



CONTRATACION DE SERVICIO:

**“PERFORACION Y CONSTRUCCIÓN DE 2 POZOS
PROFUNDOS PARA PRODUCCIÓN DE AGUA –
CICLOS COMBINADOS PLANTA
TERMOELÉCTRICA WARNES”**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES



ENERO 2020

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE:	NOMBRE: JULIO RODRIGUEZ
CARGO:	CARGO: RESPONSIBLE OBRAS CIVILES
ENDE ANDINA, Cochabamba, Bolivia	Fecha inicio de vigencia: 2020

INDICE DE CONTENIDO

1	INSTALACIÓN DE FAENAS Y REPLANTEO	1
1.1	INSTALACIÓN DE FAENAS	1
1.1.1	Generales	1
1.1.2	Oficinas, almacenamiento de los combustibles y materiales de construcción	1
1.1.3	Aprovisionamiento de agua	2
1.1.4	Corriente eléctrica	2
1.1.5	Mantenimiento de las instalaciones	2
1.1.6	Protección y reparación de las instalaciones existentes	3
1.1.7	Señalización anunciando el proyecto	3
1.2	REPLANTEO	3
1.2.1	Mano de obra, herramientas y equipos	3
1.2.2	Ejecución	3
1.3	PLANOS "TAL COMO SE CONSTRUYÓ"	4
1.4	NORMAS PARTICULARES DE MEDICIÓN	4
2	MOVIMIENTO DE TIERRA Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	4
2.1	MANO DE OBRA, EQUIPO Y MATERIALES	5
2.1.1	Ubicación de las obras	5
2.1.2	Datos del subsuelo	5
2.1.3	Explotación de áreas de préstamo	5
2.2	EXCAVACIONES	5
2.2.1	Definición	5
2.2.2	Clasificación	6
2.2.3	Drenaje y remoción del agua acumulada	6
2.2.4	Excavación en roca	7
2.2.5	Entibación	7
2.2.6	Agotamiento y drenaje	8
2.3	EXCAVACIÓN EN ZANJAS	9
2.4	CAMAS O ASIENTOS PARA TUBERÍAS	10
2.4.1	Definición	10
2.4.2	Materiales	10
2.4.3	Tipos	10
2.5	EXCAVACIÓN PARA OBRAS CIVILES	11
2.6	RELLENO Y COMPACTACIÓN	12
2.6.1	Definición	12
2.6.2	Material para el relleno, herramientas y equipos, mano de obra	12
2.6.3	Relleno de Zanjas	12
2.7	RELLENO DE ESTRUCTURAS Y COMPACTACIÓN	14
2.8	RETIRO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN SOBRANTE	14
2.8.1	Definición	14
2.8.2	Mano de obra, herramientas y equipos	14
2.8.3	Ejecución	14
3	HORMIGONES	15
3.1	DEFINICIÓN	15
3.2	REQUISITOS DEL HORMIGÓN	15
3.3	MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN	16
3.3.1	Cemento	16
3.3.2	Aditivos	16
3.3.3	Agregados	17
3.3.4	Agua	18
3.4	PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN	18

3.4.1	Composición de la mezcla.....	18
3.4.2	Proceso de mezclado	18
3.5	ENSAYOS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	19
3.5.1	Generalidades	19
3.5.2	Agregados	19
3.5.3	Agua	20
3.5.4	Hormigón	20
3.6	TRANSPORTE DEL HORMIGÓN	21
3.7	COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN.....	22
3.7.1	Condiciones especiales.....	22
3.7.2	Colocación del hormigón en las zonas de cimentación.....	22
3.7.3	Prescripciones para el hormigonado.....	22
3.7.4	Hormigonado de construcciones cerradas	23
3.7.5	Empotrado de las armaduras con hormigón	23
3.7.6	Hormigonado a bajas temperaturas	24
3.7.7	Hormigonado bajo agua	24
3.7.8	Compactación del hormigón.....	24
3.7.9	Plan de Hormigonado - Juntas de trabajo.....	25
3.8	ENCOFRADO Y CIMBRAS	25
3.8.1	Requisitos generales.....	25
3.8.2	Planos de encofrado.....	26
3.8.3	Tratamiento de los elementos de encofrado	26
3.9	ARMADURA PARA EL HORMIGÓN.....	27
3.9.1	Planos de armadura	27
3.9.2	Suministro de la armadura para el hormigón	27
3.9.3	Calidad de acero	27
3.9.4	Almacenaje de la armadura.....	27
3.9.5	Condiciones de la armadura antes de su colocación	27
3.9.6	Doblado y colocación de la armadura	28
3.9.7	Aprobación por el Supervisor de Obra	28
3.10	PIEZAS METÁLICAS PARA EMPOTRAR	28
3.11	COLOCACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE JUNTAS	28
3.11.1	Generalidades	28
3.11.2	Juntas de trabajo	28
3.11.3	Juntas de dilatación.....	29
3.12	CURADO Y ACABADO	30
3.12.1	Curado del hormigón	30
3.12.2	Tratamiento de superficies visibles	31
3.13	PRUEBAS DE IMPERMEABILIDAD	31
3.14	TOLERANCIA PARA TRABAJOS DE HORMIGÓN	32
3.14.1	Tolerancia de posición.....	32
3.14.2	Tolerancias de desigualdades en las superficies	32
3.14.3	Incumplimiento de las tolerancias	32
3.14.4	Posición de fierros de armado.....	32
3.15	CÁMARAS, DEPÓSITOS, IMPERMEABILIZACIÓN, SELLADO DE JUNTAS	32
3.15.1	Impermeabilización interior de tanques, estanques, cámaras, etc.....	33
3.15.2	Impermeabilización de losa de cubierta	33
3.15.3	Impermeabilización de sobrecimientos	33
3.15.4	Sellado de Juntas	33
4	EDIFICACIONES.....	34
4.1	DEFINICIÓN.....	34
4.2	EJECUCIÓN.....	34
4.2.1	Cimientos.....	34
4.2.2	Sobrecimientos.....	34
4.2.3	Impermeabilización.....	34
4.2.4	Albañilería de ladrillo	34

4.2.5	<i>Revoques, enlucidos, revestimientos y zócalos</i>	35
4.2.6	<i>Botaguas de hormigón armado</i>	36
4.2.7	<i>Pisos</i>	36
4.2.8	<i>Techos y cubiertas</i>	37
4.2.9	<i>Cielo raso</i>	38
4.2.10	<i>Carpintería</i>	38
4.2.11	<i>Vidrios</i>	40
4.2.12	<i>Pinturas y barnices</i>	40
5	CERCOS DE PROTECCIÓN	42
5.1	DEFINICIÓN.....	42
5.2	CERCO DE MALLA OLÍMPICA	42
6	PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	42
6.1	GENERALIDADES	42
6.2	MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MANO DE OBRA	42
6.3	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	42
6.4	INSTALACIÓN DE LOS TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES.....	43
6.4.1	<i>Tubería de fierro galvanizado</i>	43
6.4.2	<i>Tuberías de PVC</i>	44
6.4.3	<i>Tuberías de HDPE</i>	46
6.5	MISCELÁNEOS	53
6.6	BLOQUES DE ANCLAJE	56
6.7	PRUEBAS DE PRESIÓN EN LAS TUBERÍAS.....	56
6.7.1	<i>Definición</i>	56
6.7.2	<i>Ejecución</i>	57
6.8	DESINFECCIÓN.....	59
7	SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBA DE ACCESORIOS Y PLOMERÍA	59
7.1	DEFINICIÓN.....	59
7.2	MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.....	59
7.3	PRUEBAS EN FÁBRICA Y PRESIONES MÁXIMAS DE SERVICIO	60
7.4	VÁLVULAS	60
7.5	INSPECCIÓN Y PRUEBAS	61
7.5.1	<i>Pruebas de materiales</i>	61
7.5.2	<i>Pruebas hidrostática y de funcionamiento</i>	62
7.6	INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES.....	62
7.6.1	<i>Misceláneos</i>	63

GLOSARIO

EA	Ende Andina SAM
HAM	Honorable Alcaldía Municipal
AWWA	American Water Works Association
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ASME	American Society for Mechanical Engineers
SSPC	Steel Standard Painting Council
CBH	Código Boliviano de Hormigón
IEC	International Electrotechnical Commission
NEMA	National Electric Manufacturers Association
SIB	Sociedad de Ingenieros de Bolivia
CNI	Consejo Nacional de Ingeniería

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

1 INSTALACIÓN DE FAENAS Y REPLANTEO

Este capítulo comprende todos los trabajos preparatorios y previos a la iniciación de las obras que realizará el Contratista, tales como: disponer, transportar, descargar, instalar, mantener y proveer maquinarias, herramientas y materiales necesarios para la ejecución de las obras, construir barracas para los obreros, depósitos y oficinas de campo del Contratista y Supervisor.

1.1 INSTALACIÓN DE FAENAS

1.1.1 Generales

Con anterioridad a la iniciación de las obras, el Contratista obtendrá la autorización del Supervisor de Obra respecto a la ubicación de los ambientes requeridos, en un área determinada por el Contratista y de acuerdo con el Cliente.

El programa de construcción, deberá organizarse de manera que no presente inconveniente de obstrucción de obras y de tráfico vehicular y peatonal.

Este ítem comprende la señalización necesaria para preservar bienes y servicios durante toda la etapa constructiva, así como para garantizar la seguridad de las personas. La señalización consistirá en letreros con suficiente visibilidad para el tráfico vehicular tanto diurno como nocturno. Así mismo el tráfico peatonal será preservado mediante barreras de cintas llamativas y/o señales visibles necesarias para anunciar precaución o peligro. Se deberá tener especial cuidado en la señalización nocturna, la misma que deberá ser lo suficientemente visible y segura, de tal manera que dure toda la noche y advierta a las personas de los peligros de la obra con la suficiente anticipación.

En lo posible, la entrada a cada propiedad colindante con la construcción, deberá mantenerse libre en cada momento, a menos que el Propietario y el Contratante autorice su bloqueo por el tiempo absolutamente necesario para la construcción.

1.1.2 Oficinas, almacenamiento de los combustibles y materiales de construcción

El Contratista construirá o alquilará las instalaciones provisionales, disponiendo oficinas para el Contratista y el Supervisor de Obra; depósitos de materiales, bodegas, talleres, enfermería y primeros auxilios, con sus respectivas instalaciones sanitarias y eléctricas.

El Contratista tiene la obligación de disponer tanto en el sitio de la obra como en sus almacenes, depósitos suficientemente grandes para el almacenamiento de los materiales de construcción y de los combustibles necesarios durante la ejecución de la obra, así como las herramientas y equipo.

Las dimensiones de estos depósitos deberán permitir una reserva tal, que garantice el desarrollo ininterrumpido de las obras. Si el incumplimiento de estas disposiciones ocasionase retrasos en el avance de los trabajos, el Contratista será el único responsable.

El Contratista presentará al Supervisor de Obra para su aprobación un anteproyecto de las instalaciones con los respectivos planos de ubicación y accesos, planta y cortes, así como de las especificaciones de los materiales a emplearse, en forma previa a la entrega por parte de los proveedores de los materiales a utilizarse en el presente proyecto.

1.1.3 Aprovevisionamiento de agua

El Contratista es el responsable del proveccionamiento de agua para cubrir las necesidades de la OBRA. El Contratante y el Supervisor de Obra, no garantizarán cantidad y calidad de suministro de agua. En época de estiaje el suministro de agua a la población tiene preferencia ante las necesidades de obra ejecutada por el Contratista.

El Contratista deberá informarse en el lugar sobre la posibilidad de tomar agua de las fuentes existentes y solicitar la autorización correspondiente.

Se deja sin embargo, a criterio del Contratista, Contratante y Supervisor, la perforación y explotación inicial de un pozo para el abastecimiento de agua para la obra. A menos que se acuerde de otro modo con el Cliente, los costos de construcción, operación y mantenimiento de este pozo estarán a cargo del Contratista.

En caso de que así ocurriera, el Contratista se hará responsable de la operación y mantenimiento de motor y bomba mientras dure su permanencia en obras y sea transferido el equipo en excelentes condiciones técnicas al Cliente.

1.1.4 Corriente eléctrica

En caso de que el Contratista necesitara corriente eléctrica para las obras, deberá informarse sobre la posibilidad de conexión existente y solicitar ante las autoridades competentes la autorización correspondiente.

El Contratista, se instalará y proveerá todas las conexiones eléctricas necesarias para la ejecución del proyecto, debiendo éstas y el consumo que implican gastos económicos, correr por cuenta del Contratista.

1.1.5 Mantenimiento de las instalaciones

El Contratista deberá mantener hasta el final de la obra, las instalaciones cuidando la higiene del local, conservación del equipamiento, limpieza y buena presentación del área.

Al final de la obra, con autorización del Supervisor de Obra, el Contratista deberá remover todas las instalaciones de su propiedad, equipos, construcciones provisionarias, escombros, etc. dejando el sitio en las mismas condiciones o mejorando el área afectada por los trabajos.

Es responsabilidad del Contratista disponer de los depósitos requeridos para el almacenaje de materiales y todas las tuberías, accesorios y piezas especiales a ser provistas e instaladas en este proyecto, así como la administración, seguridad y manipuleo, debiendo el Contratista prever en sus costos todos los insumos necesarios para el efecto. Cualquier

pérdida o daño del material bajo su custodia, es de exclusiva responsabilidad del Contratista.

1.1.6 Protección y reparación de las instalaciones existentes

El Contratista será responsable de proteger todas las instalaciones e infraestructura existentes tales como: árboles, postes, cercos, letreros, señalizaciones, acueductos, tuberías de agua potable, alcantarillados, desagües pluviales, canales de riego, cables eléctricos, cables telefónicos, cámaras, tuberías de gas y otros, de tal manera que no se afecten durante la construcción de las obras previstas en el contrato.

En el caso de dañar cualquier elemento, éste deberá ser reparado o repuesto de manera que quede tal cual estaba o en mejores condiciones. El costo total de las medidas previsoras, así como de las reparaciones y reposiciones será cubierto íntegramente por el Contratista.

1.1.7 Señalización anunciando el proyecto

En cada componente principal del proyecto el Contratista deberá colocar un letrero anunciando el proyecto según la leyenda, dimensiones y otras especificaciones a ser provistas por el Contratante.

Estos letreros serán colocados en lugares visibles y que no afecten el tráfico vehicular, tránsito de peatones y la seguridad de las personas. El Contratista será responsable de obtener los permisos necesarios para la colocación de los letreros.

1.2 REPLANTEO

Este capítulo comprende el replanteo a ser realizado por el Contratista para la localización en general y en detalle de toda la obra en sujeción y conformidad a los planos de construcción y/o indicaciones del Supervisor de Obra.

El costo correspondiente al replanteo, no tendrá ítem específico de pago, por lo que deberá ser incluido en los gastos indirectos.

1.2.1 Mano de obra, herramientas y equipos

El Contratista deberá proveer todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la correcta ejecución de obras y en las mínimas condiciones de seguridad industrial requeridas.

1.2.2 Ejecución

El Contratante mantiene una serie de referencias topográficas (BM's) en diferentes sitios a lo largo de las obras contempladas en el proyecto, como se indica en los planos. A partir de estos BM's, el Contratista establecerá y mantendrá todos los puntos de referencia y mojones, ejes y puntos auxiliares de referencia que se requieran, con la suficiente anticipación para someter a la aprobación del Supervisor de Obra. Hayan sido o no comprobadas las estacas de construcción por el Supervisor de Obra, el Contratista será responsable de la terminación de todas las partes de la obra, de acuerdo a las elevaciones, alineación y ubicación correcta.

El Contratista, hará el replanteo de todas las obras a construirse. La

localización general, alineamientos, elevaciones y niveles serán marcados en el terreno, para permitir en cualquier momento el control por parte del Supervisor de Obra; para el tendido de tuberías y la construcción de las obras especiales; tales como cámara rompe presiones, aducción, obra de toma, aereadores; y otras obras especiales.

Las marcas de nivel, monumentos de levantamiento topográfico y trazos de construcción, serán cuidadosamente conservadas por el Contratista.

La zona de trabajo definida en este caso como la franja o área objeto del derecho de paso para el replanteo, deberá ser despejada de troncos, malezas y demás materiales u obstáculos.

El replanteo de cada sector de trabajo deberá contar con la aprobación escrita del Supervisor de Obra con anterioridad a la iniciación de cualquier trabajo, aprobación que no releva al Contratista de su responsabilidad del correcto replanteo de la Obra.

1.3 PLANOS "TAL COMO SE CONSTRUYÓ"

El Contratista será responsable de preparar y suministrar al Contratante planos de las obras "tal como fueron construidas" de todos los componentes del proyecto, debidamente aprobados por el Supervisor de Obra. Estos planos deberán presentar en forma detallada todos los elementos necesarios para describir las obras en la forma como se han construido e instalado, tales como planos de ubicación y referenciación, planta y perfil, cortes, secciones y detalles constructivos, dimensiones, cotas y otros, en las escalas adecuadas.

En el caso de las tuberías de conducción, estos planos se deberán presentar en forma mensual para los tramos concluidos y aprobados. Para las obras civiles, instalaciones y obras especiales, una vez concluidas.

A tal efecto, el Contratante suministrará un juego "original" de planos para que sobre éste el Contratista dibuje "como construido". Estos planos deberán tener la fecha de actualización como construido, indicar "plano como construido" y el nombre y firma del Supervisor de Obra y del Contratista que efectuó la actualización.

1.4 NORMAS PARTICULARES DE MEDICIÓN

Para el caso de los ítems involucrados con la construcción de cercos, tendido de tubería para la conducción principal, el pago se autorizará únicamente por tramo/unidad totalmente terminada. Es decir que los ítems de excavación, relleno, tendido de tubería, y otros, se pagarán solo cuando en un determinado tramo se hayan concluido con la totalidad de sus ítems particulares, dejando la zona de obras en el mismo o mejor estado del que se encontraban previo a la ejecución de los trabajos objeto del presente contrato.

2 MOVIMIENTO DE TIERRA Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

El Contratista será responsable por los trabajos de movimiento de tierras y de otros complementarios que podrán ser autorizados por el Supervisor de Obra.

- Limpieza del terreno natural y protección del área de implementación de la obra.
- Excavación de zanjas y preparación de la base de apoyo de tuberías.
- Excavación para obras civiles.
- Rellenos compactados.
- Provisión de materiales para el relleno.

- Explotación de áreas de préstamo.
- Retiro de excedentes.
- Limpieza de Escombros.

2.1 MANO DE OBRA, EQUIPO Y MATERIALES

El Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, equipos y materiales necesarios para la completa ejecución de los trabajos especificados, extendida aún a las actividades complementarias a la ejecución de las obras, no explícitamente indicadas en esta sección de las especificaciones, pero incluidas en otras secciones, además de las que puedan ser objeto de instrucción y autorización por parte del Supervisor de Obra.

2.1.1 Ubicación de las obras

El Contratista será responsable por el replanteo planialtimétrico de todas las obras, conforme se indica en los diseños, a partir de puntos de referencia existentes y que serán indicados por el Supervisor de Obra.

2.1.2 Datos del subsuelo

Durante el diseño se efectuaron pozos de reconocimiento del suelo en varios puntos del área, que podrán servir de orientación al Contratista en la evaluación de los métodos de ejecución y programación de los servicios a ser ejecutados.

Las informaciones de este reconocimiento no son garantizadas como representativas de todas las condiciones en que se encuentra el subsuelo. De esta forma el Contratista deberá realizar sus propios ensayos a fin de establecer las condiciones de obra.

El Supervisor de Obra en función de la importancia de la estructura podrá solicitar al Contratista sondeos, pozos de reconocimiento o ensayos complementarios relativos a sondeos, límites, líquido y de plasticidad, de los suelos, ensayos PROCTOR Modificado, ensayo granulométrico, de compresión simple, etc. en cortes y rellenos. El costo de estas actividades deberá estar considerado dentro los gastos generales del proyecto y no significarán aumentos especiales de Contrato.

2.1.3 Explotación de áreas de préstamo

En general, todo el material a ser utilizado en los rellenos se obtendrá de las propias excavaciones en el área del proyecto; sin embargo, en caso de ser necesario suelo adicional, suelo seleccionado, arena u otros, el Contratista deberá utilizar de préstamos de suelo previamente concertados y aprobados por el Supervisor de Obra.

La explotación de las áreas de préstamo será de exclusiva responsabilidad del Contratista.

2.2 EXCAVACIONES

2.2.1 Definición

Comprende todos los trabajos de excavación de zanjas para colocación de tuberías, obras especiales; tales como construcción de cámaras y obras civiles en hormigón armado y simple, a ejecutarse en la clase de

terreno que se encuentre y hasta la profundidad necesaria y señalada en los planos de construcción o las que señale el Supervisor de Obra. También comprende la entibación y agotamiento del agua donde fuera necesario; la protección de las excavaciones de todos los cortes y acabado de sus taludes en el caso dado. Todos estos trabajos se llevarán a cabo atendiendo a los planos respectivos, a estas especificaciones o de acuerdo a las instrucciones del Supervisor de Obra.

2.2.2 Clasificación

De acuerdo a la naturaleza y características del suelo a excavar, se establecerá para las excavaciones la clasificación siguiente:

Excavación común

Suelos de cualquier naturaleza, excepto roca, tales como suelos con ninguna o poca cohesión, arcilla suelta, conglomerados blandos y húmedos, arena, arcilla arenosa, grava suelta, conglomerados, pizarras descompuestas, etc., removibles con herramientas y equipos de excavación sin uso rutinario de explosivos.

Excavación en roca

Comprende a suelos conformados por roca dura y grandes bolones que no pueden ser retirados de la excavación sin una fragmentación previa con uso de explosivos.

El Supervisor de Obra clasificará los suelos y no se hará distinción entre materiales secos, húmedos, inundados, duros o blandos y sueltos o compactos.

2.2.3 Drenaje y remoción del agua acumulada

- El Contratista deberá construir un drenaje adecuado para todas las secciones de operación, y trabajos en el área de trabajo, evitando la acumulación de aguas, así como la erosión y desmoronamientos.
- Las áreas excavadas deberán estar libres de la acumulación de aguas pluviales y surgentes durante todo el tiempo de ejecución de los trabajos. El material excavado, considerado adecuado para su empleo en el relleno, se depositará de forma adecuada en los sitios autorizados por el Supervisor de Obra.
- Se removerá del sitio de trabajo la tierra excavada que se encuentra en una de las siguientes categorías:
 - Material inadecuado para rellenos.
 - Material aceptable pero no necesario para el relleno.
 - Todo material que interfiera con las operaciones o con construcciones adyacentes.
 - Cuando el material excavado, a criterio del Supervisor de Obra, sea apropiado para utilización en relleno, en principio se depositará al lado o próximo de la excavación, aguardando su aprovechamiento.
- En caso de que sea necesario, todas las áreas de las obras deberán estar provistas de pozos o rebajamientos destinados a acumular las

aguas para su posterior bombeo. El Contratista deberá mantener en el sitio, bombas y equipos adecuados en condiciones tales que pueden ser utilizados cuando sea necesario.

- El Contratista será responsable por daños causados a la obra, debido a falta de protección y drenaje adecuados.

2.2.4 Excavación en roca

Todo el personal del Contratista que maneje explosivos, deberá ser acreditado, con mucha experiencia en el manejo de los mismos.

El Contratista deberá tomar las precauciones para asegurar que el efecto de los explosivos no dañe a personas o propiedades de terceros. Con este fin, el Contratista deberá preparar un plan de pruebas para determinar el método de voladura más seguro y más conveniente. El plan de pruebas incluirá el sistema patrón de taladros que se utilizará para lograr la excavación y los largos de perforación seguros para cada disparo de explosivos. La excavación en roca será pagada por metro cúbico de material removido, sin embargo no se reconocerá pago por sobrevoladura que exceda al 15% de los volúmenes indicados en los planos.

La aprobación del plan de pruebas del Contratista no lo liberará de la responsabilidad civil de no ocasionar daños a terceros con su procedimiento de construcción. Todo trabajo de excavación con explosivos, deberá ser informado al Supervisor de Obra y autorizado por éste.

2.2.5 Entibación

Aun cuando NO se tiene prevista esta situación en la zona de obras, toda vez que la excavación, en virtud de las características del terreno pueda provocar desmoronamiento, deberá procurarse la entibación de las zanjas. El costo que implique el uso de este recurso deberá estar incluido en los gastos generales del Contratista.

El tipo de entibación será proyectado por el Contratista y aprobado por el Supervisor de Obra, la misma que no lo eximirá de responsabilidad por fallas que se produzcan.

El diseño deberá tomar en cuenta las condiciones del terreno, el flujo de agua, la profundidad de excavación y el ancho de la zanja. El Contratista presentará a consideración del Supervisor el método constructivo con el detalle de la sucesión de tareas que tienen relación con la colocación y retiro de entibados.

Los entibados que se construyan en madera deberán utilizar material de calidad estructural proveniente de especies forestales, tales como Almendrillo, Palo Maria, etc., libre de defectos.

Los entibados metálicos que se utilicen, estarán respaldados por un diseño estructural debiendo el material cumplir con las normas AASHTO M 202 - M 223.

La colocación del entibado deberá acompañar la excavación. La disposición de los entibados será continua en las paredes de la excavación tal que asegure la estabilidad de las paredes, debiéndose

tomar todo cuidado en la colocación de los travesaños para que los mismos queden perpendiculares a los planos de entibación y dispuestos de tal modo que permita el avance de excavación con el uso de aparejos para extraer el material o el manipuleo de las tuberías cuando se proceda a su colocación en el fondo de la zanja o la construcción de otras obras civiles.

Cuando la excavación llegue a la cota de la solera del tubo u otras obras, el entibado deberá ser introducido por debajo de esta cota en función de la naturaleza del terreno, de acuerdo al cálculo estructural y las instrucciones del Supervisor.

Para evitar sobrecargas, el material excavado será colocado a una distancia de la zanja equivalente como mínimo a su profundidad.

El plan de retiro de las piezas deberá ser objeto de programa presentado por el Contratista y aprobado por el Supervisor de Obra. A la conclusión de la colocación de las tuberías aprobada por el Supervisor de Obra, se procederá al retiro del entibado que coincidirá con el relleno de la zanja que será ejecutado de acuerdo a las prescripciones del relleno descritas en estas especificaciones técnicas.

La remoción de la cortina deberá ser ejecutada a medida que avance el relleno y compactación, con el retiro progresivo de travesaños, largueros y tabloncillos verticales.

2.2.6 Agotamiento y drenaje

Las condiciones previstas en obras no consideran la presencia de napa freática. Sin embargo, en situaciones especiales y a fin de permitir la ejecución de los trabajos en seco, el Contratista deberá disponer de equipo suficiente de grupos moto-bomba, para casos donde el agua no pueda ser retirada por gravedad.

Durante el agotamiento, el Contratista deberá inspeccionar continuamente la región aguas abajo de la excavación a ser agotada, de forma de poder tomar providencias inmediatas en el sentido de controlar las eventuales infiltraciones.

El servicio de agotamiento con bombas consistirá en el uso de bombas de superficie o sumergidas.

Las instalaciones, de bomba deberán dimensionarse con suficiente margen de seguridad para evitar irregularidades en las operaciones de agotamiento.

El agua bombeada deberá conducirse para lugares adecuados de manera que no causen problemas o interfieran en las áreas vecinas al lugar de trabajo.

En el caso de inundación de zanjas, una vez finalizada la lluvia y agotadas las zanjas, los tubos ya asentados deberán limpiarse internamente y aquellos cuyas extremidades estén cerradas deberán ser convenientemente afianzados de manera de impedir que floten si las zanjas se inundan.

Las excavaciones deberán ser protegidas contra inundación de aguas superficiales mediante construcción de muretes, diques de tierra o canaletas longitudinales en los bordes de la excavación.

El agotamiento de excavaciones inundadas, conforme el caso, podrá efectuarse por medio de bombas de superficie o sumergidas.

En el caso de arcillas impermeables el bombeo podrá ser directo, desde que el nivel estático del agua no exceda en más de 1,0 m del fondo de la zanja.

En el fondo de la zanja se ejecutarán drenes laterales, junto a la entibación, fuera del área de la tubería, a fin de que el agua pueda recogerse por medio de bombas en puntos adecuados. Las cribas de las bombas deberán instalarse en pequeños pozos cubiertos de gravilla, de modo de evitar la erosión.

El agotamiento deberá mantenerse hasta la conclusión de la instalación de las tuberías y las obras civiles, de modo que la presencia de agua no afecte a los trabajos posteriores.

El costo de estos trabajos deberá estar incluido dentro los gastos generales del Contratista.

2.3 EXCAVACIÓN EN ZANJAS

Una vez que los trabajos de replanteo y trazado han sido aprobados por el Supervisor de Obra, se procederá a la excavación propiamente dicha. Previo, el Contratista notificará con 48 horas de anticipación antes de iniciar los trabajos.

En ancho de la zanja para el tendido de las tuberías, a menos que en planos se indique lo contrario será de 0.40 m más el diámetro nominal de las tuberías, a las profundidades indicadas en los planos o las que señale o autorice el Supervisor de Obra. El volumen de excavación deberá contemplar la sobre-excavación del nicho necesario para alojar las campanas de las tuberías. Para la ejecución eventual de entibamiento, el ancho de zanjas se incrementará en 0.10 m.

En excavaciones de profundidad de zanja mayor a 2.00 m o cuando se requiera entibado el ancho de zanja será incrementado en 0.10 m. Si por razones de las dimensiones de los equipos empleados para la excavación, metodología de trabajo u otras razones, el Contratista excavara anchos mayores de zanjas a los indicados o autorizados por el Supervisor de Obras, no se reconocerán los mayores volúmenes resultantes de la excavación y rellenos.

La excavación de zanjas se ejecutará a cielo abierto. La excavación en túnel será realizada, solamente en casos especiales previa autorización expresa del Supervisor de Obra.

Las excavaciones se realizarán manualmente, debiendo los últimos 10 cm de excavación del fondo ser nivelados y terminados a mano de manera que la base de fundación ofrezca un apoyo firme a todo el largo de la tubería. Después de haberse terminado un tramo de excavación, no se colocará la tubería, hasta que se apruebe la profundidad, pendiente, eje y la naturaleza del terreno de fundación.

En caso de excavar por debajo del límite inferior especificado en los planos o señalado por el Supervisor de Obra, el Contratista rellenará el exceso por su cuenta y riesgo,

relleno que será propuesto al Supervisor de Obra y aprobado por éste antes y después de su realización.

En caso de excavación en roca, la profundidad de la zanja deberá considerar la cama de apoyo de la tubería, debiendo ser autorizado por el Supervisor de Obra.

El material extraído será apilado a un lado y a 30 cm de distancia del borde de la zanja, de manera que no se produzcan presiones en el lado de la pared respectiva, quedando el otro lado libre para la manipulación y maniobra de los tubos al ser colocados en la zanja.

En zanjas profundas, donde la excavación sea de tipo manual, se colocarán plataformas intermedias para el traspaleo del material. El Contratista deberá ejecutar todos los trabajos de entibamiento, agotamiento y drenaje necesarios para la excavación que deberá mantenerse hasta la finalización de los trabajos de instalación de las tuberías, retirándose en forma programada con los rellenos.

La excavación deberá permitir, en función a la profundidad, dos espacios a ambos lados de la tubería para su manipulación y traspaleo.

Durante todo el proceso de excavación, el Contratista pondrá todo el cuidado necesario para evitar daños a estructuras que se hallen en sitios objeto de la excavación.

Las edificaciones, árboles y otros que por efectos de trabajo pudieran verse en peligro, serán protegidos adecuadamente a responsabilidad del Contratista.

El Contratista será el único responsable por los daños que se produzcan por la inobservancia de esta estipulación, que deberán ser subsanados a su costo y tan pronto como se presentan.

2.4 CAMAS O ASIENTOS PARA TUBERÍAS

2.4.1 Definición

Consisten en todos aquellos elementos estructurales de material granular conformados para producir una adecuada repartición y absorción de los esfuerzos de las tuberías.

2.4.2 Materiales

Los materiales a utilizar son generalmente: grava, gravilla seleccionada, arena fina; el resto de materiales, herramientas y equipo serán los adecuados y proporcionados por el Contratista a satisfacción del Supervisor de Obra y en conformidad a las Especificaciones Técnicas Generales.

La grava deberá pasar el tamiz de 2" y ser retenido en el tamiz de 1"; mientras que la gravilla de acuerdo a la Norma ASTM designación D448, deberá cumplir la siguiente granulometría:

Tamiz	% que pasa
1"	100
3/4"	90 - 100
3/8"	20 - 55
# 4 (4.8 mm)	0 - 10
# 8 (2.4 mm)	0 - 5

2.4.3 Tipos

De acuerdo a las características del terreno, forma de instalación, altura

de relleno, ancho de zanja, se utilizará el Asiento Tipo Cama de Arena, como se indica en los respectivos planos de construcción. Antes de su colocación, el Contratista obtendrá la aprobación del Supervisor de Obra.

ASIENTO TIPO CAMA DE ARENA

El tubo descansa en una base de arena fina con un espesor por debajo de la generatriz inferior del tubo de $\frac{1}{4}$ del diámetro exterior del tubo o 10 cm, eligiendo el mayor de ellos, hasta una altura definida por la intersección de los lados en un ángulo de 90° medido a partir del centro del tubo. A continuación, hasta un mínimo de 15 cm sobre la clave de la tubería será rellena con tierra cernida compactada manualmente.

Los asientos serán contruidos antes del tendido de la tubería y deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra. La obtención del material para la construcción de asientos es responsabilidad del Contratista.

El material seleccionado para el relleno deberá ser aprobado por el Supervisor. El Contratista deberá solicitar la aprobación de los bancos de préstamo tanto de los materiales granulares como del material seleccionado que utilice en los asientos y el relleno por capas.

El material será compactado manualmente, luego se dispondrá de un relleno con compactación manual con material seleccionado de acuerdo a las especificaciones correspondientes al relleno.

2.5 EXCAVACIÓN PARA OBRAS CIVILES

Bajo esta denominación se entiende todas las excavaciones destinadas a la implantación de estructuras, obras civiles en hormigón armado y simple, hormigón ciclopeo, etc., que no estén comprendidas en la excavación de zanjas y que formen fosas de excavación.

En los bordes superiores del área de excavación, se mantendrá en el terreno una faja de seguridad libre de material de excavación y de otros materiales, para evitar que estos caigan en la fosa o causen el derrumbe de los taludes de la misma. Dicho espacio de trabajo tendrá un ancho mínimo de 0.60 m.

No se deberá sobrepasar la profundidad prescrita para el fondo de la fosa de excavación. El terreno podrá ser excavado a máquina hasta una distancia de 10 cm del nivel de fundación, que serán excavados a mano sin alterar el terreno de fundación. En caso de que la excavación fuese realizada a mayor profundidad del nivel de fundación indicado en los planos de construcción, el Contratista deberá rellenar y compactar el espacio excavado por su propia cuenta en forma indicada por el Supervisor de Obra.

Donde se considere necesario y lo autorice el Supervisor de Obra, se reconocerá un ancho adicional de hasta un metro a la sección de las excavaciones como compensación a la excavación adicional requerida para lograr los entibados y agotamientos necesarios. No se reconocerá ninguna otra sobre-excavación por ningún concepto.

La estabilidad y el mantenimiento de los taludes son de exclusiva responsabilidad del Contratista.

2.6 RELLENO Y COMPACTACIÓN

2.6.1 Definición

Comprende todos los trabajos de relleno de las zanjas, obras de estructura y construcción de terraplenes y nivelación de terreno, así como su compactación, siguiendo la tecnología o procedimiento descrito en estas especificaciones e instrucciones del Supervisor de Obra.

2.6.2 Material para el relleno, herramientas y equipos, mano de obra

El material de relleno será normalmente el mismo material excavado del lugar, siempre que el Supervisor de Obra lo apruebe en cuanto a su calidad.

Cualquier otro material adicionalmente necesario, deberá obtenerse con preferencia de sobrantes de la excavación y será provisto por el Contratista previa aprobación del Supervisor de Obra.

De acuerdo a la calidad de los suelos, el Supervisor de Obra definirá que material será empleado; en caso de requerirse material de préstamo, el contratista propondrá el banco y material a usar. El Supervisor mediante los ensayos que vea por conveniente, juzgará si el material es el apropiado o en su caso ordenará la búsqueda de otro banco de préstamo. El Contratista cubrirá el costo de estos ensayos. La mano de obra, herramientas y equipos serán provistos por el Contratista.

2.6.3 Relleno de Zanjas

Una vez colocadas las tuberías y realizadas las juntas de unión y en correspondencia a la ejecución de las pruebas correspondientes en las tuberías, se dará aviso al Supervisor de Obra quien comprobará el tendido y autorizará el relleno que se realizará de acuerdo a las siguientes estipulaciones:

a) Relleno alrededor y sobre la tubería

La zanja será rellena hasta una altura de 0.30 m sobre la clave de la tubería con material seleccionado proveniente de la propia excavación o de préstamo debiendo cumplir con los requerimientos de calidad estipulados para los tipos de asiento granular de las tuberías. Este material será compactado hasta una densidad del 90% (noventa por ciento), del valor obtenido del Ensayo Proctor Modificado, AASHTO T-180, y con el contenido óptimo de humedad proporcionado por riego.

El material para el relleno inicial, deberá ser extendido en capas de 0.10 m de espesor y apisonarse muy cuidadosamente antes de colocar la próxima capa. Se deberá cuidar que el material quede correctamente consolidado debajo de la tubería y las uniones y entre la tubería y las paredes de la zanja.

Materiales arenosos, deben ser acondicionados hasta lograr un contenido óptimo de humedad, colocándose luego en capas no mayores de 0.10 m, convenientemente compactadas mediante pisones manuales.

b) Relleno de la zanja con material común

El material de zanja podrá ser usado como relleno desde los 0.30 m sobre el nivel de la clave de la tubería, hasta la rasante final, siempre y cuando el material esté libre de vegetación, piedras grandes, escombros, etc. El material será compactado hasta conseguir una densidad de 95% del Ensayo Proctor Modificado AASHTO T-180.

En caso que el material de la zanja sea inadecuado o insuficiente para el relleno compactado de las zanjas, el Contratista deberá proveer el material adicional de bancos de préstamo en los volúmenes y/o proporciones de mezcla requeridos, previa aprobación e instrucciones del Supervisor de Obra.

No se deberá transitar, dejar caer ladrillos o piedras grandes sobre el relleno compactado hasta que haya alcanzado una altura de 0.80 m por encima de la clave de la tubería.

En ningún caso debe utilizarse para el relleno material congelado o semicongelado.

c) Compactación

La compactación de material de suelo colocado por debajo de la tubería y en el espacio entre la misma y los taludes de la zanja, deberá ser ejecutada con pisones manuales ligeros, cuidando de no golpear la tubería.

A partir de los 0.30 m del nivel sobre la clave de la tubería, la compactación se efectuará utilizando compactadoras mecánicas mediante apisonadoras neumáticas para zanjas.

La compactación se efectuará en capas con espesores que garanticen el efecto de la compactación requerida. El espesor máximo de cada capa será de 0.30 m.

Las capas lisas serán escarificadas para obtener ligazón antes de colocar cada capa sucesiva.

El Contratista estará obligado a demostrar ante el Supervisor de Obra la densidad de compactación mediante el método de "densidad en sitio" por el método de reemplazo de arena AASHTO T-191 y deberá tener a disposición en obra los equipos de ensayo correspondientes.

El Supervisor de Obra realizará en cualquier momento y en cualquier nivel de relleno, la verificación de los resultados de compactación que presente el Contratista.

Las pruebas de compactación serán llevadas a cabo en un laboratorio que hubiese designado el Supervisor de Obra. El número de pruebas y su ubicación serán determinadas por el Supervisor de Obra, quedando a cargo del Contratista el costo de las mismas. En caso de no haber llegado al porcentaje requerido de compactación, el Contratista está obligado a retirar el material mal compactado y proceder a recompactar hasta alcanzar el grado de compactación especificado.

d) Relleno antes y después de las pruebas en las tuberías

Con el objeto de realizar las pruebas de los tramos parciales de acuerdo a su tipo, se dejarán visibles y sin cubierta de tierra, todas las juntas de la tubería. Después de la aprobación de la prueba, se rellenarán los espacios libres en la zanja.

2.7 RELLENO DE ESTRUCTURAS Y COMPACTACIÓN

Bajo esta denominación se entiende el relleno destinado a la implantación de estructuras, obras civiles en hormigón armado y simple, hormigón ciclópeo, etc., que no estén comprendidas en el ítem relleno de zanjas.

Previamente a efectuarse el relleno, se deberá escarificar el terreno o rastrillar para que se efectúe una buena adherencia con el material del lugar.

Todas las áreas comprendidas en el trabajo deberán nivelarse en forma uniforme y de acuerdo a las elevaciones que se indiquen en los planos. La superficie final se deberá entregar libre de irregularidades.

Luego de que las estructuras se encuentren acabadas, el relleno deberá ser colocado hasta el nivel del terreno original o hasta los límites indicados en los planos.

En lo posible debe usarse el material excavado, en todo caso deberá efectuarse relleno de obras de hormigón por lo menos 15 días después de vaciada la estructura.

El relleno deberá ser colocado en capas de una altura máxima de 30 cm, las mismas que deben ser compactadas con un compactador liviano. Deberá evitarse asentamiento del material por inundación y protegerse en forma adecuada contra el deslave y erosión debido al escurrimiento pluvial, principalmente en terrenos con fuertes pendientes.

El grado de compactación a obtenerse será igual al 95% de la densidad del PROCTOR Modificado AASHTO T-180.

2.8 RETIRO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN SOBRANTE

2.8.1 Definición

Comprende todos los trabajos necesarios para la recolección, carguío, transporte y depósito de los escombros y materiales sobrantes del movimiento de tierras.

2.8.2 Mano de obra, herramientas y equipos

Todas las herramientas mano de obra y equipos adecuados en la ejecución de este ítem serán proporcionadas por el Contratista.

2.8.3 Ejecución

La tierra, escombros y demás materiales provenientes de la excavación, demolición y en general del proceso de construcción, sobrantes después de realizado el relleno de las excavaciones para estructuras, zanjas o fosas, deben ser removidos de lugares donde interrumpen la libre circulación y tránsito de vehículos, peatones y la circulación del agua, debiendo ser trasladados a lugares que serán señalados y autorizados por el Supervisor de Obra.

3 HORMIGONES

3.1 DEFINICIÓN

Se refiere a todas las construcciones de hormigón simple y armado, hormigón ciclópeo, etc., que están comprendidas en el contrato.

Los trabajos abarcan el suministro y la puesta a disposición de todos los materiales y equipos requeridos. La mano de obra necesaria, la preparación del hormigón, el transporte y su colocación, así como los trabajos preparatorios.

Están incluidos en esta presentación los ensayos de calidad, el curado del hormigón, la construcción de las juntas de trabajo y de dilatación, los trabajos de encofrados, el doblado y la colocación de la armadura, así como también el empotrado de los anclajes y piezas de acero de toda clase según los planos o las instrucciones del Supervisor de Obra.

El Contratista percibirá una remuneración por la provisión, el transporte, doblado y la colocación de la armadura.

3.2 REQUISITOS DEL HORMIGÓN

El hormigón se preparará de acuerdo a las normas del Código Boliviano del Hormigón para hormigón armado y cemento Portland, empleando agregados graduados en tres grupos granulométricos y agua, en el caso de que se juzgue conveniente. También podrán añadirse aditivos previa solicitud y aprobación del Supervisor de Obra.

La composición de la mezcla de hormigón será de manera que:

- a) Demuestre una buena consistencia plástica, de acuerdo a las exigencias del Código Boliviano del Hormigón Armado CBH-87.
- b) Después del fraguado y endurecimiento, cumpla las exigencias de resistencia, durabilidad e impermeabilidad en las construcciones de hormigón.
- c) El contenido de agua de la mezcla de hormigón se determinará antes del inicio de los trabajos. A este efecto, el Contratista presentará al Supervisor de Obra para su aprobación y en cada caso individual la proporción de mezcla correspondiente.

La calidad del hormigón exigida para cada una de las estructuras, estará indicada en las planillas de volúmenes y costos y en los planos y se atenderán a las Normas Bolivianas CBH-87. El hormigón será aprobado por el Supervisor de Obra, previo a su colocación.

Para cada caso, el Contratista presentará para aprobación del Supervisor de Obra la dosificación del hormigón correspondiente, de acuerdo a las mezclas ensayadas previamente siendo siempre responsabilidad del Contratista la obtención de las resistencias y otras características requeridas.

Se deberán ensayar **antes del vaciado**, las muestras necesarias para obtener la proporción adecuada de la mezcla que cumpla con los requisitos de resistencia a impermeabilidad, **por lo menos 28 días antes**.

3.3 MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN

3.3.1 Cemento

Siempre y cuando no se indique lo contrario, se empleará cemento Portland disponible en el país o (Clase I - ASTM).

El Contratista deberá presentar un certificado de calidad del cemento a ser empleado en las obras, emitido por el fabricante o un laboratorio especializado de reputación conocida, el mismo que deberá ser aprobado por el Supervisor de Obra.

Las muestras de hormigón preparadas con este cemento, serán convenientemente especificadas, fraguadas y almacenadas para su posterior ensayo. Con el objeto de conseguir información con antelación de la resistencia, se aceptarán ensayos de resistencia que serán realizadas por el Contratista bajo vigilancia del Supervisor de Obra, de acuerdo a la norma ú otra equivalente.

Los trabajos de hormigonado podrán comenzar después de que los ensayos hayan dado resultados satisfactorios y previa autorización del Supervisor de Obra.

Transporte y almacenamiento del cemento

El cemento se transportará al lugar de las obras en seco y protegido contra la humedad, ya sea en sacos o en camiones tipo silo. En caso de transporte del cemento en bolsas, éstas tendrán que estar perfectamente cerradas.

Se rechazará el cemento que llegue en bolsas rotas, que contenga grumos o esté parcialmente fraguado.

En el lugar de las obras, el cemento se depositará inmediatamente después de su llegada en sitios o almacenes secos, bien ventilados y protegidos contra la intemperie y humedad.

Los recintos y las superficies de almacenamiento deberán ofrecer un fácil acceso con el objeto de poder controlar en todo momento las existencias almacenadas.

El cemento deberá emplearse, dentro de lo posible, en los 60 días siguientes a su llegada. Si el almacenaje se extendiera por un período superior a cuatro meses, el cemento deberá someterse a las pruebas requeridas que confirmen la aptitud para su empleo.

3.3.2 Aditivos

Aditivos, sea cual fuere su clase, sólo podrán emplearse siempre y cuando sean de calidad técnicamente reconocida y siempre que se haya acreditado su uso en proyectos similares.

Su empleo requiere, además, la aprobación previa del Supervisor de Obra.

Todos los productos previstos para su utilización como aditivos, serán previamente dados a conocer al Supervisor de Obra indicándose

también la marca y la dosificación, así como la estructura en que se utilizará.

3.3.3 Agregados

Requisitos para los materiales

Los agregados necesarios para la elaboración de hormigón (arena y grava), deberán cumplir los requisitos de las normas Bolivianas CBH-87.

El Supervisor de Obra rechazará todo material que no reúna estas condiciones.

Arena

La arena será limpia, de buena calidad y sin materiales extraños como pizarras, arcilla, barros, hojas, yesos ú otras materias deletéreas.

La arena deberá cumplir con el siguiente cuadro de granulometría:

Tamiz N°	% que pasa	
	Mínimo	Máximo
100	2	10
50	10	30
16	45	80
4	95	100

Cualquier arena que no se encuentre enmarcada dentro del cuadro anterior será rechazada por el Supervisor de Obra. Se exigirá al Contratista análisis granulométrico, periódicamente.

Grava

La grava será muy limpia. No se permitirá el uso de grava con una película de limo recubriendo su superficie y/o que contenga material pétreo descompuesto. Las partículas individuales de grava serán sólidas y resistentes de un peso específico igual o mayor a 2.600 Kg/m³, evitando el uso de formas laminares.

La granulometría de la grava deberá ser bien graduada desde el tamaño máximo especificado, hasta el tamiz N° 4 donde deberá quedar retenido el 100 %.

El Supervisor de Obra rechazará cualquier material que no se ajuste a las presentes especificaciones y se exigirá periódicamente al Contratista, un análisis granulométrico.

Los límites aceptables de sustancias perjudiciales en los agregados gruesos, serán (en peso):

- terrones de arcilla 0.25 %
- partículas blandas 5.00 %
- finos que pasen el tamiz N° 200 5.00 %
- sales solubles, partículas cubiertas por partículas superficiales 5.00 %

El material no deberá contener sustancias que puedan actuar desfavorablemente con los álcalis del cemento en presencia del agua.

3.3.4 Agua

El agua de amasado y curado del hormigón, deberá estar libre de elementos perjudiciales y de materias extrañas, toda agua de calidad dudosa, deberá ser sometida a análisis previos en un laboratorio legalmente autorizado.

El Contratista podrá utilizar el agua del sistema de agua potable local. Sin embargo la toma de ésta, estará restringida a volúmenes que no obstaculicen el normal abastecimiento de la población, por lo que el Contratista deberá tomar en cuenta esta circunstancia al preparar su propuesta.

3.4 PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN

3.4.1 Composición de la mezcla

La mezcla del hormigón deberá tener la necesaria consistencia para que pueda ser convenientemente vaciada, según la forma de colocación y el objeto de su empleo en la estructura. Tanto la relación agua-cemento como el asentamiento de la mezcla, deberán estar de acuerdo a la norma CBH-87.

Los agregados y el contenido de cemento habrán de combinarse en forma que se garantice la calidad del hormigón exigida y los demás requisitos.

Las pruebas serán realizadas con personal especializado y de acuerdo a las prescripciones de la Norma Boliviana del Hormigón CBH-87; así mismo, el Contratista cuidará de que se observen, en el lugar de la obra, las proporciones de la mezcla obtenidas de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados según lo indicado en el Art. 5.5 y aprobados por el Supervisor de Obra. El costo de los ensayos correrán por cuenta del Contratista.

3.4.2 Proceso de mezclado

Mezcladora y dispositivos de pesado

El proceso de mezclado de los componentes del hormigón, se hará en forma mecánica y por peso. Si se emplea el cemento en bolsas, el volumen de la mezcla se calculará en forma tal que en ella se empleen contenidos completos de bolsas.

El método de agregar el agua deberá garantizar una dosificación perfecta, incluso en caso de necesitarse volúmenes pequeños de agua. Por lo general y salvo otras instrucciones del Supervisor de Obra, la dosificación del cemento, agua y agregados no deberá exceder la tolerancia de tres por ciento (3 %) para cada uno de los mencionados elementos con referencia a la masa total del hormigón, para tal efecto el Contratista deberá presentar al Supervisor de Obra el diseño de mezcla respectivo.

Para verificar la calidad de la mezcla en cualquier momento, el

Supervisor de Obra estará facultado para extraer de la mezcladora muestras representativas.

Tiempos de mezclado

La mezcladora estará equipada con un dispositivo para registrar el número de revoluciones ejecutadas, con un mando para interrumpir el proceso de mezclado una vez transcurrido el tiempo fijado.

El período de mezclado comienza después de haber introducido en la mezcladora todos los componentes sólidos y se empieza a añadir el agua. El tiempo de mezclado no debe ser inferior a 2 minutos para volúmenes de tolva de hasta 3 m³ de capacidad y 3 minutos para volúmenes de hasta 5 m³ de capacidad.

El Supervisor de Obra estará facultado para prohibir el empleo de aquellas mezcladoras defectuosas o no garanticen un buen mezclado.

Consistencia del Hormigón

La consistencia del hormigón será de tal manera que permita un conveniente manejo de la mezcla durante el tiempo que dure el colocado de la misma, de acuerdo a los ensayos de consistencia que efectuará el Contratista, según lo indicado en el Art. 6.5.4.2.

3.5 ENSAYOS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

3.5.1 Generalidades

Con el objeto de verificar la calidad de los materiales a ser empleados en las obras y de constatar el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas, las Normas y los Reglamentos, el Supervisor de Obra exigirá la realización de ensayos de compresión, agua de amasado, durabilidad, desgaste y contenido de material orgánico.

Estos ensayos podrán ser realizados en un laboratorio particular legalmente autorizado o en un laboratorio del Estado. Los costos de los ensayos en laboratorios corren por cuenta exclusiva del Contratista.

En este caso el Contratista denominará los laboratorios elegidos por él, para que éstos sean aprobados por el Supervisor de Obra.

El Supervisor de Obra está autorizado a supervisar todos los ensayos. En caso de duda, los ensayos respectivos serán repetidos en el mismo laboratorio o en otro.

El Contratista dejará constancia de los resultados de todos los ensayos en formularios, los cuales serán firmados por el Jefe de Laboratorio, el Director y el Supervisor de Obra.

3.5.2 Agregados

Antes de iniciar la preparación de probetas de prueba de hormigón y cada vez que se cambie el material o lugares de préstamo, el Contratista efectuará los ensayos de agregados gruesos (grava, cascajo, piedra chancada) y finos (arena) rigiéndose por lo dispuesto en la norma CBH-87.

Por cada 50 m³ de hormigón preparado, el Contratista deberá, además, constatar que los agregados del hormigón están dentro de los límites aceptables mediante la determinación de curvas de granulometría respectivas.

3.5.3 Agua

El Contratista deberá realizar o encargar ensayos de calidad del agua que empleará en la preparación del hormigón de acuerdo a las normas CBH-87. Estos ensayos deberán repetirse por lo menos cada tres meses durante el tiempo que duren los trabajos en hormigón.

3.5.4 Hormigón

Probetas de ensayo

Con el objeto de conseguir la dosificación más apropiada para las diferentes clases de hormigón requeridas en las obras, el Contratista deberá preparar probetas de ensayo con dosificaciones alternativas para las diferentes canteras de áridos.

Las probetas de ensayo se realizarán para los hormigones especificados en los diseños, cuyas resistencias están indicadas en las normas CBH-87.

También deberán realizarse probetas de ensayo cuando se cambien los materiales componentes del hormigón (cemento, agregados, agua y aditivos).

Para cada dosificación ensayada y para cada clase de hormigón, deberán ensayarse por lo menos tres probetas.

Las probetas ensayadas a los 28 días deberán tener la resistencia especificada por la Norma Boliviana del Hormigón CBH-87.

Una vez constatada por el Supervisor de Obra, la calidad de los materiales y la resistencia especificada, se autorizará el empleo de la dosificación seleccionada para el trabajo de hormigonado.

Control de la calidad del hormigón durante el hormigonado

Los ensayos de calidad del hormigón, serán efectuados durante todo el tiempo que duren los trabajos de hormigonado de las obras. Esos ensayos serán realizados por el Contratista sin costo adicional alguno.

a. Contenido de cemento

El contenido de kilos de cemento por metro cúbico de hormigón, será controlado por lo menos cada 10 m³ de hormigón producido.

b. Consistencia

La consistencia del hormigón fresco será medida al inicio de los trabajos de hormigonado y cada vez que el Supervisor de Obra lo solicite.

Los valores de consistencia aceptadas serán obtenidas de los resultados de los ensayos de probetas de hormigón (Art. 5.5.4.1).

c. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del hormigón, será determinada mediante ensayos de rotura de por lo menos 3 probetas de cada uno de los tipos de hormigones.

La toma de muestras y los ensayos respectivos, serán efectuados por lo menos para cada 20 m³ de hormigón colocado o cuando lo solicite el Supervisor de Obra.

Las probetas serán cilíndricas de 152 mm. de diámetro y 304 mm. de alto.

Con el objeto de adelantar información sobre las probetas, las roturas deberán efectuarse a los 7 días de la toma de muestra y podrá estimarse la resistencia a los 28 días mediante las fórmulas indicadas en la Norma Boliviana del Hormigón Armado CBH-87.

d. Impermeabilidad

La impermeabilidad del hormigón de las cámaras de rejillas y de carga, desarenadores, sedimentador, tanques Imhoff y estanque de lodos, será verificada durante la ejecución de obra mediante el ensayo de probetas cúbicas de hormigón sometidas a pruebas de impermeabilidad señaladas en las normas ASTM y realizadas en un laboratorio aceptado por el Supervisor de Obra.

Control de la calidad del hormigón antes del hormigonado

Con la finalidad de asegurar la calidad exigida del hormigón y obtener la posibilidad de adaptar la mezcla y sus componentes a los requisitos de las Especificaciones Técnicas, el Contratista estará obligado a llevar a cabo ensayos de calidad.

Dichos ensayos serán realizados bajo el control del Supervisor de Obra con anticipación a la fecha prevista para el comienzo de los trabajos de hormigonado.

El alcance de los ensayos está definido por lo indicado en los incisos a, b y c del artículo anterior, considerando las exigencias para la calidad de los materiales para la mezcla.

3.6 TRANSPORTE DEL HORMIGÓN

El hormigón deberá transportarse directamente y lo antes posible de la mezcladora al lugar de su colocación, poniéndose especial cuidado de que no se produzca segregación alguna ni pérdida de materiales.

Al vaciar, la caída libre del hormigón no deberá exceder 1.50 m., salvo el caso de que se emplee un método especial aprobado por el Supervisor de Obra, que evite la segregación de los agregados, mediante mangas o toboganes.

Estará autorizado el uso de hormigón de camiones hormigoneros, siempre y cuando el hormigón de éstos cumpla los requisitos de calidad y el fabricante se someta a las condiciones y los controles de calidad efectuados por el Supervisor de Obra.

El transporte de hormigón por medio de cintas transportadoras, canaletas inclinadas, bombas o equipos similares, deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.

3.7 COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN

3.7.1 Condiciones especiales

Condiciones previas y aprobación

Antes de comenzar los trabajos, deberán cumplirse todos los requisitos que, a juicio del Supervisor de Obra, sean necesarios para garantizar una colocación perfecta del hormigón y una ejecución adecuada de los trabajos.

El vaciado del hormigón no comenzará antes de que el Supervisor de Obra haya dado en forma escrita, la autorización respectiva, debiendo estar presentes en el proceso del vaciado por el tiempo requerido, el Superintendente y el Supervisor de Obra.

Colocación del hormigón

La colocación deberá efectuarse en forma tal, que se eviten cavidades, debiendo quedar debidamente llenados todos los rincones y las esquinas de los encofrados, así como también embeber perfectamente las armaduras y piezas empotradas. El incremento de agua en la mezcla en el momento de su colocación queda prohibido, igualmente se evitarán los vaciados mientras llueva. Para este efecto deberán usarse vibradores.

3.7.2 Colocación del hormigón en las zonas de cimentación

Limpieza, humedecimiento y recubrimiento de las cimentaciones

El hormigón sólo deberá vaciarse en excavaciones de CIMENTACION humedecidas y limpias de escombros y material suelto, debiendo eliminarse toda agua estancada.

Antes de la colocación del hormigón, todas las superficies de las cimentaciones se protegerán con una capa de hormigón pobre o mortero 1.2.6 de cemento con altura mínima de 7 cm, tal como se indican en los planos o especificadas en las planillas de los volúmenes y costos.

Protección de piezas empotradas

El Contratista debe asegurar las tuberías, los tubos de drenaje y las demás instalaciones que sirvan para mantener las cimentaciones libres de aguas detenidas o corrientes, de forma tal que al colocar el hormigón no se suelten ni se desplacen.

3.7.3 Prescripciones para el hormigonado

Fraguado del hormigón

La colocación y la compactación del hormigón en capas sucesivas, se realizará por etapas. Una capa de hormigón deberá quedar terminada antes de que fragüe el hormigón, con el objeto de obtener una unión perfecta entre las capas de hormigón.

También las capas superpuestas que no hayan fraguado, serán vibradas en igual forma, para evitar juntas visibles de construcción.

Interrupción del hormigonado

En caso de que el proceso de hormigonado tuviera que ser interrumpido temporalmente y en consecuencia, el hormigón colocado hubiera endurecido, la superficie de la capa deberá escarificarse y limpiarse de toda partícula suelta o materias extrañas, antes de comenzar el próximo vaciado.

Límites permisibles de la altura

Los límites permisibles de la parte de construcción ejecutada en una fase de hormigonado, no deberán sobrepasar los valores que se detallan en el cuadro que sigue, salvo en el caso de que existan otras instrucciones del Supervisor de Obra o que la construcción de la parte de las obras exigiera tomar medidas extraordinarias. Igualmente habrán de conservarse los tiempos intermedios para la ejecución de las diversas fases del hormigonado.

Elementos	Altura máxima de la parte de construcción ejecutada en una fase de hormigonado	Intervalos mínimos en la ejecución de las diversas fases de hormigonado
Muros de contención en general	3.00 m	72 horas
Columnas, pilares y paredes antes de hormigonar los techos y vigas superpuestas	Según instrucciones del Supervisor de Obra	2 horas
Todas las demás partes de estructuras	Según instrucciones del Supervisor de Obra	Según instrucciones del Supervisor de Obra

La construcción de una obra adyacente a otra ya realizada que deba unirse por juntas de construcción, se ejecutará con un intervalo de tiempo de 72 horas como mínimo.

3.7.4 Hormigonado de construcciones cerradas

Secuencia de hormigonado de los elementos de construcción

En general, se procederá en primer lugar a la terminación del piso, es decir, el hormigón del piso deberá haber fraguado antes de que se comience el hormigonado de las paredes. Sin embargo, según las necesidades del momento, el proceso de trabajo podrá ser modificado con autorización del Supervisor de Obra.

Unión de los elementos de construcción

El Contratista pondrá especial cuidado en que se lleve a cabo una unión perfecta entre las superficies de los elementos constructivos a unir. La superficie de contacto deberá escarificarse y limpiarse debidamente con el objeto de evitar aguas de infiltración a través de las juntas de construcción.

3.7.5 Empotrado de las armaduras con hormigón

Situación de las piezas empotradas antes del hormigonado

Antes de proceder a recubrir de hormigón, la armadura y las piezas a

empotrar se asegurarán para que no se desplacen. También se comprobará que estén completamente limpias y libres de aceite, suciedad o cualquier otro componente suelto.

Recubrimiento mínimo de la armadura

La armadura deberá guardar las distancias mínimas de las caras interiores del encofrado exigidas en los planos o especificaciones. En el caso de que no existan otras disposiciones, todos los elementos de la armadura deberán ser recubiertos por una capa de hormigón de por lo menos 2.00 cm, para estructuras que no estén en contacto permanente con agua y 2.50 cm para aquellas en contacto permanente con agua (p.e. tanques y cámaras de agua).

Las distancias requeridas se fijarán mediante dados de mortero de una superficie de 4 x 4 cm y un espesor igual al recubrimiento especificado. El mortero tendrá que tener las mismas proporciones de cemento y arena que la mezcla de hormigón.

3.7.6 Hormigonado a bajas temperaturas

En temperaturas del medio ambiente entre 5° C y -3° C, la temperatura del hormigón no deberá ser inferior a 5° C.

Por regla general, estará prohibido llevar a cabo la preparación del hormigón, si las temperaturas del aire son inferiores a tres grados centígrados bajo cero.

En caso de períodos de heladas continuas, el Contratista tomará las medidas más apropiadas para proteger el hormigón contra el efecto de las mismas.

3.7.7 Hormigonado bajo agua

El Contratista tendrá la obligación de tomar medidas oportunas para que el agua no corra sobre el lugar de la obra durante el hormigonado y antes del endurecimiento suficiente del hormigón, mediante un procedimiento de drenaje o bombeo a costa del Contratista.

3.7.8 Compactación del hormigón

Vibradoras

El hormigón se compactará durante el hormigonado en forma mecánica, mediante aparatos vibratorios de aplicación interior, cuyas frecuencias y tipos de tamaño, deberán ser aprobadas por el Supervisor de Obra.

El Contratista estará obligado a tener a disposición del trabajo, un número suficiente de vibradoras para poder compactar inmediatamente y en grado suficiente, cada vaciado de hormigón.

Durante el hormigonado deberá haber en sitio, por lo menos dos vibradoras de reserva.

Aplicación de las vibradoras

Las vibradoras se introducirán y se sacarán lentamente del hormigón. Su efecto dentro del hormigón se extenderá por un tiempo suficiente, no

debiendo dar lugar a la segregación o exceso de compactación.

Las vibradoras se introducirán en el hormigón a distancias regulares que no deberán ser mayores a dos veces el radio del efecto de vibración visible en el hormigón.

Compactación en zonas críticas

Se dedicará especial atención a la compactación en las zonas alrededor de las armaduras y de piezas empotradas, así como en los rincones y esquinas del encofrado. Así mismo se pondrá sumo cuidado en que las piezas empotradas y localizadas dentro del hormigón ya fraguado, no sufran golpes o desplazamientos a causa de las vibraciones.

Compactación de lugares aislados

El empleo de otro tipo de compactación (por ejemplo vibradoras aplicables en las caras exteriores del encofrado), sólo será permitido en las proximidades inmediatas del encofrado y en los rincones y esquinas que no puedan ser alcanzados con los aparatos de vibración de aplicación en el interior.

Traslado de hormigón mediante aparatos vibratorios

En ningún caso el efecto de vibración deberá ser aprovechado para trasladar el hormigón fresco a lo largo del encofrado, por el peligro de ocasionar una segregación del agregado.

3.7.9 Plan de Hormigonado - Juntas de trabajo

Para todas las estructuras mayores, el Contratista habrá de someter a la aprobación del Supervisor de Obra su plan respecto a las fases de hormigonado indicando la duración de éste. El plan deberá ser entregado al Supervisor de Obra seis (6) días antes del comienzo del hormigonado, para su aprobación escrita.

En caso de una interrupción imprevista de los trabajos de hormigonado, serán determinantes las instrucciones del Supervisor de Obra. Si fuera preciso, se procederá a colocar armaduras adicionales y cintas de impermeabilización.

El suministro y colocación de estos materiales adicionales, correrá a cargo del Contratista.

No se aceptarán juntas de trabajo no indicados en los planos salvo autorización escrita del Supervisor de Obra.

3.8 ENCOFRADO Y CIMBRAS

3.8.1 Requisitos generales

Los encofrados se emplearán en todos los lugares donde las estructuras de hormigón los requieran. El material que se usará en los encofrados podrá ser de metal, madera o ambos. Los materiales tendrán que ser lo suficientemente resistentes para soportar las presiones y los empujes del hormigón durante el hormigonado y la compactación, sin cambiar su forma o alineación en forma alguna.

Además, deberán ser contruidos de manera tal que las juntas entre los elementos del encofrado no permitan la salida del hormigón o la lechada de cemento.

El Contratista podrá elegir, con la aprobación del Supervisor de Obra, el tipo de encofrado de metal o de madera. Es determinante el acabado que se exige para las superficies de hormigón en las estructuras terminadas.

Encofrados con sectores no accesibles después de la colocación de la armadura deberán ser provistos de ventanillas para limpieza.

Las esquinas sobresalientes de las estructuras de hormigón se achaflanarán, por lo general, en un ancho de 2 a 3 cm, exceptuando aquellos elementos de construcción para los cuales ya existen especificaciones especiales en los planos y los pliegos.

3.8.2 Planos de encofrado

Los planos de encofrado serán entregados al Supervisor de Obra por el Contratista para su aprobación.

3.8.3 Tratamiento de los elementos de encofrado

Limpieza

Las tablas y tableros de los encofrados, se limpiarán con el debido esmero y se acoplarán de manera que no se produzcan pérdidas de mortero ni de agua.

En caso de que se vuelvan a emplear los mismos tableros y tablas, se procederá a una limpieza detenida de los mismos y al reacondicionamiento respectivo.

Humedecimiento y limpieza del encofrado de madera

Los tableros de madera se humedecerán lo suficiente en ambas caras, poco antes de proceder al vaciado del hormigón.

Se librarán de toda partícula suelta, así como también de charcos de agua.

Emulsiones de lubricación

La utilización de emulsiones lubricantes para encofrados, deberá ser autorizada por el Supervisor de Obra, por escrito, previo conocimiento del producto a emplearse.

Desencofrado y reparación de fallas

Los tiempos mínimos del desencofrado dependen del elemento constructivo, de las cargas existentes, de los soportes provisionales y de la calidad del hormigón, según lo estipulado en la norma, sin embargo, no deberán ser inferiores a tres días. El desencofrado de las estructuras de hormigón sólo podrá tener lugar con la autorización del Supervisor de Obra.

El relleno de fosas con estructuras de hormigón no se hará antes de los 21 días de haberse vaciado el hormigón.

Daños en la superficie del hormigonado

El Contratista deberá ejecutar los trabajos de desencofrado de tal manera que el hormigón no sufra deterioros. En el caso de que no puedan evitarse deterioros, el Contratista corregirá por cuenta propia y a plena satisfacción del Supervisor de Obra todas las imperfecciones producidas en la superficie del hormigón debidas al mal vaciado y/o desencofrado. El Contratista procederá de igual manera con cualquier otro daño que no provenga de los trabajos de desencofrado.

Los amarres, zunchos y anclajes que unen entre sí los tableros del encofrado, habrán de tener la propiedad de dejar en las superficies de hormigón, agujeros lo más pequeños posible. Las caras visibles de las estructuras se reparan o se someterán a un tratamiento posterior, si hubiera necesidad de ello. Los alambres de amarre se cortarán a 2.5 cm de profundidad de la superficie.

3.9 ARMADURA PARA EL HORMIGÓN

3.9.1 Planos de armadura

Los planos y planillas de armadura según los cuales el Contratista podrá doblar y colocar la armadura, sea de barras de acero o de mallas de acero, serán incluidos en los planos de diseño que forman parte de los documentos de licitación.

3.9.2 Suministro de la armadura para el hormigón

El Contratista proveerá el acero de la armadura en el almacén del proyecto, por consiguiente el Contratista percibirá una remuneración por la provisión, el transporte, doblado y colocación de la armadura.

3.9.3 Calidad de acero

Para la armadura del hormigón, se utilizarán barras y mallas de acero conforme a la norma CBH-87. En las estructuras se utilizará acero corrugado de alta resistencia clase AH 400 N o su equivalente.

La resistencia del acero deberá ser certificada por el Contratista, mediante ensayos en un laboratorio específico.

3.9.4 Almacenaje de la armadura

El Contratista queda obligado a hacer un almacenaje clasificado y separado según la calidad, longitud, forma y espesor de las armaduras y se comprometerá a marcar debidamente dichos grupos de barras, con el objeto de evitar equivocaciones.

El Contratista será responsable de todos los errores incurridos, corriendo por su cuenta y riesgo la reparación de daños y/o pérdidas producidas durante el transporte o almacenaje.

3.9.5 Condiciones de la armadura antes de su colocación

Antes de ser colocadas las barras, sus superficies serán limpiadas de óxido, grasas y otras partículas que pudieran dar lugar a una unión imperfecta con el hormigón. En caso de observarse exceso de óxido, el Supervisor de Obra podrá exigir la limpieza de las barras a chorro de arena o mediante escobilla de acero.

3.9.6 Doblado y colocación de la armadura

Las barras de acero se cortarán y doblarán de acuerdo a los planos, planillas de acero de armadura y según las normas correspondientes. El doblado de las barras se hará en frío, observando los diámetros de doblado prescritos por las normas CBH-87.

La armadura deberá colocarse de manera que quede asegurada en su posición correcta, empleando distanciadores, espaciadores, soportes, caballetes metálicos o cualquier otro medio establecido, de manera que las barras no se deformen o desplacen durante el hormigonado.

La armadura colocada se mantendrá limpia hasta que se haya cubierto totalmente de hormigón.

El alambre de amarre usado para la armadura, deberá ser de acero blando de alta resistencia a la ruptura (Alambre N° 16).

3.9.7 Aprobación por el Supervisor de Obra

Una vez concluida la colocación de la armadura de una estructura, la misma deberá ser aprobada por el Supervisor de Obra antes de llevar a cabo el hormigonado.

El Contratista solicitará por escrito la revisión y recepción de la misma al Supervisor de Obra.

Cualquier modificación de la armadura en relación con las especificaciones de los planos, necesita la debida aprobación del Supervisor de Obra.

3.10 PIEZAS METÁLICAS PARA EMPOTRAR

Los perfiles, planchas, angulares, pasamuros y demás elementos metálicos que serán empotrados en las estructuras de hormigón, deberán ser colocados en su lugar exacto en el encofrado y fijados mediante anclajes convenientes.

Las piezas se fijarán debidamente al encofrado y la armadura, de manera que quede asegurada su posición exacta durante el hormigonado.

3.11 COLOCACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE JUNTAS

3.11.1 Generalidades

Este artículo comprende las labores necesarias para construir las juntas de dilatación en los lugares en que se indican en los planos o las especificaciones.

Las juntas en estructuras de hormigón impermeable, especialmente en, tanques Imhoff, estanque de lodos, desarenador, sedimentador y cámaras de rejillas y de carga, serán ejecutados empleando cintas de impermeabilización.

3.11.2 Juntas de trabajo

Estas juntas serán ejecutadas según lo indicado en los planos de construcción considerando las instrucciones de fábrica y lo estipulado en la presente Especificación, no se aceptarán juntas de trabajo no indicadas en los planos o autorizadas expresamente por el Supervisor de Obra en forma escrita.

Las juntas de trabajo durante la ejecución del hormigonado en lugares previstos por razones constructivas, se deberá tener en cuenta lo estipulado en el presente documento y lo siguiente:

- Las juntas deberán ser rectas y limpias, sin material suelto ni extraño.
- El hormigón deberá estar bien compactado hasta el borde mismo de la junta.
- Siempre que las condiciones climáticas lo permitan y si no se presentan situaciones extraordinarias, no se deberá interrumpir el hormigonado por más de doce horas.
- No estará permitido colocar juntas de trabajo en columnas y vigas, salvo que situaciones especiales las hicieran necesarias, previa autorización del Supervisor de Obra.

En caso de que este tipo de juntas de trabajo exigieran el empleo de cintas de impermeabilización o el Contratista estime conveniente colocarlas, él tendrá que adquirirlas por cuenta propia y sin cargo alguno al costo del proyecto.

Las juntas en estructuras de hormigón impermeable, serán ejecutadas usando imprescindiblemente cintas de impermeabilización.

Para la construcción de las juntas de trabajo y el eventual suministro de material correspondiente, no se reconocerá remuneración especial.

3.11.3 Juntas de dilatación

Generalidades

Todas las juntas de dilatación a ejecutarse en las obras del presente proyecto serán construidas con cintas de impermeabilización.

Estas juntas están mencionadas en los planos de construcción y su costo estará incluido en el precio del hormigón.

Especificación de las cintas de impermeabilización (water stop)

Las cintas aptas para su empotrado en el hormigón y para formar una junta elástica e impermeable, tendrán las siguientes características principales:

- El material será de neoprene, vinil o material semejante aprobados por el Supervisor de Obra.
- El ancho de la cinta será de 150 mm y deberá tener un abultamiento central.

El material de las cintas será apto para soldadura. El Contratista deberá proponer el equipo y las herramientas para cortar las cintas y formar mediante soldaduras, uniones, bifurcaciones, etc.

Ejecución

Las juntas de dilatación serán construidas de acuerdo a lo indicado en los planos de construcción y lo especificado en los pliegos. El ítem comprenderá los trabajos necesarios para la debida configuración de la junta incluyendo la colocación perfecta de la cinta de impermeabilización.

El Contratista cuidará de que las juntas de dilatación exigidas atraviesen toda la estructura y trabajen conforme a su finalidad. Siempre y cuando no existan otras estipulaciones, las juntas de dilatación deberán ser calafateadas con material permanentemente elástico y en caso dado, para contacto con agua potable.

La colocación de las cintas de impermeabilización, deberá ser realizada de acuerdo a las instrucciones de fábrica, de tal forma que pueda garantizar la perfecta impermeabilización de las juntas.

Antes de la colocación de las cintas en su lugar respectivo en el encofrado, las mismas y especialmente las costuras, serán sometidas a una prueba de impermeabilidad mediante aparatos de impulso eléctrico de alta tensión. La prueba será llevada a cabo en presencia del Supervisor de Obra.

El corte a medida de las cintas y las costuras de uniones, serán ejecutadas con los equipos y herramientas adecuados y puestos a disposición del proyecto por el Contratista.

Las cintas se colocarán en el encofrado concerniente a la junta a impermeabilizarse, cubriendo ésta en toda su extensión. Las cintas deberán ser fijadas adecuadamente al encofrado para que no se desplacen durante el hormigonado.

La colocación del hormigón y su compactación en los lugares de las juntas con cintas de impermeabilización, deberá ser efectuado con sumo cuidado bajo control del Supervisor de Obra u otra persona de experiencia en este tipo de trabajo.

3.12 CURADO Y ACABADO

3.12.1 Curado del hormigón

Al elegir los equipos para la preparación del hormigón, el Contratista deberá tomar las medidas y disposiciones necesarias antes de empezar los trabajos de hormigonado para asegurar el proceso de endurecimiento y el correspondiente acabado del hormigón.

Luego del hormigonado, las estructuras deberán mantenerse húmedas constantemente y deberán protegerse contra la insolación y el viento durante el período de curado apropiado para cada caso (normalmente siete días consecutivos).

El Contratista tendrá la obligación de tomar todas las medidas necesarias para que el hormigón permanezca suficientemente húmedo. Se dedicará particular atención a las superficies expuestas al aire libre. Estas se cubrirán con paja, lonas o arena que mantendrán siempre en estado húmedo durante siete días como mínimo.

Las paredes exteriores y las demás superficies verticales, después de haber sido desencofradas, deberán ser cubiertas con láminas de polietileno para conservar la humedad y lograr un curado adecuado.

Los costos del curado deberán estar incluidos en el ítem hormigón.

3.12.2 Tratamiento de superficies visibles

Considerando la ubicación y el objeto de las estructuras de hormigón, el Contratista tomará las medidas convenientes para que las superficies visibles tengan el acabado correspondiente, con un encofrado adecuado no permitiéndose revoques.

Estas medidas tienen dos metas, a saber: proteger dichas superficies y darles un aspecto exterior estético.

Al efectuar el acabado también se eliminarán las irregularidades originadas por juntas de construcción, defectos de encofrados, etc.

Los costos deberán estar incluidos en el ítem de hormigón.

3.13 PRUEBAS DE IMPERMEABILIDAD

Todas las obras sometidas a ciclos de agua, serán sometidas a pruebas de impermeabilidad durante siete días después de la saturación del hormigón con agua.

La prueba se considerará satisfactoria si el nivel del agua no baja más del 0.5% (cero punto cinco por ciento) de la altura del nivel de agua, en el lapso de 24 horas. Para estructuras a cielo abierto hay que considerar la evaporación.

Para realizar la prueba de impermeabilidad valen las siguientes prescripciones:

- Todas las aberturas (pasamuros, tubos, etc.), deberán ser cerradas de manera tal que queden impermeables por medio de bridas ciegas.
- Las paredes exteriores deberán ser visibles, es decir, la prueba deberá ser efectuada completa o parcialmente antes de rellenar el espacio entre el talud de la fosa y las paredes de la estructura.
- Los revoques y pinturas de cualquier clase serán colocadas recién después de la recepción de la prueba con excepción de los de impermeabilización.
- Si durante la prueba de impermeabilidad se constataran fugas de agua, el Contratista deberá reparar el hormigón en estos lugares, de acuerdo con procedimientos propuestos por el Contratista y aprobados por el Supervisor de Obra, la aprobación por parte del Supervisor de Obra no excluye la responsabilidad del Contratista.
- La prueba será repetida tantas veces como fuera necesario, hasta comprobar la impermeabilidad de los tanques, desarenador, sedimentador, y todos los elementos que lo necesiten.
- El Contratista no recibirá pago alguno por este concepto, pues se considera que la ejecución de un hormigón impermeable, forma parte de sus obligaciones.
- El Contratista llenará con agua los tanques, desarenador, sedimentador y cámaras, para la realización de estas pruebas sin remuneración adicional alguna, debiendo estar los costos incluidos en el precio del hormigón.

3.14 TOLERANCIA PARA TRABAJOS DE HORMIGÓN

3.14.1 Tolerancia de posición

La tolerancia máxima de la posición de las superficies de las estructuras hormigonadas, con relación a los ejes de construcción y las alturas, es de más o menos 15 mm.

En caso de contradicción entre la tolerancia indicada en los planos de construcción y aquella especificada en este artículo, valdrá la tolerancia señalada en los planos de construcción.

3.14.2 Tolerancias de desigualdades en las superficies

Se diferenciarán entre:

- Desigualdades bruscas en las superficies de hormigón.
- Desigualdades progresivas en las superficies de hormigón.

Las primeras, normalmente causadas por el desplazamiento de los elementos del encofrado, se determinarán directamente basándose en la diferencia entre las superficies desplazadas. Las desigualdades progresivas se determinarán a partir de la medida exacta en un largo de 1.50 m.

Si en los planos de construcción no se indicaran otros valores, serán válidas las siguientes tolerancias:

- Desigualdades bruscas: 3.0 mm (tres mm)
- Desigualdades continuas: 5.0 mm (cinco mm)

3.14.3 Incumplimiento de las tolerancias

En caso de que estructuras o partes de éstas sobrepasen los límites de las tolerancias indicadas en los artículos anteriores, el Contratista las demolerá y las reconstruirá por cuenta propia.

En este caso el Supervisor de Obra indicará cuales de las partes de la estructura serán demolidas y reconstruidas.

3.14.4 Posición de fierros de armado

Los fierros de la armadura para las estructuras de hormigón, serán colocados exactamente según los planos considerando las prescripciones de las normas CBH-81 respectivas, especialmente en lo que se refiere a las distancias mínimas y máximas entre las barras.

3.15 CÁMARAS, DEPÓSITOS, IMPERMEABILIZACIÓN, SELLADO DE JUNTAS

Comprende todos los trabajos necesarios para la protección de la estructura de hormigón armado y simple, contra las filtraciones de su contenido de agua, protección contra la humedad ascendente en sobrecimientos, protección de la losa de cubierta y sellado de juntas.

3.15.1 Impermeabilización interior de tanques, estanques, cámaras, etc.

El revoque impermeable de mortero para el recubrimiento de la superficie interior de los tanques, estanques, cámaras, etc. será de cemento Portland y arena en una proporción 1:3, además contendrá un aditivo hidrófugo, en la preparación recomendada por el fabricante, el hidrófugo a emplearse deberá ser aprobada por el Supervisor de Obra.

El revoque se aplicará en tres capas: lechada, primera capa y segunda capa, obteniéndose un espesor total de 1.5 cm.

Primeramente se procederá a picar ligeramente la superficie a impermeabilizar, luego se limpiará liberándola de toda materia extraña y se aplicará la lechada de cemento con aditivo impermeabilizador.

Posteriormente se realizará un revoque áspero e inmediatamente que este haya prendido, se aplicará la capa exterior que terminará con un pulido de la superficie con cemento puro.

Para establecer su condición de estanqueidad se realizarán pruebas de impermeabilidad tal como fueron descritas en capítulos anteriores. Pruebas de impermeabilidad, los costos de este trabajo deberán estar incluidos en el ítem Revoque Impermeabilizante.

3.15.2 Impermeabilización de losa de cubierta

En el vaciado de la losa se tendrá especial cuidado en proporcionar a la cubierta una mínima pendiente. Verificado esto, se procederá a la impermeabilización mediante dos capas de cartón asfáltico, colocándolas intercalando asfalto, con un espesor de 1.5 mm.

Así mismo una vez colocada la última capa de cartón asfáltico, se vaciará asfalto en un espesor de 2 mm y encima gravilla de granulometría uniforme de 2 mm. de diámetro.

3.15.3 Impermeabilización de sobrecimientos

Encima de los sobrecimientos, se colocará una capa de cartón asfáltico en todo el ancho del muro, se fijarán con asfalto y los traslapes longitudinales serán mínimo de 0.10 m.

3.15.4 Sellado de Juntas

El sellado de juntas verticales se realizará con el hidrófugo SIKA FLEX-1A ó similar. Las superficies a ser impermeabilizadas, deben estar estructuralmente sanas y secas, libres de polvo, natas de cemento, grasas, etc.

Cuando las superficies sean porosas como el hormigón, se recomienda aplicar antes SIKA primer 1, para mejorar su adherencia. Una vez aplicado el producto, se dejará secar un mínimo de 8 horas antes de llenar el tanque con agua.

Las juntas horizontales se impermeabilizarán mediante dos capas de cartón asfáltico, colocándolas intercalando asfalto con un espesor de 1.5 mm.

4 EDIFICACIONES

4.1 DEFINICIÓN

Comprende la ejecución de todos los elementos de obras civiles e instalaciones correspondientes a las edificaciones previstas en el Proyecto, tales como: fundaciones, cimientos, sobrecimientos, pisos, paredes, revestimientos, techos y cubiertas, cielo raso, carpintería, vidrios, pinturas y barnices, quincallería, instalación sanitaria e instalación eléctrica.

4.2 EJECUCIÓN

4.2.1 Cimientos

Los cimientos serán construidos de hormigón ciclópeo con 40 % de bolones de piedra desplazadora, de acuerdo a planos.

Se procederá a construir los cimientos una vez que se tenga la zanja respectiva terminada, nivelada y perfectamente limpia, con un ancho no menor a 0.40 m y una altura de 0.50 m como mínimo. Las piedras serán lavadas y se colocarán en forma progresiva al vaciado de la mezcla, desplazandola.

El Contratista deberá proporcionar los materiales, herramientas y el equipo para la ejecución.

4.2.2 Sobrecimientos

Se refiere a la construcción de la base del muro que sobresale del terreno hasta una altura mínima de 0.25 m la que será construida de hormigón ciclópeo con 40 % de bolones desplazadores.

Se procederá al encofrado una vez que los cimientos estén terminados o en forma simultánea, tendrá un ancho mínimo igual del muro y una altura máxima salvo indicación en contrario de los planos, de 0.40 m.

Las herramientas, madera de encofrado y demás equipo deberá ser provisto por el Contratista.

4.2.3 Impermeabilización

Sobre los sobrecimientos, se colocará una capa de cartón asfáltico en todo su ancho, la misma que se fijará con asfalto aplicado en caliente. Deberá tener traslapes longitudinales de 10 cm como mínimo.

4.2.4 Albañilería de ladrillo

Comprende la construcción de muros de ladrillo. Las piezas a ser utilizadas deben ser de primera calidad y estar libres de deformaciones, desportilladuras u otros defectos. La Supervisión rechazará el material que a su criterio no cumpla con estos requisitos.

Los ladrillos serán colocados con mortero de cemento Clase II. Los ladrillos deberán estar sumergidos en agua antes de ser colocados.

En su ejecución la mampostería de ladrillo será construida en hileras perfectamente horizontales, con los ladrillos colocados sobre la capa de mortero de espesor no menor a 1.00 cm.

Todas las hiladas deberán colocarse perfectamente horizontales a plomada y escuadra, trabadas correctamente entre sí. No se permitirá el

uso de ladrillos quebrados, excepto si estos fueran necesarios para formar una traba correcta.

El mortero se preparará en cantidades necesarias para su uso inmediato. El mortero que no haya sido utilizado dentro de los treinta minutos después de haber sido mezclado con agua será rechazado y no podrá ser reactivado.

Los muros de ladrillo serán ejecutados de acuerdo a las tramas indicadas en los planos para los espesores de muros deseados.

Las caras de los muros que se mantendrán vistas, serán prolijamente terminadas y en las juntas se deberá retirar el mortero generando una hendidura de 1 cm de espesor.

4.2.5 Revoques, enlucidos, revestimientos y zócalos

Revoque de mortero

Esta Sección comprende los revoques tanto interiores como exteriores de las diferentes obras. El trabajo será hecho de acuerdo a las notas e instrucciones contenidas en los planos y de conformidad con las instrucciones complementarias que imparta el Supervisor de Obra.

El mortero salvo especificación especial, será clase III o la indicada por el Supervisor de Obra.

Todos los paramentos tales como muros, losas, columnas, etc. de hormigón serán previamente picadas para lograr una buena adherencia del mortero.

Los muros de obra que deben revocarse serán perfectamente planos y preparados, retirándose los excesos de mezcla residual de las juntas y humedeciéndolos. Para el revoque grueso no se admitirá espesores mayores a 2 cm.

Revoque con cemento/cal

Los revoques exteriores como ser muros, antepechos de ventanas, mojinetes, y elementos verticales que se muestran en planos de fachadas. Se los efectuará en base de una primera mano gruesa de mezcla de cemento, cal y arena en la proporción 1:2:6 respectivamente, sobre la que se aplicará otra mano de acabado fino.

Para conseguir un terminado fino y uniforme se emplearán en este trabajo obreros especializados.

Revoque de yeso

Todos los muros interiores de las edificaciones, salvo los que vayan a recibir pintura barniz sobre ladrillo o revestimiento de azulejos o revoques de cemento, serán revocados con yeso debiendo emplearse reglas metálicas para su ejecución, las superficies deberán resultar perfectamente planas y lisas, libres de ondulaciones, a plomada y escuadra con los elementos periféricos. El enlucido de yeso se aplicará sobre los muros de ladrillo con un espesor no menor a 1.0 cm; el yeso a

usarse será de primera calidad y de molido fino, no debiendo tener terrones ni impurezas.

En este caso también se deberán picar previamente todos los elementos de concreto antes de realizar el enlucido de yeso.

Enlucido de cemento

Este ítem se refiere al enlucido con cemento puro de superficies revocadas y contrapisos de hormigón dejando una superficie totalmente lisa y uniforme. El enlucido deberá aplicarse como terminación de los trabajos de revoque o vaciado de los pisos.

Zócalos

Este ítem se refiere a la provisión e instalación de zócalos o guardapolvos en el interior de los ambientes. Los materiales de este ítem corresponderán al color, tamaño, calidad y tipo de material utilizado en los pisos de cada ambiente.

- Para zócalos de cerámica, mosaico o mosaico granítico
- Previa la colocación del zócalo, el muro deberá estar limpio y libre de materiales extraños como yeso, cal u otros. Se procederá al colocado con mortero con una proporción de 1:3. Las piezas de cerámica o mosaico antes de ser colocadas deberán ser sumergidas en agua, todas las juntas deberán ser emboquilladas con cemento.

En todos los elementos de madera se incluye el barnizado y pintado.

4.2.6 Botaguas de hormigón armado

Este ítem considera la construcción de botaguas en el antepecho de todas las ventanas y lugares indicados en los planos; de acuerdo a las especificaciones de hormigón armado.

Se utilizará encofrado para el vaciado y posterior enlucido del mismo.

La cara superior tendrá una pendiente de 10% y la cara inferior un goterón en toda la longitud del botaguas.

Se debe efectuar un curado minucioso por el lapso de 7 días de este elemento para evitar la aparición de fisuras.

4.2.7 Pisos

El trabajo de piso comprende el suministro y la instalación de los materiales de recubrimiento como ser cemento o concreto gris o color, cerámica esmaltada y otros tal como se indica en los planos. Tales recubrimientos serán instalados sobre soladuras de piedra con contrapiso y losas de hormigón niveladas con contrapiso.

El trabajo será ejecutado utilizando en cada caso los materiales indicados y de acuerdo con las dimensiones, espesores, cotas, niveles y rasantes contenidos en los planos y en conformidad a éstas especificaciones.

Los materiales de superficie y los pegamentos a utilizarse serán aquellos

indicados en los planos o equivalentes aprobados por el Supervisor de Obra.

Los materiales de revestimiento serán instalados después de que la superficie de contrapiso, haya secado completamente y después de que dichas superficies hayan sido limpiadas a satisfacción del Supervisor de Obra. Las superficies de revestimiento, una vez instalados los materiales, serán cuidadosamente limpiados de todo residuo de pegantes y otras sustancias antes de la entrega de obra.

Pisos de cemento o concreto gris o color

Este ítem comprende la ejecución de pisos cuyo acabado final es de cemento gris o con color. Tal el caso de aceras exteriores o en algunos ambientes interiores. Este ítem comprende al mismo de contrapiso incluyendo el acabado con un enlucido de cemento puro o tierra de color.

Piso de cerámica esmaltada

Se colocará sobre el contrapiso ya ejecutado. Las juntas se dejarán de 2 mm, se deberá cuidar el nivel y la línea de las juntas, posteriormente se ejecutará la lechada de cemento a fin de que penetre entre las juntas de la cerámica, el color y calidad serán aprobados por la supervisión.

Soladura de piedra

Para la soladura se utilizará piedra manzana de primera calidad la que será colocada sobre terreno firme compactado y nivelado dejando limpias las uniones. Las piedras serán de un diámetro aproximado de 0.15 m.

Contrapiso

Este ítem se refiere al colocado de una capa de mortero clase 3 vaciado sobre la soladura o losas de hormigón armado.

En el caso de que se realice sobre soladura, ésta deberá ser limpiada previamente, las juntas y toda la superficie, después de mojar con agua, se vaciará la mezcla bien nivelada con un espesor no menor a 0.04 m.

En el caso de ser vaciada sobre losa, ésta se deberá picada y limpiada, una vez definidos los niveles de piso, para una mejor adherencia del mortero con la losa se debe considerar una lechada de cemento antes de vaciar el mortero que no deberá ser menor a 4 cm, el acabado deberá ser preparado para recibir los revestimientos de piso.

4.2.8 Techos y cubiertas

Los techos serán estructuras de madera con cubiertas de fibrocemento de primera calidad.

La madera a utilizarse será almendrillo de primera calidad, seca y sin rajaduras, ojos y otros defectos que pudieran afectar sus cualidades estructurales. Igualmente, los materiales de ferretería y la teja serán de óptima calidad.

Las estructuras de madera serán fabricadas en estricto ajuste con los planos, detalles e instrucciones complementarias aclaratorios del Supervisor de Obra. Las piezas de madera serán cortadas a medida, con precisión y el armado de la estructura será ejecutado con toda prolijidad utilizando platabandas metálicas empernadas siguiendo las instrucciones y notas de los planos e indicaciones complementarias del Supervisor de Obra. Igualmente, la instalación de las estructuras de madera y de las piezas de cubierta de teja serán ejecutadas con todo esmero.

Todos los materiales deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra antes de ser incorporados en la obra.

Todo el maderamen de cubierta y cielo raso deberá ser tratado previo a ser instalado con una fumigación anti-termitas que estará sujeto a especificaciones del fabricante.

4.2.9 Cielo raso

Este ítem comprende los cielos rasos falsos aplicados bajo entramados de cubierta y aleros.

El cielo raso aplicado sobre entranquillado de listonería de 2" x 2" cada 50 cm, será de yeso planchado sobre un entortado de malla de 3/4" N° 21, paja y yeso.

La madera de listones a usarse en cielos rasos falsos y/o aplicados será de adecuada dureza, seca y libre de rajaduras, ojos y otros defectos.

Todos los materiales deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra antes de ser incorporados en la obra.

Se utilizarán métodos reconocidos y aceptados en la ejecución de estos trabajos. El acabado superficial, las aristas, los ángulos, las molduras y los encuentros con muros y/o columnas serán ejecutados en forma meticulosa.

4.2.10 Carpintería

Carpintería de madera y quincallería

Esta sección comprende todas las obras de carpintería de madera. Se ejecutarán según su ubicación, forma y medidas indicadas en planos y detalles. Este ítem se refiere a la construcción en madera y colocado de puertas, ventanas y cajonería de mesones y roperos empotrados. Además, comprende los marcos, batientes, tapajuntas, botaguas, toda la quincallería como chapas tipo YALE, bisagras, picaportes, topes, jaladores, pispotes, etc. Los materiales serán de primera calidad.

Cualquier variación o modificación será bajo aprobación escrita del Supervisor de Obra.

No habiendo especificación en contrario, el tipo de madera a usarse en marcos, puertas, tableros y ventanas será madera maza o roble de primera calidad.

Los marcos de puerta tendrán una sección de 2" x 4" con rebaje adecuado tanto para puertas como para ventanas. Los ensambles serán a caja y espiga encofrados a fin de mantener su escuadra. Se entregará

en obra con los correspondientes listones oblicuos clavados a su cabezal y jamba, éstos a su vez se unirán en su parte inferior por otro listón.

Las puertas se ejecutarán de acuerdo a los planos ya sean puertas tableros o puertas vidrieras. Estos serán de 2" de espesor mínimo y serán de madera mada o roble ambos de primera calidad. Se dejará el rebaje adecuado para el vidrio y su respectivo junquillo, para el caso de puertas vidrieras.

Las ensambladuras a usarse serán a caja y espiga, reforzándolas, como mínimo con dos clavijas de madera encoladas en forma perpendicular a la lengüeta.

Las hojas o batientes tendrán una sección de 1 1/2 x 4" tendrán una ensambladura a caja y espiga reforzándolas, como mínimo con dos clavijas, de madera encoladas en forma perpendicular a la lengüeta. Los botaguas serán unidos al travesaño inferior de la hoja con clavos sin cabeza y encolados.

En los marcos y batientes se dejará el rebaje adecuado para el vidrio y su respectivo junquillo de contravidrio.

Se colocarán tapajuntas en marcos de ventanas y puertas de la misma madera.

Las superficies y uniones se terminarán bien alisadas y suaves al tacto. Las partes móviles se colocarán de manera que giren o se muevan sin tropiezos, con el juego mínimo necesario.

Las ventanas que dan al exterior deberán tener botaguas de madera. Así mismo, las juntas entre los muros y los marcos se deberán sellar con silicona para evitar el ingreso de agua.

Carpintería metálica

Esta sección comprende todas las obras de carpintería metálica, de perfiles de acero. Se ejecutarán según su ubicación, forma y medidas indicadas en planos y detalles como, cerchas, escalera y barandas metálicas, puertas y ventanas, escotillas, rejillas, etc.

Cualquier variación o modificación será bajo aprobación escrita del Supervisor de Obra.

El acero a utilizar será nuevo y sin herrumbre, debiendo el Contratista presentar para aprobación del Supervisor de Obra, con la suficiente anticipación, muestras de hierro, perfiles, herrajes y accesorios.

Las piezas serán soldadas con soldadura al arco conformando filetes de espesor no menor a 1/8".

Las superficies y uniones se terminarán bien alisadas y suaves al tacto. Las partes móviles se colocarán de manera que giren o se muevan sin tropiezos, con el juego mínimo necesario.

Antes de su colocación se dará una mano de pintura estabilizadora de óxidos tipo "Monopol" o similar sin mezcla de colorantes, formando una

capa protectora homogénea. Antes de todo vestigio de oxidación o de grasas.

El Contratista previa aprobación del Supervisor de Obra podrá hacer modificaciones o enmiendas, especificadas o no, a efecto de lograr la rigidez e indeformabilidad de la carpintería metálica.

Una vez colocadas la carpintería será terminada con dos capas de pintura al óleo.

4.2.11 Vidrios

Esta Sección comprende el suministro y la instalación de vidrios en puertas y ventanas de acuerdo a tipología indicada en planos.

El trabajo será ejecutado de acuerdo a las notas, instrucciones e indicaciones contenidas en los planos y según la indicación del Supervisor de Obra.

Los siguientes tipos de vidrios son los previstos para la obra:

- Vidrio doble en ventanas, espesor mínimo de 4 mm.
- Vidrio catedral para ventanas de baño, espesor mínimo de 4 mm.

Los vidrios serán de fabricación esmerada (flotados), perfectamente planos, sin alabeos, manchas, picaduras, burbujas ú otros defectos y estarán bien cortados, tendrán aristas vivas y serán de espesor regular. La masilla será de primera calidad, se colocará como base para asegurar el vidrio con el junquillo de madera.

El corte de vidrios será hecho de modo que sus lados tengan de 2 a 3 mm menos que el armazón que deba recibirlos, el espacio restante se rellenará con masilla.

No se permitirá la colocación de vidrios antes de que las estructuras, tanto metálicas, como de madera, hayan recibido la primera mano de pintura o barniz.

4.2.12 Pinturas y barnices

Todas las superficies de muros, cielos rasos, carpintería, etc., que deben ser terminados con la aplicación de pinturas, responderán a las indicaciones sobre tipo, color, etc., y en conformidad con las instrucciones complementarias que el Supervisor de Obra pudiera dar.

Todos los materiales a emplearse serán de primera calidad y responderán a las características de fábrica.

Los materiales a utilizar serán:

- Pintura a la cal sobre revoque grueso (exterior).
- Pintura látex sobre muros enlucidos con yeso (inferior).
- Barniz sintético tipo flecto o similar en carpintería de madera de puertas y ventanas, cajonería de mesones y vigas vistas de aleros.
- Barniz sintético tipo flecto o similar para ladrillo visto, resistente a la intemperie.

Todas las superficies que deban pintarse se prepararán corrigiendo los defectos, manchas o asperezas que pudieran tener las maderas, revoques, yesos y trabajos de herrería.

Dentro de lo posible y si el Supervisor de Obra así lo recomienda, debe terminarse una mano de pintura en toda la obra, antes de aplicar la siguiente.

No se permitirá el uso de pintura espesa para tapar poros, grietas ú otros defectos. Se deberá efectuar una limpieza diario de los locales antes de dar inicio a la pintura o blanqueado. Se cuidará especialmente que el recorte quede bien limpio y perfecto con las pinturas y blanqueo en los contravidrios, zócalos, tapa, cornisas, vigas, cielos rasos, etc.

La cal a emplearse para las fachadas será la denominada grasa, su apagado será de por lo menos 12 hr antes de su empleo.

La preparación de la cal deberá contener una parte de cemento blanco por cuatro partes de cal, o por cada kilo de cal tres por ciento (3%) de sal de cocina o alumbre, el cual deberá estar bien mezclado con la lechada. La aplicación se hará con brocha, cepillo o máquina según lo señale el Supervisor de Obra y posteriormente se aplicará 2 manos de pintura látex.

Para la aplicación de pintura al óleo en interiores, previo lijado liviano con papel lija No. 1 y masillado se dará una mano de imprimación. Luego del secado respectivo se aplicarán dos manos de pintura, sometiéndose el acabado al juicio del Supervisor de Obra.

La primera mano se imprimirá a brocha, las siguientes a rodillo con una textura granulada menuda.

Donde se constate o sospeche la presencia de hongos, la superficie será lavada con una solución de detergente y la superficie será lavada después prolijamente con agua pura, posteriormente se aplicará con brocha una solución fungicida. Una vez secados los parámetros, éstos estarán en condiciones de recibir la pintura.

Para aplicar el barniz en superficies de madera, se limpiará la superficie con cepillo de cerda dura de forma de asegurar una buena adherencia, eliminando manchas grasosas con disolvente, lijando luego en seco con lija de grano fino. Posteriormente se aplicará a brocha un tapa poros de madera (sellante) y luego de cinco minutos se deberá frotar con un trapo en sentido de la veta para eliminar el exceso, luego de por lo menos 24 hr se aplicará una mano de barniz sintético, siguiendo las instrucciones de fábrica, a fin de lograr un mejor acabado.

En ningún caso se permitirá menos de dos manos de barniz sintético plastificante.

5 CERCOS DE PROTECCIÓN

5.1 DEFINICIÓN

Comprende la provisión de materiales, mano de obra y equipo para la realización de todos los trabajos relativos a la protección perimetral y otros.

5.2 CERCO DE MALLA OLÍMPICA

Consistirá en la colocación de una malla olímpica de altura variable en las ubicaciones indicadas en planos y otras indicadas por el Supervisor de la Obra. Esta malla será sostenida por postes de hormigón colocados cada 2 m como máximo o como estén indicados en planos. Estos postes irán fundados en cimientos y dados de hormigón ciclópeo de acuerdo a las indicaciones del plano y recomendaciones del Supervisor de Obra.

El alambre a ser utilizado en la malla olímpica, será N°. 10 de 3.4 mm de espesor. La malla olímpica será debidamente tesada entre los postes mediante medios mecánicos y fijada en algunos puntos de los postes, así como del angular de la parte superior.

Para el cerco perimetral, la altura de la malla será de 2.00 m. de altura, se deberá considerar las puertas de acceso de acuerdo a planos de detalle

6 PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

6.1 GENERALIDADES

Comprende la provisión, el transporte interno, la instalación, prueba y desinfección de las tuberías de los siguientes materiales:

- a. Tuberías y piezas especiales de fierro galvanizado,
- b. Tuberías y accesorios de PVC.

6.2 MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MANO DE OBRA

Las tuberías, piezas especiales y material de junta serán provistas por el Contratista además de suministrar el material que complementariamente pudiera ser requerido, ajustándose a los requerimientos de calidad contenidos en las Especificaciones Técnicas Generales y Particulares del Proyecto para el suministro de materiales.

El Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, especialmente herramientas y equipos, así como el material de lubricación para la confección de juntas, realización de las pruebas y desinfección de las instalaciones.

6.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El Contratista es el único responsable por el transporte, manipuleo y almacenamiento de las tuberías, piezas especiales y accesorios, corriendo por su cuenta y riesgo todos los gastos emergentes de estas obligaciones. Durante las faenas de carga y descarga, condiciones de transporte y almacenamiento deberá tener el cuidado necesario para no dañar las piezas, debiendo proveer los equipos y herramientas adecuadas para esta maniobra, observando las recomendaciones del fabricante e instrucciones del Supervisor

de Obra. El almacenamiento temporal de las tuberías deberá hacerse en pilas de no más de 1,5 m de altura y en condiciones de seguridad. Las piezas de PVC no deberán ser expuestas al sol por tiempos prolongados.

6.4 INSTALACIÓN DE LOS TUBOS Y PIEZAS ESPECIALES

Las tuberías y piezas especiales deberán ser instaladas verificándose los niveles del fondo de zanja y de las claves de las tuberías, así como de las dimensiones de las válvulas, ventosas y cámaras de protección. El Supervisor de Obra verificará los niveles antes de la posición final.

Se deberán colocar solamente las tuberías y piezas aprobadas por el Supervisor de Obra que estén en buen estado. Después de un examen cuidadoso que permita descubrir y desechar las piezas defectuosas, previamente se corregirán los defectos susceptibles de reparación, en especial de los revestimientos interiores y exteriores.

6.4.1 Tubería de fierro galvanizado

Materiales, herramientas y equipo

Las tuberías deberán ser fabricadas de fierro galvanizado (FG) con superficies interior y exterior lisas completamente, de acuerdo a la Norma ISO-TC-17 y con coeficiente de Hazen-Williams $C=100$. La presión de trabajo admisible será de 30 Kg/cm² y la presión de prueba será de 45 Kg/cm². Las tolerancias de peso y espesor de los tubos deberán ajustarse a la Norma ISO-R-65.

Estas tuberías serán de extremos roscados (11 hilos por pulgada) según Norma ISO-R-7.

Las coplas o uniones tendrán una longitud mínima de acuerdo a la Norma ISO-R-50. Las longitudes de tubos deberán ser de 6 metros.

Durante la manipulación, las tuberías deberán estar protegidas en sus extremos por tapas plásticas cubre-roscas.

Las deflexiones de las tuberías se lograrán mediante el empleo de codos del mismo material en 45 y 90 grados de curvatura.

Se rechazarán todas las piezas y tuberías que presenten exudaciones, burbujas o filtraciones cuando sean sometidas a pruebas hidráulicas y las que presenten cavidades porosas con profundidades mayores a 0.1 mm.

Las características del material deberán ser avaladas mediante un Certificado de Calidad emitido en el país de origen por el fabricante, por el proveedor o la institución responsable del Control de Calidad, certificándose este aspecto en el Libro de Ordenes por el Supervisor de Obra.

Instalación de tubos

Para el cortado y tarrajado de los tubos: Las extremidades se limpiarán, removiendo completamente todo material extraño o en exceso del revestimiento. Los bordes externos no deberán presentar aristas vivas. Cuando el tubo sea cortado en campo, el extremo será convenientemente biselado con equipamiento mecánico de corte. Los

corte deberán ser ejecutados mediante prensas de banco y cortatubos de discos.

El Contratista deberá contar con un equipo completo para efectuar roscas (tarrajado) en todos los diámetros requeridos. El tubo deberá sujetarse mediante prensas de banco, cuando menos 2 si la longitud es mayor a 2.5m, y durante el proceso de tarrajado se utilizará aceite para la lubricación del corte.

La instalación de la tubería seguirá las siguientes recomendaciones: Todo acople entre tubos, o entre tubos y accesorios, deberá ser ejecutado limpiando previamente las limaduras y colocando cinta teflón en el lado macho de la unión y utilizando pintura especial apropiada para este trabajo.

Al ejecutar uniones roscadas en piezas a unir, deberá garantizarse la penetración del tubo en porciones iguales dentro del acople. La longitud roscada del extremo del tubo deberá ser, cuando menos, igual al 65% de la longitud de la pieza de acople.

El ajuste de piezas en diámetros mayores a 1", será efectuado a través de llaves de cadena. Durante la instalación de la tubería, las extremidades abiertas deberán ser taponadas con piezas provisionales adecuadas, para evitar la penetración del agua y de cuerpos extraños.

El tendido de la tubería de FG seguirá las siguientes recomendaciones: La tubería ya instalada será mantenida en la posición correcta, iniciándose el relleno y la compactación simultáneamente en ambos lados, y posteriormente en los vanos excavados para las juntas.

No deberá permitirse el tránsito de personas sobre la tubería instalada.

La limpieza interna del tubo, después de su instalación se hará a través de una escobilla sujeta a una cuerda, previamente colocada en posición. Esta, al ser pasada por el interior del tubo, no deberá soltar residuos, dañar el revestimiento o desplazar el tubo de su posición.

En caso de interrupción o conclusión de la jornada de trabajo, se deberá taponar convenientemente las bocas libres del tendido para evitar la entrada de cuerpos extraños.

6.4.2 Tuberías de PVC

Materiales, herramientas y equipo

Las tuberías, juntas y piezas especiales serán de PVC, allá donde se indique en planos de construcción., del tipo, clase, espesor, resistencia y diámetro especificada.

Las tuberías deberán cumplir con las siguientes normas:

- Norma Boliviana: NB 213-77
- Norma ASTM: D-1785 y D-2241

Las superficies interna y externa de los tubos serán completamente lisas y estar libre de grietas, fisuras, ondulaciones y otros defectos que alteren su calidad. El color de los tubos y piezas será uniforme.

Las tuberías y accesorios procederán de fábrica por inyección de molde, no aceptándose el uso de piezas obtenidas mediante cortes o uniones de tubos. Ningún caso las tuberías deberán ser calentadas en sitio ni dobladas, debiendo para este caso solucionar las deflexiones con codos de diferentes ángulos.

La tubería de PVC deberá almacenarse sobre soportes adecuados y apilarse en alturas no mayores a 1.50m, especialmente si la temperatura ambiente es elevada, debido a posibles deformaciones de las camadas inferiores.

Instalación de la tubería

La tubería será instalada con asiento en toda su longitud sobre el lecho. Los tubos antes de bajarlos a la zanja y después de instalados, deberán ser limpiados, haciéndose pasar por su interior una escobilla con una cuerda. Las extremidades de los tramos parciales de la tubería, deberán cerrarse con tapones cuando no se trabaje en los mismos.

Las deflexiones de las juntas y curvado de las tuberías deberá ajustarse a las recomendaciones del proveedor. Para cambios de dirección de mayor magnitud se usarán piezas especiales de PVC.

Uniones

a. Juntas elásticas

Es una junta de goma de montaje deslizante. La estanqueidad se obtiene mediante la compresión del anillo de goma entre la espiga de un tubo y la campana del otro. La flexibilidad de la junta permite obtener deflexiones una vez efectuada la conexión.

b. Juntas soldadas

Es una junta espiga-campana ensamblada mediante soldadura de PVC de marca autorizada por el proveedor y aprobada por el Supervisor de Obra.

La unión elástica con espiga y campana, se efectuará con el siguiente procedimiento:

- Se limpiará cuidadosamente, la hendidura donde se aloja el anillo de goma en la campana, como también la espiga y el anillo de goma a ser utilizado.
- Se colocará el anillo de goma en la hendidura, comenzando por la parte inferior de la campana, presionando el anillo contra el fondo de la hendidura con los huecos en dirección al fondo del tubo.
- Verificar el buen estado del bisel en la espiga del tubo para evitar el rasgado del anillo de goma durante la operación de junta.
- Marcar con una tiza en la espiga del tubo un trazo de referencia de la extremidad, igual a la profundidad de la campana menos un centímetro.
- Aplicar el lubricante sobre la superficie expuesta del anillo de goma alojado en la campana y sobre la espiga del otro tubo, aproximadamente dos centímetros del trazo marcado.
- Centrar bien la espiga en la campana del tubo ya instalado y

mantener los tubos en esta posición.

- Empujar la espiga dentro la campana hasta el trazo de la referencia marcada. No se debe pasar esta posición a fin de garantizar la flexibilidad de la junta.
- Verificar si el anillo está en la posición correcta dentro de la campana, introduciendo una lámina hasta que toque el anillo uniformemente en todos los puntos de la circunferencia.

Para la confección de las uniones soldadas, se deberá limpiar el extremo del tubo y la campana con limpiador especial, luego se aplica la soldadura con una brocha de cerda, una vez efectuada la unión, deberá aparecer el cordón de soldadura que penetre al tubo, si esto ocurre se procederá a la limpieza inmediata. Toda la operación desde la aplicación de la soldadura hasta la terminación de la unión, no debe durar más de un minuto. Se deberá dejar en reposo 15 minutos antes de mover la tubería.

6.4.3 Tuberías de HDPE

Materiales, herramientas y equipo

Las tuberías, juntas y piezas especiales serán de HDPE, allá donde se indique en planos de construcción; del tipo, clase, espesor, resistencia y diámetro especificado.

Se deben respetar estas Especificaciones Técnicas, las normas nacionales e internacionales y las instrucciones del fabricante indicadas en sus manuales y las dadas directamente para cada obra.

Las Tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE por sus siglas en ingles), deben ser tubería para presión fabricada con material 100% virgen de primera calidad. La tubería debe estar diseñada para una vida útil de 50 a 100 años, ser 100% atóxica y no contener sales de metales pesados.

El dimensionamiento de las tuberías deben ser en base a la norma ISO 4427 siendo la tubería milimétrica, los diámetros corresponden al diámetro externo.

Las tuberías deberán cumplir con las siguientes normas:

- Norma NTP ISO 4427:2007
- Norma ISO 1183, ISO 6259, ISO 527, ISO 868, ISO 12162, ISO TR 10837, ISO 4427
- Norma ASMT D 1603, ASTM D 396, ASTM D638, ASTM D 792-00, ASTM D 1603-06, ASTM D 648-06, ASTM D 638-03, ASTM D 256-06
- Norma DIN 52612

Instalación de la tubería

Debido a su gran flexibilidad las tuberías pueden ser instaladas siguiendo el contorno del terreno y/o pueden cambiar de dirección sin necesidad de utilizar accesorio alguno.

Dado que las tuberías HDPE admiten radios de curvatura relativamente reducidos, el trazado deberá elegirse de modo que puedan realizarse

cambios de dirección en sentido horizontal doblando únicamente aquellas, por lo que resulta innecesario utilizar codos costosos.

Es recomendable no practicar a 20°C radios de curvatura inferiores a los que se indican por el fabricante.

Si el tendido se realiza a 0°C los radios de curvatura indicados anteriormente se incrementarán 2.5 veces. Entre 0°C y 20°C el radio de curvatura puede determinarse por extrapolación lineal.

Toda instalación de tubería de HDPE que no se realice en zanja, deberá ser realizada con tubería color negro con protección UV.

Suministro de las Tuberías

Cuando los tubos lleguen al lugar donde deben ser instalados se repartirán a lo largo de la conducción. En el caso de que la zanja no estuviese abierta todavía, se colocarán en el lado opuesto a aquel en que se piensa depositar la tierra procedente de la excavación de la zanja.

Los tubos de pequeño diámetro suministrados en rollos, se extenderán tangencialmente y los de mayor diámetro se extenderán, en posición horizontal, atando a un punto fijo el extremo del tubo exterior del rollo y estirando con precaución del extremo del tubo interior del rollo, al cual se le habrá atado una cuerda de unos 5 m.

Transporte interno y Acopio

Deben evitarse prácticas tales como arrastrar los tubos sobre el suelo áspero o el contacto con objetos de filo cortante.

Si debido al manejo o almacenaje defectuosos, un tubo resulta dañado o con dobleces, la porción afectada debe ser suprimida completamente. Se admiten ralladuras que no superen el 10 % del espesor.

Las bajas temperaturas no dan lugar a que se tomen precauciones especiales en el manejo de estos tubos.

Los tubos no deben doblarse en ningún caso. Además es muy importante tanto en el desenrollado como en el tendido, evitar que se deterioren los tubos con cortes producidos por piedras puntiagudas o elementos de filo cortante.

Los tubos de PE de color negro pueden ser almacenados bajo techo o al descubierto, ya que están debidamente protegidas de la acción solar por la adición de negro de carbono.

Los rollos pueden ser almacenados en posición horizontal, unos encima de otros y en el caso de almacenarlos verticalmente se pondrá uno solo. Las barras se almacenarán en fardos, flejados con zunchos de madera que soportarán el peso al ponerlos unos encima de otros, también pueden ser almacenadas sobre estantes horizontales, disponiendo del apoyo necesario para evitar su deformación.

Los tubos almacenados deben estar situados de forma tal que combustibles, disolventes, pinturas agresivas, etc. no entren en contacto con las mismas.

No se permite el almacenaje de tubos en zonas donde puedan estar en contacto con otras tuberías de vapor o de agua caliente debiéndose mantener separados de superficies con temperaturas superiores a 50 °C.

Transporte en Vehículos

Los vehículos deben estar provistos de un plano horizontal llano, libre de clavos, cadenas y otros elementos que puedan dañar los tubos. Los tubos se acondicionarán sobre el vehículo sin utilizar cables metálicos ni cadenas que estén en contacto con los mismos. En posición vertical no se colocarán unos rollos encima de otros. Para que no se produzcan deformaciones no se debe poner durante el transporte otras cargas encima de los tubos.

Tendido de la Tubería

Para el trabajo de tendido de la Tubería de HDPE deben observarse los siguientes puntos:

- No es necesario una cama de arena o lama. Simplemente se debe evitar que el tubo entre en contacto directo con piedras puntiagudas, para disminuir los riesgos.
- Evitar en lo posible la utilización de accesorios en tramos de cruce de calles o lugares complicados para eventual mantenimiento.
- Para un máximo rendimiento de la tubería se deben observar las precauciones de tendido explicadas por el fabricante.
 - En el momento de desenrollar la tubería, una persona debe hacer girar el rollo mientras otra persona jala un extremo a lo largo de la zanja.
 - En la zanja el tubo debe quedar en forma ondulada para compensar las tensiones por cambios de temperatura y hacer que la línea sea más resistente a movimientos sísmicos. Para prever el efecto de contracción y dilatación se debe instalar una tubería 2% mayor (en longitud) a la longitud de la zanja. Ej.: En una zanja de 100 metros entran 102 metros de tubo.

Instalación en Zanjas

- Zanja en acera y lugares sin tráfico: Las zanjas deben tener una profundidad de 80 cm y un ancho mínimo de (30 cm + D) en lugares donde no hay tránsito de vehículos.
- Zanja en cruce de caminos y lugares de tráfico pesado: Las zanjas deben tener una profundidad de 1 m y un ancho mínimo de (30 cm + D) en cruces de caminos y en sectores donde haya paso de vehículos pesados.
- Relleno y Compactado: El tapado de las zanjas se hace con el mismo material que se obtenga de las excavaciones, siempre y cuando este sea escogido para que no existan piedras en contacto con la tubería. Debe haber una cama de suelo cernido de 5 a 30 cm de suelo cernido por encima de la de la tubería.

Prueba Hidráulica

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de longitud. Se recomienda que estos tramos tenga longitud aproximada a los quinientos (500) metros, pero en el tramo elegido la diferencia de presión entre el punto de rasante más bajo y el punto de rasante más alto no excederá del diez por ciento (10 por 100) de la presión de prueba establecida.

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la conducción. La zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las juntas descubiertas.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba, una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible se dará entrada al agua por la parte baja, con lo cual se facilita la expulsión del aire por la parte alta.

Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Se colocará en el punto más bajo de la tubería que se va a ensayar y estará provista de dos manómetros.

Los puntos extremos del trozo que se quiere probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales que se apuntalarán para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo en prueba, de existir, se encuentren bien abiertas. Los cambios de dirección, piezas especiales, etc., deberán estar anclados y sus fábricas con la resistencia debida.

La presión interior de la prueba en zanja de la tubería será tal que se alcance en el punto más bajo del tramo en prueba una con cuatro (1,4) veces la presión máxima de trabajo en el punto de más presión. La presión se hará subir lentamente, de forma que el incremento de la misma no supere un (1) kilogramo por centímetro cuadrado y minuto.

Una vez obtenida la presión, se parará durante treinta minutos, y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a raíz cuadrada de $p/5$ siendo p la presión de prueba en zanja en kilogramos por centímetro cuadrado.

Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados repasando las juntas que pierdan agua; cambiando si es preciso algún tubo; de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la magnitud indicada.

Procedimiento para realizar Electrofusión

La soldadura por electro fusión es un procedimiento simple pero su éxito va a depender mucho de los controles ejecutados por el operador de soldadura antes de empezar su actividad que son los siguientes:

1. Los extremos de soldadura de los tubos deben ser debidamente sellados para evitar corrientes de aire durante la fase de soldadura (en especial hay que evitar las corrientes en casos de

- soldadura cuyos elementos están en posición vertical porque aumentar el riesgo de incendio de artefactos).
2. Los embalajes protectores dentro de los que se empaacan los accesorios electro soldables individualmente, se debe desempacar solo al momento de uso) deben estar intactos y sellados
 3. La superficie interna y externa de los accesorios debe ser lisa, uniforme y sin defectos
 4. El bobinado de las espiras debe ser regular (no deben estar en contacto entre ellas)
 5. Los equipos necesarios para la soldadura , rodillos, rascadores, alineadores, y otros deben ser adecuados y en un buen estado de uso
 6. El generador y la línea de alimentación deben tener los tamaños y potencias correctos.
 7. La unidad de control debe funcionar correctamente y según las indicaciones del fabricante.

Procedimiento para realizar Termofusión

El ciclo de soldadura en 6 fases reconocido como válido en todo el mundo, debe ser el grafico fuente de la norma UNI 10520.

Los parámetros de soldadura, pueden cambiar dependiendo del país y de los factores locales entre los cuales las condiciones ambientales (calor, frio, lluvia, etc).

Los estándares principales se refieren a las normas ISO 21307, ASTM F2620 y UNI 10520; los documentos técnicos que se aplican son: DVS 2207-1, POPO3, WIS 4-32-08, etc.

Para realizar soldadura con elementos de materia prima PE100 y con espesores de pared mayores de 20mm, se puede aplicar el doble ciclo de soldadura de doble presión.

Los parámetros como la fuerza inicial de calentamiento, la fuerza inicial de soldadura, el tiempo de calentamiento y los tiempos de enfriamiento deben ser los recomendados por el fabricante y estarán incluidas entre sus especificaciones en tablas de soldadura. Deben ser consultados antes de comenzar este proceso para obtener las cifras adecuadas

Expansión y contracción en tuberías HDPE enterradas

En tuberías enterradas los cambios de temperatura son normalmente bajos y estacionales. La expansión lineal resultante es normalmente baja. La fricción entre el terreno y la tubería es suficiente para mantener la tubería en posición y transferir la elongación y tensión a la pared de la tubería.

Si durante la instalación la temperatura exterior es mayor que la del terreno, la tubería se contrae después de colocada y rellenada en la zanja. Para eliminar un exceso de tensión conviene colocar la tubería culebreada en la zanja e instalarla temprano en la mañana cuando todavía está fría.

Expansión y contracción de tuberías HDPE en superficies

El material debe ser compactado a cada lado de la tubería en un ancho igual a 2 diámetros, la altura de relleno debe tener por lo menos 30 cm.

sobre la parte superior de la misma. El ancho total de esta cubierta debe ser de 4D.

Colocando la tubería HDPE como en la figura se transfiere la dilatación lineal a deflexión lateral según la fórmula:

$$D = 0.0078 * L * \Delta T 0.5$$

Uniones

Los tubos de Polietileno (PE) pueden unirse por soldadura térmica:

Unión por Termofusión

La unión por termofusión es el estándar para la instalación de tubería HDPE en calibres mayores a 110mm.

Con un equipo especial, la tubería se calienta hasta alcanzar su temperatura de fusión y ejerciendo una presión controlada se logra la unión de tubo a tubo. También llamada unión a tope.

La tubería y las conexiones a unir deben tener el mismo diámetro interior y exterior. Este sistema no requiere coplas, no se deben producir filtraciones y las uniones deben ser más resistentes que la tubería misma.

La soldadura por termofusión permite construir líneas de conducción muy seguras por tratarse de estructuras “monolíticas” (un solo cuerpo). El punto de soldado debe ser aún más resistente que el resto del tubo.

El equipo de soldar a tope manual hidráulico completo debe estar compuesto de los siguientes elementos:

- Máquina de soldar
- Grupo hidráulico
- Refrentador
- Placa calefactora teflonada
- Suplementos
- Soporte portabridas
- Termómetro de contacto

Unión por Electrofusión

Sistema de unión que se utiliza para unir tubos y Accesorios Polivalentes de HDPE PE 100.

Resisten una presión nominal de 16 bar en conducciones de agua y de 10 Bar en conducciones de gas.

De color negro o azul para agua y de color negro o amarillo para gas y deben ser soldadas con una tensión de entre 8 y 42 voltios según el modelo aunque la tensión más común y actualmente más usada por los fabricantes es de 40 voltios.

Los accesorios electrosoldables se deben suministrar con etiquetas o tarjetas magnéticas en las que aparecen códigos de barras donde aparece toda la información relevante del producto así como los datos de fusión.

Si el proceso de fusión se interrumpe por cualquier motivo, el proceso de

fusión podrá ser repetido después de la articulación y enfriado adecuado.

Los tiempos de enfriamiento deben estar indicadas en las etiquetas de código de barras de los accesorios.

El equipo de Electrofusión debe estar compuesto de los siguientes elementos:

- Máquina de soldar
- Raspador
- Cortador
- Clamps de alineación
- Voltaje 110/200 V

Unión por Compresión Accesorios Superjunta (PP)

Los accesorios de compresión de Polipropileno (PP) deben ser accesorios especialmente fabricados para la instalación de tubería de Polietileno de Alta Densidad HDPE diseñados para una vida útil igual al de la tubería.

Unión con Flanges

Este sistema es utilizado principalmente para acoplamientos a bombas, válvulas y cualquier tipo de accesorio con unión bridada.

También es utilizado para instalaciones que serán desmontadas a futuro. Para realizar esta unión se requiere:

- Porta brida o flange adapter.
- Brida.
- Pernos con tuerca o espárragos con tuercas.

En las uniones bridadas pueden utilizarse empaquetaduras entre los Portabrida aunque a veces no sea necesario. Este ensamblaje consta de una brida de metal desmontable y de un casquillo de polietileno (Porta brida). Estos casquillos deben soportar la misma presión que la tubería y se unen mediante termofusión en el extremo de la misma. Las bridas corrientes se deben fabricar con hierro dúctil. Asimismo, es posible proveer bridas elaboradas con otros materiales para aplicaciones específicas. Las bridas metálicas deben presentar perforaciones circulares para pernos. También es posible utilizar bridas con revestimientos a prueba de corrosión. Los accesorios moldeados deben ser producidos a partir de la Tubería HDPE con la misma relación dimensional que el sistema de tubería. Esto resulta en accesorios con el mismo espesor de pared que la tubería, minimizando la pérdida de presión a través de los mismos.

Unión mecánica (Vitaulic o equivalente)

El sistema de acoplamientos, conectores, adaptadores, adaptadores de bridas, acoplamientos de transición de HDPE a metal, es una forma rápida y sencilla de unir tuberías de HDPE.

Los accesorios tipo Victaulic deben estar diseñados para acoplar mecánicamente tuberías de HDPE.

Estos productos constan con filas de dientes de sujeción a cada lado de las cubiertas que sujetan la tubería alrededor de toda la circunferencia. La presión de trabajo de estos accesorios viene determinada por la presión de la tubería. El acoplamiento cuenta con hileras de dientes de

sujeción integrales en ambos lados de la carcaza. A medida que se aprietan las carcazas, los pernos fuerzan a los dientes a morder la tubería. Este diseño permite unir directamente tuberías de HDPE sin necesidad de un equipo de termofusión.

Accesorios de Transición a otros materiales

Aunque la forma más común de unión de la tubería es mediante el método de termofusión y la transición a otros materiales con el uso de portabridas de HDPE y bridas, la tubería HDPE puede también ser instalada utilizando acoplamientos mecánicos, tanto para unir las tuberías de este material como para la transición con otros materiales.

Este tipo de accesorios mecánicos tienen distintas ventajas de diseño y se acomodan a distintos tamaños. Es importante tener cuidado de utilizar accesorios que estén especialmente diseñados para tubería HDPE. Y en el caso de ser requeridos accesorios para la transición entre diferentes materiales, las transiciones deben estar diseñadas para cada material en particular PVC (Poli cloruro de Vinilo), FG (Fierro Galvanizado), FFD (Fierro Fundido Dúctil), AC (Asbesto Cemento), etc.

6.5 MISCELÁNEOS

Por misceláneos se entiende todas las piezas, equipamientos incorporados y accesorios necesarios para la completa ejecución de las obras singulares o especiales, tales como válvulas.

La elaboración de procesos y métodos para el premoldeo, montaje, instalación de equipamientos incorporados, piezas especiales y misceláneos deben ser presentados al Supervisor de Obra para su aprobación previa.

Los misceláneos comprenden todas las piezas de instalaciones permanentes que no pueden ser identificadas como tubos, equipamientos o piezas especiales normalizadas y que no hayan sido mencionadas en otros ítems de estas especificaciones.

Entre los misceláneos se tienen: tubos cortos, piezas de extremidades con brida, piezas de extremidades con anillos de acoplamiento y otros previstos en los planos.

Los misceláneos serán en general instalados en cámaras o cajas y para su montaje se aplicarán las especificaciones de montaje de equipamientos y de piezas especiales, cuando sea pertinente.

Instalación de piezas especiales

Constituyen piezas especiales que requieren el posicionamiento y ajuste de montaje.

Su posicionamiento se ejecutará dentro de las tolerancias de diseño, relativas a cotas, ubicación y nivelamiento.

Para el montaje de las piezas especiales, se ejecutará los cortes de ajuste y biseles en los misceláneos y tubos de acoplamiento.

En los lugares donde sea necesario efectuar un corte de la línea instalada, a fin de insertar una pieza especial, o conjunto de piezas, se obedecerá a las siguientes peculiaridades:

- Certificarse, por todos los medios a disposición, de las dimensiones definitivas del tramo a ser cortado, inclusive si es necesario, con premontaje de los elementos.
- Ejecutar una limpieza cuidadosa de los revestimientos, en los tramos a ser cortados.
- Proteger los tramos del revestimiento que no deben ser dañados.
- Marcar el primer corte 20 mm más corto y ligeramente oblicuo en el sentido que más facilite el retiro de la pieza.
- Ejecutar el corte definitivo en las dos puntas libre, con las debidas holguras para la ejecución de los biseles.
- Realizar una nueva limpieza, inspección para proceder al corte de los biseles para, en seguida, hacer el montaje.
- Observar que, en el caso de que la tubería no esté debidamente posicionada, puede ser necesario corregir debidamente y entibarla, antes de las operaciones finales de montaje.

Durante el montaje de las piezas especiales dotadas de tapones removibles, debe tomarse el cuidado de retirarlos, para permitir acceso al interior de la tubería o salida de gases formados. Estos serán recolocados una vez concluido el montaje o cuando el Supervisor de Obra lo exija.

Instalación de equipamientos

El personal a ser empleado deberá estar suficientemente familiarizado con los métodos y normas de montaje de los equipamientos indicados en los planos.

Estas especificaciones complementan los métodos recomendados por el Fabricante del equipamiento, o por las normas citadas. Habiendo dudas, el Supervisor de Obra las dirimirá.

Las piezas serán fijadas previamente cuando haya riesgo de desplazamiento accidental hasta la instalación definitiva. Como regla general, deberán ser removidas después del acoplamiento y fijación definitiva, todas las piezas y dispositivos de fijación provisoria, salvo mención expresa en contrario por el Supervisor de Obra.

Si las piezas no se adaptan por falta de alineamiento o nivelación, se hará un cuidadoso ajuste, mediante corte y desbaste en tubos u otras piezas especiales.

No se permitirá el ajuste incrementando los elementos metálicos, o por desbaste en superficies torneadas, salvo expresa autorización del Supervisor de Obra. En cualquier caso, el ajuste deberá reproducir las características originales de la pieza, conforme a su especificación de fabricación.

El retorneado si se hace necesario, podrá ser ejecutado sólo en un taller debidamente equipado para la operación específica.

Se deberá limar y esmerilar cuidadosamente los biseles de la tubería, para las medidas originales, y no promover desalineamientos que puedan introducir esfuerzos complejos en el conjunto.

Los puntos de soldadura para fijación provisoria, deberán tener la misma calidad de la soldadura definitiva, sin embargo, sea en espesor, o en altura, deberán ser visiblemente menores que la soldadura acabada. La ejecución de las soldaduras obedecerán al código ASME - Sección VIII.

La posición de las piezas empernadas deberá efectuarse preliminarmente por medio de chavetas de montaje. Sólo después de la colocación de la pieza y el control de nivel y alineamiento, las chavetas de montaje deberán ser sustituidas, una a una,

alternadamente, por los pernos de conexión.

El apretado final deberá ser dado, preferiblemente con una llave de torque controlado o cualquier otro medio que asegure una presión correcta.

Los pernos de las bridas deberán ser apretados en secuencia de dos de cada vez, diametralmente opuestos, graduando la presión en, por lo menos, dos ciclos completos.

Para el montaje de las juntas mecánicas, necesarias a la instalación de los equipamientos, se aplicará lo anteriormente dispuesto.

Montaje de válvulas

El montaje de válvulas cualquiera sea su tipo será precedida de una verificación de la direccionalidad del flujo y del posicionamiento correcto de las bridas, de tal manera que el plano de la cara de la brida fija deberá forzosamente, ser perpendicular al eje de la tubería, y el plano vertical, contenga el eje del tubo, deberá pasar por el medio de la distancia que separa las dos perforaciones superiores. Esta condición podrá ser verificada con un nivel de burbuja de aire, aplicado a las dos perforaciones superiores.

Las válvulas deberán ser montadas totalmente abiertas en líneas de juntas soldadas, y totalmente cerradas en las demás; las válvulas montadas abiertas sólo podrán ser accionadas después de limpieza previa.

Durante el montaje de las válvulas, el operador deberá protegerlas contra eventuales daños y suciedades.

Las válvulas, cuando sean montadas en lugares donde circulan vehículos, deberán ser protegidas adecuadamente.

Las válvulas serán manipuladas para su montaje en sub-conjuntos apropiados.

Las válvulas se instalarán en los lugares indicados en los planos y de conformidad con la orientación del Supervisor de Obra.

El alineamiento de las válvulas con la tubería deberá efectuarse uniando sus extremidades al conducto por medio de bridas.

Estando el conjunto de la válvula completamente instalado, limpio y lubricado, y habiendo sido verificado todo su mecanismo, la válvula deberá ser operada en todos los cursos.

No deberán ser efectuadas modificaciones o ajustes de piezas fijas y móviles, sin previa autorización del Supervisor de Obra.

Revestimiento del equipamiento en campo

El revestimiento de los equipamientos en campo deberá realizarse de acuerdo con estas especificaciones y conforme las instrucciones del Supervisor de Obra y recomendación del fabricante.

Las válvulas y demás equipamientos serán suministrados revestidos. En campo, si es preciso, sólo se harán retoques del revestimiento.

Básicamente, el revestimiento de juntas soldadas en campo estará constituido de esmalte y epoxi de alquitrán de hulla (coal tar enamel y coal tar epoxi).

El revestimiento con esmalte de alquitrán de hulla seguirá las especificaciones prescritas para el revestimiento de tubería de acero conforme norma AWWA C-203-66 y el revestimiento con epoxi de alquitrán de hulla las especificaciones siguientes:

- Limpieza de superficies: Las superficies deberán ser exentas de aceites, grasas o cualquier impureza.
- Preparación de superficies: La preparación de superficies deberá ser por chorro de arena al metal blanco, conforme recomendaciones SSPC-SP-05.
- Aplicación:
 - Primer: El primer será aplicado en dos manos: Primer epoxi rico en zinc, almidón curado, con espesor total de 130 micrones, con mínimo, de 92% de zinc en película seca o una mano de epoxi de alquitrán de hulla hasta el espesor de 120 a 150 micrones.
 - Acabado: Deberán ser aplicadas dos manos de epoxi de alquitrán de hulla, resina poliamida, conforme a las recomendaciones de la norma SSPC-Paint 16-68T, aplicada hasta obtenerse una película seca con espesor de 240 a 300 micrones, de acuerdo con la especificación SSPC-SP-11.01.

Bridas

Las bridas verticales, deben ser posicionadas de manera que las perforaciones consecutivas inferiores queden en el mismo plano horizontal.

Cuando sean aplicadas a una derivación vertical superior, deben ser cuidadosamente niveladas horizontalmente. En este caso, el plano vertical que contiene el eje del tubo base, debe pasar por el centro de la brida y a igual distancia de dos perforaciones consecutivas.

Pernos

Los pernos en bridas deben ser apretados con uniformidad de tensiones, y deben ser grafitados con un compuesto apropiado. Las tuercas, deben quedar completamente roscadas en los pernos.

El tipo y dimensión serán especificadas en los planos de fabricación y suministrados junto con las bridas, no siendo permitida ninguna alteración en este sentido. La tensión de los pernos debe ser ajustada después de que la línea esté en servicio.

6.6 BLOQUES DE ANCLAJE

En todos los puntos de las conducciones donde se presentan presiones desequilibradas, tales como en piezas especiales de curvas, teés, tapones, etc., se construirán Bloques de hormigón simple y armado de acuerdo al detalle en los planos.

Estos anclajes deberán construirse observando las especificaciones contenidas en el capítulo correspondiente (hormigones). Antes de la realización de las pruebas de presión, se verificarán los tiempos de preparado correspondientes.

6.7 PRUEBAS DE PRESIÓN EN LAS TUBERÍAS

6.7.1 Definición

Se refiere a las diferentes pruebas de tipo hidráulico que deben realizarse para comprobar las condiciones de los materiales y de trabajo realizado en la instalación de las tuberías. Los defectos encontrados deben ser corregidos a costa del Contratista y nuevamente probados

hasta la aceptación final del proyecto.

El Contratista debe prever que se cumplan las prescripciones referentes al movimiento de tierras, instalación de tuberías y piezas especiales, así como las recomendaciones de los fabricantes para la ejecución de las pruebas hidráulicas.

Todas las pruebas se realizarán en conformidad con la norma ISO 2431, siendo la presión nominal de trabajo de las tuberías 10 bares.

6.7.2 Ejecución

El Contratista suministrará el equipo completo para las pruebas hidráulicas, los recipientes de agua, tuberías, uniones y demás dispositivos que sean necesarios para la ejecución correcta de las pruebas, además el agua necesaria para llenar la tubería, que deberá ser limpia, libre de partículas sueltas y de sustancias orgánicas.

La tubería montada deberá ser sometida a una prueba hidrostática, por tomas recomendadas no mayores a 400 m, por uno de los métodos siguientes a criterio del Supervisor de Obra.

- Por tramos de tubería sin recubrirse: Se supone que la tubería será previamente, debidamente anclada y que la prueba sea realizada con tramos definidos por el Supervisor de Obra.
- Con los tubos parcialmente cubiertos: Para la ejecución de esta prueba, deberá procederse al recubrimiento de parte de los tubos, dejando las juntas descubiertas. Deberá realizarse en tramos que satisfagan las condiciones operacionales, definidas por el Supervisor de Obra.
- Con los tubos totalmente cubiertos: La ejecución de esta prueba depende de las condiciones específicas de la obra y será aplicada a exclusivo criterio del Supervisor de Obra. Deberá realizarse de modo de satisfacer las condiciones operacionales de la línea, utilizándose válvulas, o dispositivos adecuados para el sello de los tramos.
- La ejecución de esta prueba hidrostática sigue las prescripciones de la norma AWWA-C-600/64 debiendo emplearse agua limpia. Las extremidades del tramo o derivaciones deberán ser selladas con bridas ciegas o tapones.
- Las purgas deberán estar abiertas y el aire de la tubería totalmente expulsado. Las purgas se cerrarán a medida que el agua alcance las cotas. En tramos cóncavos o inclinados, el llenado deberá ser lento e iniciado en la extremidad de cota inferior.
- Con base en lo descrito en las recomendaciones para el llenado de la tubería, en conjunto con el Supervisor de Obra, establecerá la presión a ser aplicada en cada tramo, y que será como mínimo 1,5 veces la presión de trabajo prevista.
- Deberán registrarse las lecturas de los manómetros instalados en las extremidades del tramo en prueba, así como la temperatura ambiente

cada 30 minutos. Todas las juntas deberán ser examinadas, y no deberán presentar pérdidas localizadas.

El bombeo será lento y observando el manómetro al llegar a presiones de 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10 bares aproximadamente deberán efectuarse purgas de aire, tanto en la bomba como en los puntos donde se colocan válvulas para efectuarlas. La presión, será mantenida durante un período de 4 horas restableciendo la presión de prueba cuando ésta disminuya a 2 bares.

Al término de las cuatro horas, la presión será medida exactamente para luego verificar el volumen de agua perdida realmente.

Salvo indicación específica del Supervisor de Obra, la pérdida de agua permisible durante el período de prueba de 4 horas no debe ser mayor a:

- 20 litros por cm de diámetro interno nominal por cada 1.000 m, con ajuste al tipo de material y uniones.
- Si las pérdidas exceden las cantidades anteriores, se comprobará con la siguiente expresión los valores y en caso de no cumplirse, se debe corregir y localizarse los puntos defectuosos, así como los tubos accesorios y válvulas que deben ser retirados para su reemplazo y/o reparación.

La probable fuga en la línea probada no debe ser superior a la cantidad determinada con la expresión:

$$F = N.D.P./10.250$$

Donde:

F = Pérdida máxima tolerable en una hora en litros.

D = Diámetro de la tubería en mm.

P = Presión de prueba en metros columna de agua.

N = Números de uniones.

Antes de efectuar la prueba de presión, la tubería debe estar llena de agua, por lo menos, con 24 horas de anticipación.

La operación de llenado de agua debe ser lentamente y a baja presión, para permitir el escape de aire que se encuentra dentro del tramo de prueba.

Para la expulsión del aire se localizará la entrada del agua en el punto más bajo del tramo en prueba y en los puntos altos como cambios de dirección y extremos cerrados se localizarán salidas o purgas de aire adecuadas, con una abrazadera y una válvula capaz de soportar la prueba.

Las uniones o tramos que muestran escapes de agua, deben desmontarse y ejecutarse de nuevo. Una vez efectuadas las reparaciones determinadas en la prueba, éstas se deben repetir para dejar definitivamente comprobada la tubería y proceder al relleno de las zanjas.

El equipo mínimo para probar un tramo de tubería será el siguiente:

- Una bomba presión (pistón).

- Dos manómetros bien calibrados (con escala graduada no mayor a 0,5 bares)
- Un medidor (hasta 10 m³/h).
- Una válvula de retención.

6.8 DESINFECCIÓN

El Contratista deberá desinfectar las conducciones de agua antes de ponerlas en servicio de acuerdo con los requerimientos de la especificación AWWA C-601-68. La cloración puede efectuarse utilizando gas de cloro disuelto en agua o hipoclorito de calcio disuelto en agua.

La solución de cloro debe introducirse a la línea. La cantidad de cloro aplicado debe ser suficiente para obtener una solución de 50 ppm de cloro libre mínimo y el período de contacto no será menor de 24 horas. El cloro residual después del período de contacto no debe ser menor de 10 ppm en cualquier punto de la línea.

El proceso y materiales para la desinfección de la tubería correrá por cuenta del Contratista.

Después de la cloración, la línea será lavada para eliminar la solución de cloro. El Supervisor de Obra podrá tomar muestras bacteriológicas para determinar si la línea está debidamente desinfectada.

7 SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBA DE ACCESORIOS Y PLOMERÍA

7.1 DEFINICIÓN

Se refiere a la provisión e instalación de válvulas y accesorios en tuberías de líneas de conducción. Además incluirá la provisión e instalación de tuberías (plomería) de FG, PVC y accesorios en, cámara de rejillas, desarenadores, sedimentador, cámara de presión, tanques Imhoff, estanque de lodos, drenes de infiltración y otros, de acuerdo a lo señalado en los planos de construcción y de detalle.

7.2 MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Las tuberías de FG y PVC deberán cumplir con las normas ISO, ASTM y Bolivianas respectivas.

Los accesorios (codos, tees, uniones, nipples, reducciones, cuplas, cruces, tapones y otros) serán de FG y PVC hasta diámetros de 4" (100mm) o menores, de acuerdo a lo establecido en planos, con sus extremos compatibles con las uniones de tuberías y en conformidad a Normas ISO, ASTM, y Normas Bolivianas pertinentes.

Las válvulas con cuerpo de bronce hasta diámetros de 4" (100mm) o menores, deberán ser de aleación altamente resistente a la corrosión con rosca interna en ambos extremos. En cuanto a su acabado deberán presentar una superficie lisa y aspecto uniforme, tanto externa como internamente, sin porosidades, rugosidades, rebabas, o cualquier otro defecto de fabricación. La rosca interna deberá ser compatible con los diámetros de las tuberías. El tipo de válvula preferido será CORTINA de vástago desplazable compatible con normas ASTM B-62, ASTM B-584, DIN 2999 e ISO R-7.

No se aceptarán accesorios formados por varios elementos, soldados o no, para suplir una unidad no fabricada.

Las piezas especiales serán fabricadas de manera particular de acuerdo a la norma ISO 2531.

Cada accesorio deberá tener señalado en forma clara y permanente,

- Iniciales de la casa fabricante.
- Diámetros nominales de los extremos.
- Presión Nominal (PN) o valor de K.
- Las letras DI o la palabra DUCTIL.

El proveedor deberá suministrar dispositivos que permitan un perfecto acople de las piezas, permitiendo así que los elementos de la canalización sean solidarios.

Las juntas asegurarán la impermeabilidad entre acoples de una tubería o de una unión con otra o el de una tubería con una unión.

7.3 PRUEBAS EN FÁBRICA Y PRESIONES MÁXIMAS DE SERVICIO

Las pruebas en fábrica se efectuarán a las presiones máximas establecidas en la Norma ISO 2531, y de conformidad con la documentación del fabricante presentada por el proveedor en su propuesta.

7.4 VÁLVULAS

Esta especificación cubre el suministro de válvulas cortina y otros.

El suministro comprende:

- Al Proyecto, diseño de fabricación de todo el equipamiento y accesorios, manual de operación y mantenimiento y listado de piezas;
- Fabricación;
- Premontaje en fábrica;
- Pruebas en fábrica;
- Suministro de piezas de repuesto para dos años de mantenimiento;

Normas

Todos los materiales y componentes de los equipos deberán ser fabricados de acuerdo a la norma ISO correspondiente o su equivalente para series métricas.

Todas las partes de cada equipo deberán ser cuidadosamente moldeadas y/o torneadas de modo que las piezas iguales puedan ser intercambiables.

Todas las partes torneadas y en contacto con superficies acabadas, deben ser recubiertas con un preparado de fácil remoción que prevenga la oxidación. Todas las superficies torneadas en contacto deslizante deberán untarse en aceite proporcionando una lubricación adecuada, evitando la corrosión de las piezas durante su embarque, almacenaje en el sitio de servicio, instalación y operaciones preliminares.

Revestimiento interno

Las demás superficies internas, exceptuándose las de metales no ferrosos y de aceros resistentes a la corrosión, deben ser tratadas con chorros de arena al metal blanco.

El revestimiento será constituido por tres (3) manos de primer epoxi Poliamida o similar

curado en un espesor de 75 micras por mano, en película seca. La primera capa de pintura será aplicada a la superficie tratada con chorros de arena en no más de dos horas después del tratamiento.

Revestimiento externo

Todas las superficies externas de los mecanismos operadores y las superficies externas (exceptuándose las superficies de metales no ferrosos y de acero resistentes a la corrosión), deben ser pintados con 2 (dos) manos de primer epoxi Poliamida curado o similar, en un espesor de 75 micras por mano, en la película seca.

Revestimiento de acabado

El revestimiento del acabado será constituido por dos (2) manos de esmalte epoxi Poliamida curado o similar, y un espesor de 50 micras por mano, en la película seca.

El color del esmalte de acabado deberá ser MUNSELL 2,5 G $\frac{3}{4}$ o similar.

Repuestos

El Contratista deberá suministrar un conjunto de piezas de reposición para dos años de funcionamiento para cada grupo de unidades de la misma característica. La lista de las piezas deberá ser definida por el fabricante de acuerdo con su experiencia y sometida a la aprobación del Supervisor de Obra.

Herramientas y accesorios

Los equipamientos deberán ser suministrados con todas las herramientas especiales y accesorios necesarios para el desarmado, armado y el mantenimiento y ajustes apropiados.

7.5 INSPECCIÓN Y PRUEBAS

El Supervisor de Obra podrá verificar el cumplimiento de normas en los accesorios y demás materiales.

Antes que el equipamiento sea embarcado, el fabricante deberá ejecutar en la fábrica, las pruebas de funcionamiento y de aceptación, con elaboración de los informes correspondientes, los cuales deberán ser sometidos a la aprobación del Supervisor de Obra.

Principales ítems de inspección:

- Verificación de los certificados de calidad de los materiales.
- Verificación de funcionamiento
- Inspección de la terminación de la superficie y pintura, compuesto de:
 - Constatación de la limpieza de la superficie,
 - Constatación de la preparación de la superficie por chorro de arena,
 - Medición de los espesores de las capas de revestimiento con elco-meter,
 - Verificación de las condiciones de aplicación.

7.5.1 Pruebas de materiales

El Contratista presentará informes certificados del fabricante de los ensayos físicos y químicos de todo el material a ser utilizado en la fabricación de los equipamientos que suministrará.

El proveedor entregará un certificado suministrado por el fabricante, que garantice la calidad de los materiales suministrados.

El fabricante deberá establecer medios, para que haya correspondencia biunívoca entre materiales ensayados y los certificados de ensayos.

Los costos de todas las pruebas correrán por cuenta del fabricante.

El Comprador tiene el derecho de seleccionar, probar y analizar a su cargo, otras muestras adicionales, o todo el material a ser usado.

7.5.2 Pruebas hidrostática y de funcionamiento

Las válvulas y piezas especiales con mecanismos, serán sometidas a pruebas hidrostáticas, de pérdida y de operación en las presiones correspondientes conforme a la norma ISO-2431, ejecutados por el fabricante en presencia del Supervisor de Obra o de sus representantes, si así se lo considera necesario.

La realización de las pruebas deberá ser llevada a efecto antes de proceder con la pintura de los equipamientos.

Sólo después de aprobados los certificados de las pruebas, es que los equipos podrán ser pintados y expedidos.

7.6 INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES

Se refiere al transporte interno, la instalación y prueba de las piezas especiales.

El Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, especialmente herramientas y equipos, así como el material de lubricación para la confección de juntas y realización de las pruebas de las instalaciones.

Transporte y almacenamiento

El Contratista es el único responsable por el transporte, manipuleo y almacenamiento de las piezas especiales y accesorios, corriendo por su cuenta y riesgo todos los gastos emergentes de estas obligaciones. Durante las faenas de carga y descarga, condiciones de transporte y almacenamiento deberá tener el cuidado necesario para no dañar las piezas, debiendo proveer los equipos y herramientas adecuadas para esta maniobra, observando las recomendaciones del fabricante e instrucciones del Supervisor de Obra. El almacenamiento temporal de las tuberías deberá hacerse en pilas de no más de 1,5 m de altura y en condiciones de seguridad.

Instalación de piezas especiales

Las piezas especiales deberán ser instaladas verificándose los niveles del fondo de zanja y de las claves de las tuberías, así como de las dimensiones de las válvulas, etc. El Supervisor de Obra verificará los niveles antes de la posición final.

Se deberán colocar solamente las tuberías y piezas aprobadas por el Supervisor de Obra que estén en buen estado. Después de un examen cuidadoso que permita descubrir y deshechar las piezas defectuosas, previamente se corregirán los defectos susceptibles

de reparación, en especial de los revestimientos interiores y exteriores.

7.6.1 Misceláneos

Por misceláneos se entiende todas las piezas, equipamientos incorporados y accesorios necesarios para la completa ejecución de las obras singulares o especiales, tales como válvulas.

La elaboración de procesos y métodos para el premoldeo, montaje, instalación de equipamientos incorporados, piezas especiales y misceláneos deben ser presentados al Supervisor de Obra para su aprobación previa.

Los misceláneos comprenden todas las piezas de instalaciones permanentes que no pueden ser identificadas como tubos, equipamientos o piezas especiales normalizadas y que no hayan sido mencionadas en otros ítems de estas especificaciones.

Entre los misceláneos se tienen: tubos cortos, piezas de extremidades con brida, piezas de extremidades con anillos de acoplamiento y otros previstos en los planos.

Los misceláneos serán en general instalados en cámaras o cajas y para su montaje se aplicarán las especificaciones de montaje de equipamientos y de piezas especiales, cuando sea pertinente.

Instalación de piezas especiales

Constituyen piezas especiales que requieren el posicionamiento y ajuste de montaje.

Su posicionamiento se ejecutará dentro de las tolerancias de diseño, relativas a cotas, ubicación y nivelamiento.

Para el montaje de las piezas especiales, se ejecutará los cortes de ajuste y biseles en los misceláneos y tubos de acoplamiento.

En los lugares donde sea necesario efectuar un corte de la línea instalada, a fin de insertar una pieza especial, o conjunto de piezas, se obedecerá a las siguientes peculiaridades:

Certificarse, por todos los medios a disposición, de las dimensiones definitivas del tramo a ser cortado, inclusive si es necesario, con premontaje de los elementos.

- Ejecutar una limpieza cuidadosa de los revestimientos, en los tramos a ser cortados.
- Proteger los tramos del revestimiento que no deben ser dañados.
- Marcar el primer corte 20 mm más corto y ligeramente oblicuo en el sentido que más facilite el retiro de la pieza.
- Ejecutar el corte definitivo en las dos puntas libre, con las debidas holguras para la ejecución de los biseles.
- Realizar una nueva limpieza, inspección para proceder al corte de los biseles para, en seguida, hacer el montaje.
- Observar que, en el caso de que la tubería no esté debidamente posicionada, puede ser necesario corregir debidamente y entibarla, antes de las operaciones finales de montaje.

Durante el montaje de las piezas especiales dotadas de tapones removibles, debe tomarse el cuidado de retirarlos, para permitir acceso al interior de la tubería o salida de gases formados. Estos serán recolocados una vez concluido el montaje o cuando el Supervisor de Obra lo exija.

Instalación de equipamientos

El personal a ser empleado deberá estar suficientemente familiarizado con los métodos y normas de montaje de los equipamientos indicados en los planos.

Estas especificaciones complementan los métodos recomendados por el Fabricante del equipamiento, o por las normas citadas. Habiendo dudas, el Supervisor de Obra las dirimirá.

Las piezas serán fijadas previamente cuando haya riesgo de desplazamiento accidental hasta la instalación definitiva. Como regla general, deberán ser removidas después del acoplamiento y fijación definitiva, todas las piezas y dispositivos de fijación provisoria, salvo mención expresa en contrario por el Supervisor de Obra.

Si las piezas no se adaptan por falta de alineamiento o nivelación, se hará un cuidadoso ajuste, mediante corte y desbaste en tubos u otras piezas especiales.

No se permitirá el ajuste incrementando los elementos metálicos, o por desbaste en superficies torneadas, salvo expresa autorización del Supervisor de Obra. En cualquier caso, el ajuste deberá reproducir las características originales de la pieza, conforme a su especificación de fabricación.

El retorneado si se hace necesario, podrá ser ejecutado sólo en un taller debidamente equipado para la operación específica.

Se deberá limar y esmerilar cuidadosamente los bisels de la tubería, para las medidas originales, y no promover desalineamientos que puedan introducir esfuerzos complejos en el conjunto.

Los puntos de soldadura para fijación provisoria, deberán tener la misma calidad de la soldadura definitiva, sin embargo, sea en espesor, o en altura, deberán ser visiblemente menores que la soldadura acabada. La ejecución de las soldaduras obedecerán al código ASME - Sección VIII.

La posición de las piezas empernadas deberá efectuarse preliminarmente por medio de chavetas de montaje. Sólo después de la colocación de la pieza y el control de nivel y alineamiento, las chavetas de montaje deberán ser sustituidas, una a una, alternadamente, por los pernos de conexión.

El apretado final deberá ser dado, preferiblemente con una llave de torque controlado o cualquier otro medio que asegure una presión correcta.

Los pernos de bridas deberán ser apretados en secuencia de dos de

cada vez, diametralmente opuestos, graduando la presión en, por lo menos, dos ciclos completos.

Para el montaje de las juntas mecánicas, necesarias a la instalación de los equipamientos, se aplicará lo anteriormente dispuesto.

Montaje de válvulas

El montaje de válvulas cualquiera sea su tipo será precedida de una verificación de la direccionalidad del flujo y del posicionamiento correcto de las bridas o extremos, de tal manera que el plano de la cara de la brida fija o extremo deberá forzosamente, ser perpendicular al eje de la tubería, y el plano vertical, contenga el eje del tubo, deberá pasar por el medio de la distancia que separa las dos perforaciones superiores. Esta condición podrá ser verificada con un nivel de burbuja de aire, aplicado a las dos perforaciones superiores.

Las válvulas deberán ser montadas totalmente abiertas en líneas de juntas soldadas, y totalmente cerradas en las demás; las válvulas montadas abiertas sólo podrán ser accionadas después de limpieza previa.

Durante el montaje de las válvulas, el operador deberá protegerlas contra eventuales daños y suciedades.

Las válvulas, cuando sean montadas en lugares donde circulan vehículos, deberán ser protegidas adecuadamente.

Las válvulas serán manipuladas para su montaje en sub-conjuntos apropiados.

Las válvulas se instalarán en los lugares indicados en los planos y de conformidad con la orientación del Supervisor de Obra.

El alineamiento de las válvulas con la tubería deberá efectuarse uniando sus extremidades al conducto por medio de bridas.

Estando el conjunto de la válvula completamente instalado, limpio y lubricado, y habiendo sido verificado todo su mecanismo, la válvula deberá ser operada en todos los cursos.

No deberán ser efectuadas modificaciones o ajustes de piezas fijas y móviles, sin previa autorización del Supervisor de Obra.

Revestimiento del equipamiento en campo

El revestimiento de los equipamientos en campo deberá realizarse de acuerdo con estas especificaciones y conforme las instrucciones del Supervisor de Obra y recomendación del fabricante.

Las válvulas y demás equipamientos serán suministrados revestidos. En campo, si es preciso, sólo se harán retoques del revestimiento.

Básicamente, el revestimiento de juntas soldadas en campo estará constituido de esmalte y epoxi de alquitrán de hulla (coal tar enamel y

coal tar epoxi).

El revestimiento con esmalte de alquitrán de hulla seguirá las especificaciones prescritas para el revestimiento de tubería de acero conforme norma AWWA C-203-66 y el revestimiento con epoxi de alquitrán de hulla las especificaciones siguientes:

- Limpieza de superficies: Las superficies deberán ser exentas de aceites, grasas o cualquier impureza.
- Preparación de superficies: La preparación de superficies deberá ser por chorro de arena al metal blanco, conforme recomendaciones SSPC-SP-05.
- Aplicación:
 - Primer: El primer será aplicado en dos manos: Primer epoxi rico en zinc, almidón curado, con espesor total de 130 micrones, con mínimo, de 92% de zinc en película seca o una mano de epoxi de alquitrán de hulla hasta el espesor de 120 a 150 micrones.
 - Acabado: Deberán ser aplicadas dos manos de epoxi de alquitrán de hulla, resina pollamida, conforme a las recomendaciones de la norma SSPC-Paint 16-68T, aplicada hasta obtenerse una película seca con espesor de 240 a 300 micrones, de acuerdo con la especificación SSPC-SP-11.01.

Bridas

Las bridas verticales, deben ser posicionadas de manera que las perforaciones consecutivas inferiores queden en el mismo plano horizontal.

Cuando sean aplicadas a una derivación vertical superior, deben ser cuidadosamente niveladas horizontalmente. En este caso, el plano vertical que contiene el eje del tubo base, debe pasar por el centro de la brida y a igual distancia de dos perforaciones consecutivas.

Pernos

Los pernos en bridas deben ser apretados con uniformidad de tensiones, y deben ser grafitados con un compuesto apropiado. Las tuercas, deben quedar completamente roscadas en los pernos.

El tipo y dimensión serán especificadas en los planos de fabricación y suministrados junto con las bridas, no siendo permitida ninguna alteración en este sentido. La tensión de los pernos debe ser ajustada después de que la línea esté en servicio.