo de las obras, no se generen erosiones que provoquen alteraciones substanciales a la conformación natural en los terrenos públicos o privados circundantes a las obras, especialmente en las épocas de lluvias o por rotura de tuberías que conduzcan fluidos. Al efecto, en forma conjunta con LA SUPERVISION, deberá cumplir con lo siguiente:

- Utilizar y construir retenes, aliviaderos, cunetas, drenajes, etc., a fin de desviar a lugares seguros los excesos de agua que se pudiesen presentar durante y después de la construcción de las obras.
- Cualquier afectación no contingencial a terceros, será de plena responsabilidad de EL CONTRATISTA, el cual absorberá los costos y obligaciones legales que dicha situación conlleve, quedando a criterio y decisión de LA SUPERVISION, la identificación si existió o no la contingencia de los hechos.

- Al finalizarse los trabajos, LA SUPERVISION, inspeccionará las zanjas y otras excavaciones, verificando si los niveles de los sectores excavados y posteriormente rellenados guardan el mismo nivel y características morfológicas que tenía originalmente el terreno.
- Se prestará especial atención a los rellenos que no fuesen pavimentados, y que por efectos de la lluvia pudiesen prestarse a erosiones formando cauce en el zanjo ya rellenado. LA SUPERVISION contará con la plena autoridad para exigir las reparaciones de las zonas de relleno en caso de presentarse lo antes expuesto.

### **05.03.02 Afectación por Movimiento de Tierras e Inestabilidad de Taludes**

El movimiento de tierras, estará sujeto a las siguientes condiciones:

- Cualquier movimiento masivo de tierra o su traslado a otro sector, no debe implicar o conllevar a la inestabilidad de terrenos o estructuras aledañas a los sitios donde se desarrollen esas acciones; para ello EL CONTRATISTA tomará las medidas preventivas que cada caso en especial requiera, previa aprobación de LA SUPERVISION, quien tendrá la competencia de suspender las actividades que estime pertinentes si se presentasen casos de inestabilidad en los terrenos aledaños a las obras.
- De haber necesidad de excavaciones profundas o cortes de terreno muy pronunciados, EL CONTRATISTA deberá prever, principalmente en la época de lluvia o en terrenos sueltos, la utilización de ademes, tablestacados o ataguías, a fin de evitar aterrar a su personal y la desestabilización o deslizamientos de los terrenos y edificaciones aledaños a las obras. LA SUPERVISION podrá exigir la utilización de tales dispositivos en los casos que estime conveniente.
- En caso de presentarse volúmenes sobrantes de las excavaciones realizadas, estos se deberán depositar en los sitios previamente determinados por EL CONTRATISTA y aprobados previamente por LA SUPERVISION y EL CONTRATANTE.
- EL CONTRATISTA será el único responsable por los daños ocasionados por ese motivo a terceros o a las edificaciones.

### **05.03.03 Afectación a la Calidad del Suelo por Residuos Sólidos**

Las siguientes estipulaciones deberán observarse:

- La basura, desechos de combustibles y carburantes, partes de maquinarias o materiales generados durante la construcción, deberán ser depositados en los sitios que autorice EL CONTRATANTE. - Bajo ningún concepto será permitido el depósito permanente de ningún tipo de desechos sobre el suelo a cielo abierto, dentro del área de influencia del Proyecto.
- LA SUPERVISION, deberá evaluar los desechos que se depositarán en el basurero y EL CONTRATISTA deberá, en caso necesario, preparar un depósito impermeable o prefabricado en el sitio autorizado por EL CONTRATANTE, para impedir la posible contaminación del suelo, por desechos que eventualmente sean muy contaminantes.
- EL CONTRATISTA deberá contar con un servicio diario de recolección de basura, para atender las diferentes áreas de trabajo.- A fin de evitar apilamiento de desechos en forma desordenada, se establecerán sitios fijos de depósito de basura en las áreas de trabajo, con espaciamientos mínimos de 200 m, preferiblemente con el uso de recipientes recolectores.
- EL CONTRATISTA prestará especial atención para que las mezclas de concreto, se realicen en zonas predestinadas, las cuales deberán ser protegidas contra la infiltración de lechadas u otros productos aglomerantes, mediante la utilización de tableros o membranas plásticas de alta densidad.
- El suelo al final del proyecto, deberá quedar libre de todas aquellas obras provisionales y edificaciones que se utilizaron durante la construcción. Los desechos y materiales sobrantes generados durante la misma, tendrán como destino final únicamente los sitios autorizados previamente por EL CONTRATANTE.
- No será permitido el apilamiento de basura por más de 2 días en los sitios de trabajo, excepto que, por el bajo volumen y el tipo de desecho, siempre y cuando LA SUPERVISION apruebe la demora en la recolección.
- Tal como se mencionó anteriormente, EL CONTRATISTA deberá aprovisionar sus volquetas con una lona que cubra toda el área descubierta, para minimizar la dispersión de materiales sobre las vías de acceso.
- En caso de material esparcido sobre pavimentos existentes u otras superficies de acceso, EL CONTRATISTA deberá removerlo a solicitud de LA SUPERVISION.

#### **05.03.04 Bancos de Préstamo**

Las siguientes disposiciones son de obligatorio cumplimiento:

- EL CONTRATISTA se obligará a utilizar preferentemente bancos de préstamo/canteras existentes; salvo previa autorización de las autoridades ambientales municipales y por parte de LA SUPERVISION.
- Para efectos de este proyecto, la extracción de material en polvos de los cauces de cuerpos de agua dulce no es de interés por su alta contaminación, por lo que su extracción es totalmente prohibida.

#### **05.03.05 Afectación a la Calidad del Suelo por Vertidos Líquidos**

EL CONTRATISTA deberá tomar las medidas necesarias para controlar que no ocurran derrames de sustancias contaminantes al suelo, áreas verdes, o daños ambientales a los acuíferos subterráneos o al suelo, provocados por depósitos superficiales o subterráneos de desechos líquidos provenientes de la construcción de las obras. En especial, deberá acatar las siguientes disposiciones:

- En caso de necesidad de realizar mezclas o preparaciones de sustancias líquidas contaminantes, previa la aceptación de LA SUPERVISION y EL CONTRATANTE, EL CONTRATISTA deberá proponer soluciones tendientes a superar esa afectación ambiental, tales como construcción de depósitos impermeables o prefabricados, que impidan la posible contaminación del suelo.
- De darse la existencia de sobrantes de esas mezclas líquidas contaminantes que tenga que desechar, EL CONTRATISTA apelará a las autoridades antes citadas, con el fin de que le indiquen los medios y forma de la disposición final de las sustancias, de no hacerlo así, será responsable de las acciones legales que esas autoridades estimen convenientes para mitigar el daño ambiental causado.

## **05.04 ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA**

### **05.04.01 Cambio de los Regímenes de Escurrimientos y/o Caudales**

EL CONTRATISTA se obliga a:

- a) Proteger los cursos naturales de aguas, tratando en lo posible de evitar modificar sus cauces, reduciendo su capacidad hidráulica normal.
- b) Las tuberías deberán instalarse en forma aérea, aprovechando la existencia de alguna obra existente (puente) o, enterrada en el cauce, asegurando la instalación adecuada de anclajes y recubrimiento de protección.
- c) Realizar por su propia cuenta y riesgo, los arreglos necesarios para asegurar la descarga de las aguas pluviales, naturales o las generadas por la construcción de las obras, ya sea canalizándolas o desviándolas, de modo que sus acciones resulten satisfactorias tanto para LA SUPERVISION, como para las personas con derechos sobre las tierras, cuerpos o cursos de agua a las cuales se descargan.

### **05.04.02 Afectación Por la Construcción de Malos Drenajes**

En caso de ocurrir alguna interferencia a los sistemas de drenaje natural de los terrenos, caminos o alcantarillado pluvial, provocados por aguas o desperdicios generados en la obra, o por demoras en el aterrado de las zanjas de tuberías, EL CONTRATISTA tomará las medidas para su reparación, compensación, o indemnización de las personas o autoridades afectadas.

### **05.04.03 Afectación por Cambios de la Calidad del Agua**

Será responsabilidad de EL CONTRATISTA:

- a) Controlar que no ocurra cualquier tipo de contaminación contra los cuerpos de agua, sean estos de índole superficial o subterránea, para ello ejercerá las acciones preventivas necesarias.
- b) Bajo ningún concepto EL CONTRATISTA descargará desechos en los cauces de fuentes superficiales, ni dentro de una franja de 100 m a cada lado de la rivera de las fuentes.
- c) Cuando se efectúen labores de construcción de obras o instalaciones de tuberías aledañas a los cursos de agua, o dentro de una franja de 100 m respecto a éstos, los desechos que

- se generen deberán ser colocados en sitios fijos, respetando los espaciamientos mínimos de 100 m anteriormente indicados.
- d) Evitar la generación de arrastres o infiltración de materiales de construcción, desperdicios de maquinaria, desechos de construcción, basuras, combustibles y lubricantes, quedando obligado a las reparaciones ambientales que por estas deficiencias se deriven.
  - e) Asimismo, deberá de tomar las prevenciones para evitar que, en las excavaciones realizadas, se presente estanqueidad de flujos, inclusive de agua, construyendo drenes para su evacuación, u obras de protección superficial que impida el ingreso de flujos a su interior.
  - f) El agua extraída del bombeo de achique, no deberá ser descargada directamente en fuentes superficiales. Por su alto contenido de sólidos, el agua de achique deberá ser descargada sobre suelos arenosos, que permitan su rápida percolación.
  - g) EL CONTRATISTA, previamente a la ruptura de calles para zanjeo, deberá inspeccionar las áreas aledañas conjuntamente con los técnicos de la Alcaldía Municipal, para conocer en el campo, la posible localización de tuberías existentes y evitar así un daño accidental.
  - h) En caso de una ruptura accidental de alguna tubería existente, EL CONTRATISTA deberá proceder a su reparación inmediata y notificar a los dueños de la misma. Los costos serán cubiertos totalmente por EL CONTRATISTA.
  - i) Todo equipo que deba operar en áreas aledañas a los cauces de quebradas, ríos deberá ser previamente revisado. En caso de encontrarse averiado, con fugas visibles de hidrocarburos o lubricantes, LA SUPERVISION deberá ordenar su salida de operación inmediata.
  - j) Los desechos de lubricantes deberán recolectarse, para su posterior reúso/reciclaje. - EL CONTRATISTA, conjuntamente con LA SUPERVISION y la Alcaldía Municipal, deberán estudiar y decidir las alternativas de manejo seguro de estos desechos.

#### **05.04.04 Manejo de Aguas Residuales en Campamentos y Planteles**

- a) No se permitirá bajo ninguna circunstancia, la descarga directa de aguas negras o residuales crudas en fuentes superficiales. Estos centros deberán contar con letrinas (1 letrina por cada 10 empleados permanentes) y de ser necesario con algún sistema de fosas sépticas, aprobado por LA SUPERVISION.



- b) En los planteles deberá evitarse el mal drenaje y estancamiento de agua, conformar los patios periódicamente para evitar proliferación de vectores.

## **05.05 ACCIONES PARA LA PROTECCIÓN DE LA FAUNA Y FLORA**

### **05.05.01 Afectaciones de las Especies y sus Hábitat**

Las siguientes disposiciones son de estricto cumplimiento por parte de EL CONTRATISTA:

- a) Evitar provocar cualquier daño contra la fauna y flora o de su hábitat. Para ello deberá tomar las acciones precautorias a fin de solamente efectuar descapote y actividades constructivas en sitios designados por LA SUPERVISION.
- b) Instruir a su personal sobre la prohibición de cazar animales de cualquier especie, que son especies endémicas y/o en peligro de extinción.
- c) Queda terminantemente prohibida, la descarga de desechos sólidos y líquidos a los cuerpos de agua dulce, por las actividades de construcción.
- d) En caso de accidentes provocados o imprevistos, que tengan como consecuencia la descarga directa o indirecta de cualquier tipo de desechos a ríos o a áreas, EL CONTRATISTA quedará sujeto a multa por parte de la Alcaldía Municipal o de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente SERNA y en forma simultánea deberá cubrir los costos del saneamiento.
- e) Con el fin de proteger la fauna terrestre, se evitará la proliferación de roedores, vectores u otros animales que pudiesen interferir con las especies autóctonas de la zona, evitando el control indiscriminado de plagas que pudiesen afectar la biota circundante.

### **05.05.02 Afectación de la Composición de la Flora**

Las siguientes disposiciones son de estricto cumplimiento:

- a) No se permitirá bajo ningún concepto que EL CONTRATISTA utilice madera o material vegetativo extraído de la zona del proyecto, para la construcción de ademes de madera, apuntalamientos, encofrados u otras actividades de construcción.

- b) La remoción de la cubierta vegetal y orgánica (con profundidad máxima del orden de 30 cm) existente sobre el alineamiento de las tuberías, deberá removerse de tal forma, que pueda ser restituida y recolocada en su sitio, al finalizar el relleno de la zanja.- En los sitios de corte para preparación de plántales de tanques, filtros u otras obras, el material orgánico deberá ser esparcido en sus alrededores para revegetación de las superficies que se encuentren descubiertas.
- c) Sólo se podrán talar arbustos y árboles, previa la emisión de los permisos respectivos otorgados por la autoridad competente. Asimismo, se deberá hacer una restitución forestal de 5 árboles o arbustos nuevos por cada uno que se tale, la que deberá hacerse con especies nativas de la zona.- El lugar de siembra de esa restitución no deberá de afectar a futuro las condiciones estructurales de la obra construida, y deberá permitir las actividades de operación y mantenimiento del sistema. Además, EL CONTRATISTA deberá describir en su bitácora de proyecto, la ubicación y especie del árbol o arbusto a ser sacrificados, y determinar conjuntamente con LA SUPERVISION y autoridades competentes la localización de las nuevas plantas a sembrar.

### **05.05.03 Acciones de Protección de Recursos Históricos y Arqueológicos**

Todo hallazgo de vestigio histórico, por pequeño que éste sea, deberá ser notificado a las autoridades que regulan la extracción del patrimonio histórico del País. En caso de encontrarse un vestigio histórico, se interrumpirán los trabajos en la zona en mención hasta que la autoridad competente así lo estime conveniente, quedando a concertación entre EL CONTRATISTA y LA SUPERVISION, el levantamiento de un acta que certifique una demora de carácter involuntaria y no imputable a EL CONTRATISTA.

Si por motivos de trazo o edificación de nuevas obras se tuviera que afectar un bien histórico, EL CONTRATISTA y LA SUPERVISION se apersonarán ante las autoridades del Instituto Hondureño de Antropología e Historia, a fin de solicitar los permisos respectivos, cumpliendo con las instrucciones que de ella emanen, a fin de salvaguardar ese patrimonio. Si ello conllevara costos adicionales, se levantará en conjunto un acta detallando presupuestariamente y en forma desglosada el monto a invertir por esos cambios, sometiendo a consideración de LA SUPERVISION para su aprobación, el incremento de costos.

## **05.05.04 Acciones para la Protección de los Usuarios**

### **05.05.04.01 Afectación a la Calidad del Ambiente**

EL CONTRATISTA en coordinación con LA SUPERVISION, deberá programar sus actividades y uso de equipos en calles para no afectarlos con excesos de ruidos, polvo, entorpecer su acceso y/o provocar molestias por motivo de su trabajo.

### **05.05.04.02 Afectación a la Infraestructura, Vialidad, Accesibilidad y Servicios**

EL CONTRATISTA de común acuerdo con LA SUPERVISION deberá:

- a) Informar a los usuarios de los sistemas de Agua Potable, Energía Eléctrica y Telefonía, con la suficiente antelación y en forma planificada, acerca de las diversas interrupciones al servicio y su duración que se pudiesen provocar por la ejecución de los trabajos del proyecto, dicha información podrá ser transmitida por medios escritos, radiales o televisados, siendo necesaria por lo menos la utilización de dos de dichos medios de comunicación. Lo anterior, deberá efectuarse en coordinación con La Municipalidad, ENEE y HONDUTEL.
- b) Aprovisionar las áreas de trabajo de las obras grandes que lo ameriten, de bodegas, de planteles de operación y de campamentos, con contador o medidor para control de consumo de energía eléctrica, a ser instalado por la ENEE.

### **05.05.04.03 Afectación a la Salud Pública**

EL CONTRATISTA:

- a) Durante los acoples de las tuberías se deberá tener especial cuidado a fin de evitar la inclusión de partículas, sólidos, objetos o animales en el interior del tubo, debiendo taponar de forma provisional toda tubería que no sea aterrada.
- b) En observancia a las normas sanitarias vigentes EL CONTRATISTA proveerá, construirá y trasladará a la terminación de las obras, los servicios sanitarios temporales utilizados por sus empleados en el transcurso de la construcción. Los mismos durante toda la construcción, deberán ser frecuentemente aseados y desinfectados junto con los terrenos que los rodean, asegurándose que su personal, así como los visitantes del proyecto los empleen.

- c) Será el único responsable de los reclamos y demandas que los moradores adyacentes a la zona en construcción presentasen por motivos de negligencias, por lo que antes de realizar este tipo de trabajos, deberá planificarlos de común acuerdo con LA SUPERVISION, la Alcaldía Municipal, demás autoridades competentes, y fuerzas vivas de la comunidad.
- d) Deberá acatar lo indicado en las medidas de control de emisión de polvo, ruido y vibraciones, que minimicen las molestias a la población aledaña. Deberá así mismo asegurar, la desinfección eficiente en las fuentes de abastecimiento, durante toda la ejecución de las obras.

#### **05.05.04.04 Alteraciones por Renunciación y Expropiación de Terrenos y Viviendas**

En forma conjunta con LA SUPERVISION, EL CONTRATISTA deberá de mantenerse informado de los trámites legales pertinentes, tendientes a la obtención de terrenos, servidumbres y derechos de paso, tanto de índole privada, municipal, nacional, o pública, que pudiera afectar la continuidad de sus actividades.

#### **05.05.04.05 Seguridad Ocupacional**

EL CONTRATISTA respetará y cumplirá con toda la legislación y normativa vigente en los aspectos de legislación laboral y de protección de la seguridad de los trabajadores y cuidará que su personal y sus empleados locales también la respeten. Particularmente, será responsable de cumplir las disposiciones contenidas en la Legislación Laboral vigente. LA SUPERVISION podrá solicitar cuando considere necesario los comprobantes del cumplimiento de ese requisito.

EL CONTRATISTA identificará los riesgos relativos a la seguridad de los trabajadores para cada una de las actividades programadas y propondrá las medidas organizacionales de carácter preventivo, así como los equipos de protección individual que serán puestos a disposición del personal y cuyo uso será controlado para eliminar estos riesgos.

EL CONTRATISTA deberá observar lo siguiente:

- a) El uso, transporte, almacenamiento y manipulación de materiales, se deberá efectuar conforme las especificaciones dadas por el proveedor.- EL CONTRATISTA deberá

cumplir estrictamente con las especificaciones para el manejo de tuberías, hidrocarburos, lubricantes, materiales inflamables, etc.

- b) Solamente personal experimentado de EL CONTRATISTA deberá estar autorizado para manipulación de equipo y maquinaria. Todo el personal deberá tener conocimiento sobre el Plan de Contingencias.
- c) Para la manipulación de productos químicos que se utilizarán, tales como pinturas, solventes, hidrocarburos, epóxicos, etc., el personal deberá utilizar en forma estricta equipo de protección, tales como guantes, mascarillas, protectores oculares, overoles.

#### **05.05.04.06 Riesgos de Accidentes o Daños a Terceros**

EL CONTRATISTA está en la obligación de:

- a) Colocar el número de señales de peligro, tránsito y cualquier otra señal con el objeto de evitar accidentes personales o de tránsito, motivados por los trabajos que ejecute EL CONTRATISTA, especialmente en los accesos a las obras, bancos de préstamo, planteles y campamentos.
- b) Las señales a emplearse serán: preventivas, informativas, de reglamentación, barreras y otros dispositivos; acciones de abanderamiento podrán ser necesarias, y para horas nocturnas se deberán instalar mecheros, linternas, reflectores y otros aparatos luminosos. La señalización deberá cumplir con lo establecido para ello por las leyes de Tránsito y la Alcaldía local.
- c) Los materiales y diseño de los dispositivos temporales, así como su cantidad y ubicación deberán ser aprobados por LA SUPERVISION, con base a lineamientos dados por las autoridades respectivas.
- d) Proteger a los peatones y a la propiedad privada de riesgos o peligros generados por la construcción de las obras. Así mismo deberá asegurar el acceso fácil y seguro de peatones y el tránsito de vehículos.
- e) Habilitar pasos temporales o alternos adecuados, cuando la obstrucción del paso sobre la vía sea inevitable.
- f) Proteger con un cerco cualquier excavación, materiales, desechos u obstrucciones que puedan causar daños a las personas u objetos, de acuerdo a las instrucciones dadas por LA SUPERVISION.

- g) Proteger las áreas cuidadosamente con barreras, rótulos, señales y vallas luminosas donde se efectúen movimientos de tierra.- Esto con el fin de evitar accidentes de los trabajadores y del público.
- h) Como medida de seguridad, las zanjas para instalación de tuberías se abrirán en longitudes máximas de 300 m, e inmediatamente al instalar la tubería, se efectuarán las pruebas hidrostáticas, de manera que durante la noche se minimice la longitud de zanjas abiertas y mantenerse debidamente señalizada.
- i) Toda zanja en terrenos inestables deberá ser convenientemente entibada, para la protección de los trabajadores contra derrumbes.
- j) El material para relleno, deberá ser amontonado de forma tal que no obstaculice el tráfico en calles, aceras y carreteras.
- k) En forma específica, EL CONTRATISTA deberá, principalmente, incluir medidas de protección para: trabajadores que operan en estructuras altas; trabajadores asignados a la preparación y revestimiento de superficies; trabajadores que abren excavaciones mayores de 1.80 m de profundidad; pintores, trabajadores que operan equipos o que manejan herramientas de soldar; cortar o punzo-cortantes; público en general (especialmente niños jugando o curioseando); vehículos; propiedad pública y privada; animales.
- l) Las máquinas, aparatos e instalaciones provisionales que funcionen durante la obra, deberán satisfacer las medidas de seguridad a que están sometidas por las disposiciones oficiales vigentes.
- m) Las extensiones eléctricas para alumbrado y de potencia para herramientas se harán siempre con cables protegidos para intemperie y uso pesado, incluyendo hilo neutro conectado a "tierra". No se permitirá ninguna extensión que no esté dotada de un interruptor de protección adecuado al servicio.
- n) Todos los materiales inflamables o de fácil combustión deberán almacenarse en condiciones seguras, en una sección especial, aislada de las oficinas y de las bodegas normales, controlándola con un acceso restringido y colocando avisos en la entrada que contengan leyendas de NO FUMAR NI ENCENDER FÓSFOROS.
- o) En caso de emplearse procedimientos constructivos con flamas vivas, soldaduras por arco o resistencias eléctricas, deberá proveerse el área de trabajo de extintores tipo ABC

y de 5 Kg de capacidad en número adecuado a la magnitud del trabajo que se ejecute. En los almacenes, en los talleres o en las oficinas administrativas, se instalarán botiquines médicos de emergencia para primeros auxilios.

- p) Colocar el equipo de construcción y el material excavado en áreas que no obstruyan los accesos, entradas o derechos de vía privados y públicos.
- q) En caso de accidentes o daños por falta de señalización, información o coordinación con las diferentes autoridades, EL CONTRATISTA será responsable directo de las acciones legales y compensatorias que el afectado interpusiese.
- r) Capacitar a su personal, sobre buenas prácticas profesionales a fin de controlar los impactos ambientales.
- s) Notificar en forma oportuna, los trabajos a realizar a las empresas de servicio público que tengan instalaciones y/o estructuras subterráneas dentro del área del Proyecto y coordinar las actividades de construcción en los sitios donde se requiera.

#### **05.05.04.07 Conflictos por Uso del Recurso Agua**

Para hacer uso del Agua requerida para la construcción de las obras, EL CONTRATISTA deberá:

- a) Efectuar la extracción de agua en las fuentes o pozos autorizados por la Alcaldía Municipal, la cual deberá colocar medidores para el control de uso de agua. Las cisternas deberán ser llenadas en los sitios específicos y debidamente autorizados.
- b) Velar porque el uso de la misma se haga en forma óptima, evitando derrames innecesarios.
- c) Instruir a su personal para utilizar el agua en forma racional.

#### **05.05.04.08 Afectación del Paisaje**

Las siguientes disposiciones deben ser acatadas por EL CONTRATISTA:

- a) En el caso de la edificación de nuevas obras, tratar de implementar áreas verdes perimetrales para aumentar la impresión estética de las obras construidas.
- b) Tratar en todo momento de conservar el aspecto paisajista de las zonas en que se desarrollará el proyecto, y en caso de afectación deberá de restituir dicho aspecto, o

mitigar el daño mediante la siembra de vegetación similar a la existente en la periferia.  
LA SUPERVISION velará para que al final de estas, dicha condición sea cumplida.

#### **05.05.04.09 Medidas de Compensación Ambiental**

Se recomienda que EL CONTRATISTA dé prioridad a la contratación de mano de obra local, para minimizar los impactos ambientales adversos por conflictos de inmigración, demanda potencial de otros servicios y desplazamiento de la economía de subsistencia local.

#### **05.05.05 Glosario de Disposiciones Legales de Carácter Ambiental**

##### **Aplicables**

- Constitución de la República de Honduras
- Código de Salud (Decreto 65-91)
- Código Penal
- Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales
- Ley de Municipalidades (Decreto 134-90, Reforma Decreto 48-91)
- Ley Forestal (Decreto No. 085)
- Ley General del Ambiente (Decreto 104-93)
- Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable (Decreto 084)
- Reglamento de la Ley de Municipalidades (Acuerdo 018-93)
- Reglamento de la Ley General del Ambiente
- Reglamento del Sistema Nacional de Impactos Ambientales SINEIA
- Reglamento General de Salud Ambiental (Acuerdo 0094)