

INDICE NORMAS ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

1. Introducción
2. Alcance
3. Requerimientos de materiales
 - 3.1. Acometidas de acueducto
 - 3.1.1. Abrazaderas
 - 3.1.1.1. Abrazaderas para tuberías PVC
 - 3.1.1.2. Abrazaderas para tuberías PE
 - 3.1.1.3. Abrazaderas para tuberías Asbesto cemento
 - 3.1.1.4. Abrazaderas para tuberías hierro dúctil
 - 3.1.2. Válvulas
 - 3.1.2.1. Válvula de incorporación
 - 3.1.2.2. Válvula de corte
 - 3.1.2.3. Válvula de escuadra entrada y salida a medidor
 - 3.1.3. Enlaces y accesorios
 - 3.1.4. Armarios y arquetas
 - 3.1.4.1 Armarios de medidor
 - 3.1.4.2 Arqueta alojamiento medidor
 - 3.1.5. Medidores
 - 3.2. Conexiones domiciliarias de alcantarillado
 - 3.2.1. Registros domiciliarios
 - 3.2.2. Sistemas de manijas
 - 3.2.3. Juntas y piezas especiales
 - 3.3. Redes de distribución de acueducto
 - 3.3.1. Tuberías para acueducto
 - 3.3.2. Elementos de cierre y regulación
 - 3.3.2.1. Válvulas de control de flujo
 - 3.3.2.2. Válvulas reguladoras de presión
 - 3.3.2.3. Válvulas de aire
 - 3.3.2.4. Hidrantes
 - 3.3.3. Accesorios
 - 3.3.4. Tapas y registros
 - 3.3.5. Piezas especiales
 - 3.3.5.1. Uniones de acero inoxidable
 - 3.4. Redes, colectores e impulsiones de alcantarillado
 - 3.4.1. Tuberías para alcantarillado
 - 3.4.1.1. A gravedad
 - 3.4.1.2. A presión
 - 3.4.2. Cámaras de inspección
 - 3.4.3. Estructuras especiales
 - 3.4.3.1. Sifones
 - 3.4.3.2. Cámaras de caída
 - 3.4.3.3. Cámaras de rotura
 - 3.4.4. Accesorios

- 3.5. Estaciones de bombeo
 - 3.5.1. Subestaciones eléctricas
 - 3.5.1.1. Aislantes eléctricos
 - 3.5.1.2. Transformadores
 - 3.5.1.3. Motores eléctricos
 - 3.5.1.4. Acometidas eléctricas en alta y baja tensión
 - 3.5.1.5. Protecciones eléctricas en general
 - 3.5.1.6. Condensadores
 - 3.5.1.7. Equipos de corte y de maniobra
 - 3.5.1.8. Planta de emergencia
 - 3.5.1.9. Sistema de polipasto
 - 3.5.1.10. Sistema de telemando
 - 3.5.2. Equipos de bombeo
 - 3.5.2.1. Bombas
 - 3.5.2.2. Accesorios de bombas
 - 3.5.2.3. Calderería (accesorios y múltiples)
 - 3.5.3. Mecanismos de limpieza
 - 3.5.3.1. Rejilla de limpieza automática
 - 3.5.3.2. Canastas en acero inoxidable
- 3.6. Obras civiles asociadas a los sistemas de acueducto y alcantarillado
 - 3.6.1. Materiales para relleno
 - 3.6.2. Entibados
 - 3.6.3. Concreto
 - 3.6.4. Geotextil
- 4. Procedimientos de instalación
 - 4.1 Acometidas de acueducto
 - 4.1.1. Clases y dimensionamiento
 - 4.2 Macromedidores
 - 4.3 Hidrantes
 - 4.4 Conexiones domiciliarias de alcantarillado
 - 4.4.1 Clases y conexiones
 - 4.4.2 Dimensionamiento
 - 4.4.3 Trazado
 - 4.5 Tuberías
 - 4.5.1 Instalación de tubería de hierro dúctil
 - 4.5.2 Instalación de tubería de polietileno
 - 4.5.3 Instalación de tubería PVC
 - 4.5.4 Instalación de tubería GRP
 - 4.5.5 Instalación de tubería PVC a gravedad
 - 4.5.6 Instalación de tubería de concreto
 - 4.5.7 Empalme entre tuberías de diferentes materiales
 - 4.5.7.1 Transición asbesto cemento - hierro dúctil
 - 4.5.7.2 Transición asbesto cemento - polietileno
 - 4.5.7.3 Transición asbesto cemento - PVC
 - 4.5.7.4 Transición asbesto cemento - GRP

- 4.5.7.5 Transición polietileno - hierro dúctil
- 4.5.7.6 Transición polietileno - PVC
- 4.5.7.7 Transición polietileno GRP
- 4.5.7.8 Transición PVC - hierro dúctil
- 4.5.7.9 Transición PVC – GRP
- 4.5.8 Sifones
- 4.6 Equipos electromecánicos
 - 4.6.1 Montaje Transformadores
 - 4.6.2 Montaje de motores eléctricos
 - 4.6.3 Tendido de acometidas eléctricas en alta y baja tensión
 - 4.6.4 Instalación de protecciones eléctricas en general
 - 4.6.5 Condensadores
 - 4.6.6 Montaje equipos hidráulicos
 - 4.6.6.1 Bombas
 - 4.6.6.2 Calderería (Múltiple y accesorios)
 - 4.6.7 Control de olores
- 4.7 Obras civiles asociadas a los sistemas de acueducto y alcantarillado
 - 4.7.1 Excavaciones
 - 4.7.2 Rellenos
 - 4.7.3 Entibados
 - 4.7.4 Concreto
 - 4.7.5 Geotextil
- 5 Procedimientos de reparación de tuberías
 - 5.1 Acometidas de acueducto
 - 5.1.1 Acometidas de PVC
 - 5.1.2 Acometidas de Pf+UAD
 - 5.1.3 Acometidas de cobre
 - 5.1.4 Acometidas de Polietileno
 - 5.2 Conexiones domiciliarias de alcantarillado
 - 5.3 Tuberías
 - 5.3.1 Reparación tuberías PVC
 - 5.3.2 Reparación tuberías GRP
 - 5.3.3 Reparación tuberías de concreto reforzado
 - 5.3.4 Reparación tuberías de gres
 - 5.3.5 Reparación tuberías de hierro dúctil
 - 5.3.6 Reparación tuberías de asbesto cemento
 - 5.3.7 Reposición de tuberías de acueducto
 - 5.3.8 Reposición de tuberías de alcantarillado
- 6 Pruebas y ensayos
 - 6.1 Recepción de materiales
 - 6.2 Prueba en obra de las instalaciones hidráulicas
 - 6.2.1 Acueducto
 - 6.2.2 Alcantarillado
- 7 Condiciones exigibles para la recepción definitiva
- 8 Señalizaciones de seguridad y protección en las zonas de trabajo

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con lo dispuesto en el Decreto N° 0951 de Mayo 04/89 “Reglamento para la prestación de servicios de acueducto y alcantarillado de todo el país” y con el fin de unificar criterios e implantar procedimientos que garanticen una adecuada calidad y correcto funcionamiento de las redes que llevan el servicio a la comunidad.

AGUAS DE CARTAGENA S.A., E.S.P. ha elaborado la presente **NORMATIVA** con la colaboración de su cuerpo técnico y con la experiencia lograda en los últimos 5 años en la gestión y mantenimiento de acueducto y alcantarillado de la ciudad.

Estas normas y procedimientos serán de aplicación obligatoria por los proyectistas y ejecutores de las obras de redes de acueducto y alcantarillado para las viviendas, urbanizaciones y proyectos en general.

Cualquier proyecto de edificación o urbanización que requiera los servicios de acueducto y alcantarillado, deberá ser presentado a AGUAS DE CARTAGENA S.A., E.S.P., para su revisión y/o aprobación. Obviamente AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. definirá, si es factible o no prestar el servicio solicitado y su correspondiente inclusión a las redes existentes y expedirá certificación en uno u otro sentido.

Estas normas podrán ser actualizadas, modificadas o complementadas cada vez que AGUAS DE CARTAGENA S.A., E.S.P., lo estime necesario.

2. ALCANCE

La presente Normativa ha sido redactada para su aplicación dentro del Territorio del Distrito de Cartagena de Indias, y se aplica tanto a proyectos de redes de acueducto y alcantarillado para viviendas, urbanizaciones o edificios, como para proyectos globales como redes para barrios, colectores de aguas negras, impulsiones de alcantarillado y estaciones de bombeo de agua potable y agua residual.

3. REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

3.1 Acometidas de acueducto

Se entiende por acometida el tramo de tubería comprendido entre la red menor de distribución y el medidor. La acometida pertenece al usuario y debe ser accesible a los trabajadores de AGUAS DE CARTAGENA S.A E.S.P.

En ningún caso se permite derivar acometidas desde la red matriz o desde la red secundaria.

Una acometida consta de los siguientes elementos:

- Abrazadera
- Enlace abrazadera o a válvula de incorporación
- Enlace a válvula de escuadra de entrada
- Enlace de válvula a escuadra de salida
- Manguera de entrada del usuario
- Válvula de incorporación
- Tubería flexible de polietileno
- Medidor
- Cajilla de polipropileno
- Válvula de escuadra de salida (con antiretorno)

Además del sistema antifraude del cual debe constar la válvula de escuadra de entrada, las acometidas deben contener los precintos antifraudes, los cuales son elementos fabricados en polipropileno y que una vez colocados no permitan su reutilización. Dicho precinto abrazará la tuerca del récord o del estabilizador de la válvula de escuadra y el acople de entrada del medidor.

3.1.1 Abrazaderas

Es el elemento que abraza al tubo el cual debe colocarse antes de hacer la respectiva perforación al mismo y a través del cual se hará la conexión de la acometida.

El cuerpo de la abrazadera debe ser fabricado con hierro dúctil tipo: GGG-42/12, GGG40, DIN1693, o ASTM A-536-84.

La tornillería debe ser de acero inoxidable AISI 304 igual que las arandelas y tuercas que aquí se utilicen.

Si la abrazadera es del tipo de cuerpo en hierro dúctil y banda de acero, ésta última debe ser de acero inoxidable; AISI 304.

3.1.1.1 Abrazaderas para tuberías de PVC

Las abrazaderas para tuberías de PVC serán del tipo silla de caballo doble fabricadas en hierro dúctil según norma GGG-42/12, GGG40, DIN1693 o ASTM y A-536-84 y con recubrimiento de resina epoxi de 120 micras de espesor, en color verde.

El cuerpo correspondiente a la derivación deberá tener además del agujero respectivo para la derivación con rosca hembra, los agujeros pasantes para los tornillos que la fijarán al otro cuerpo.

El otro cuerpo, será sellado y tendrá los huecos con rosca hembra para los tornillos de fijación.

El empaque consistirá de una manga enrollable en caucho sintético E.P.D.M., o NITRILO (N.B.R.) o NEOPRENO según normas UNE 53571 - 89 o ISO-83 O DIN 2690, que abarcará completamente la circunferencia del tubo.

La tornillería será de acero inoxidable AISI-304, las dimensiones y tolerancia serán compatibles con los diámetros exteriores de las tuberías de PVC en 2", 4", 6", 8" fijados por la correspondiente normativa ICONTEC. Para diámetros superiores se considerarán diseños especiales por la empresa.

3.1.1.2 Abrazaderas para tuberías de polietileno

Las abrazaderas para tubería de P.E. (Polietileno) serán similares a los utilizados para PVC pintadas en color azul.

Las dimensiones y tolerancias serán compatibles con los diámetros exteriores de las tuberías de polietileno en 4", 6" y 8" fijados por la correspondiente norma ICONTEC (serie métrica). Para diámetros superiores se considerarán diseños especiales aprobados por la empresa.

3.1.1.3 Abrazaderas para tuberías de asbesto cemento

Las abrazaderas para tubería de asbesto-cemento, constarán de un cuerpo que será del tipo de toma universal, es decir, que el mismo servirá para varios diámetros nominales de tubería. Esta abrazadera consta de las siguientes partes:

Cuerpo de la abrazadera el cual debe confeccionarse en hierro dúctil GGG 42/12, recubierto con resina epoxi de 120-150 micras de espesor.

Junta de cierre o empaque fabricado en caucho sintético EPDM o NITRILO (NBR) o NEOPROPENO según normas UNE 53571-89, ISO-4633-83 o DIN-2690, banda de acero inoxidable AISI-304, tornillos, tuercas y arandelas en acero inoxidable AISI-304.

Para servicios de 2" o más, el cuerpo debe fabricarse para colocar dos bandas de fijación en acero inoxidable. El conjunto debe ser apto para soportar una prueba de presión de 25 KG/cm² según normas internacionales.

Este tipo de abrazaderas solo podrán utilizarse hasta diámetros nominales de 12" o 300 mm. Para diámetros superiores se considerarán diseños especiales aprobados por AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Podrá utilizarse la abrazadera tipo galápago cuyos dos cuerpos deben fabricarse en hierro dúctil GGG40, 42/12, según DIN 1693 o ASTM A-536 con radios de acuerdo con los diámetros exteriores de las tuberías. El empaque u O-RIN, debe cumplir con UNE 53571-89 o ISO-4633-83 o DIN 2690. El diseño de la abrazadera tipo galápago deberá ser aprobada por el Departamento Técnico de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

La tornillería, tuercas y arandelas deben fabricarse en acero inoxidable AISI 304.

3.1.1.4 Abrazaderas para tubería de hierro dúctil

La abrazadera para tubería de hierro dúctil será del mismo tipo que las que se utilizan en tubería de asbesto cemento. También podrá utilizarse la alternativa de abrazadera tipo galápago cumpliendo las mismas recomendaciones para diámetros exteriores de las tuberías.

3.1.1.5 Abrazadera para tubería GRP

La abrazadera para tubería GRP será de hierro dúctil con el mismo diseño que las empleadas para polietileno o PVC. La abrazadera deberá ser compatible con las dimensiones y tolerancias externas de la tubería GRP.

En lo posible se evitarán los servicios domiciliarios sobre las conducciones GRP.

3.1.2 Válvulas

Son elementos que se colocan para proceder al cierre de la domiciliaria. Deben estar constituidas tanto en su cuerpo como en el mecanismo de cierre, por materiales que cumplan todas las especificaciones técnicas reconocidas tanto nacional como internacionalmente, en función de las características del agua y las presiones de servicio. Los revestimientos internos deben ajustarse a la norma AWWA C550 o la NTC correspondiente.

3.1.2.1 Válvula de incorporación

Esta válvula se coloca en el cuerpo de la abrazadera con el propósito de hacer la perforación en carga sobre la tubería de la red (con agua). Se puede prescindir de la misma si la toma se hace sin carga (sin agua).

La válvula de incorporación consta de un sistema de acoplamiento rosca macho el cual penetra en el cuerpo de la abrazadera y los hilos de rosca deben coincidir con los de la misma. Igualmente, el otro extremo de la incorporación consiste en un acoplamiento tipo hembra cuyos hilos de rosca deben coincidir con el extremo rosca macho del enlace a manguera.

El claro de la incorporación debe ser perfectamente redondo cuando esté en posición abierto para permitir el paso de la broca de la máquina perforadora. El cilindro cónico de compuerta debe garantizar completa estanqueidad en la posición de cerrado. Si la compuerta es de bola, la recomendación es la misma.

El material de fabricación de esta válvula es bronce latón el cual debe cumplir con la norma de fabricación DIN-1709 o ICONTEC 1296.

La presión mínima de trabajo será $PN = 10 \text{ Kg/cm}^2$

La presión mínima de prueba será 25 Kg/cm^2

Los hilos de rosca serán compatibles en el montaje de unas piezas con otras y con la instalación interna del usuario (NPT cónica).

3.1.2.2 Válvula de corte o cierre

Deben cumplir con las correspondientes normas técnicas colombianas, o en caso de su ausencia, con las normas técnicas AWWA, ASTM, DIN, ISO o cualquier otra norma internacional equivalente.

Tabla 3.1 Normas técnicas para las válvulas de corte

<i>Tipo de válvula</i>	<i>Norma técnica NTC</i>	<i>Otras normas</i>
Válvulas de compuerta	NTC 1279, NTC 2097	ANSI / AWWA C500, C501 ANSI / AWWA C509, C540
Válvulas de mariposa	NTC 2193	ANSI / AWWA C504

En acometidas domiciliarias, estas válvulas siguen las mismas normas y recomendaciones que las de incorporación, con la diferencia de que su sistema de acoplamiento es de dos roscas hembras. Esta válvula se colocará antes del medidor, en caso de que este se encuentre instalado en piso.

3.1.2.3. Válvula entrada y salida medidor (válvula de escuadra)

Estas válvulas se instalarán cuando el medidor se encuentre instalado en fachada o en batería. Se instalará una válvula antes del medidor y otra después, que como mínimo deben cumplir las siguientes especificaciones:

- Tendrá un diámetro correspondiente al del tubo de alimentación.
- Partes metálicas en latón estampado.
- Válvulas de esfera de paso total.
- Bola en latón estampado, pulidas y con recubrimiento de teflón.
- Juntas de estanqueidad de teflón.
- Prensa estopas con juntas tóricas de [caucho-perbunan](#).
- Diámetro del vástago de maniobra, mínimo 16 mm.
- Sistema antifraude en la válvula de entrada.
- Sistema antirretorno en la válvula de salida en teflón y resorte de acero inox. AISI-3161.
- Manguito de acoplamiento al contador, con rosca izquierda/derecha.
- La válvula de entrada tendrá una pérdida de carga menor de 0.5 m.c.a. para 0.77 l/s.

La válvula de salida con el antiretorno incorporado tendrá una pérdida de carga menor de 0.7 m.c.a. para 0.77 l/s.

3.1.3 Enlaces y accesorios

Los enlaces o acoples son los elementos para unir la manguera de polietileno a las válvulas de incorporación, válvulas de corte u otras tuberías como cobre, PVC y PF+UAD; cuando se necesite reparar esta última con polietileno o cuando sea necesario realizar algún tipo de prolongación o enlace.

Para su fabricación deberá tenerse en cuenta las normas DIN 1709, DIN 8076, ICONTEC 1296.

El cuerpo y la tuerca deben ser de bronce latón, la mordaza en resina acetálica o bronce latón y/o-ring o junta tórica de caucho-nitrilo o caucho NBR.

Los enlaces a polietileno pueden tener rosca hembra o macho al otro extremo u otro tipo de enlace adaptado a PVC, PF+UAD o cobre. Pueden ser reductores de diámetro, codos, tees, etc.

El tipo de rosca debe ser compatible con los otros accesorios a enlazar.

Los enlaces deben acoger los diámetros exteriores de las mangueras de polietileno conforme a las siguientes medidas:

Tabla 3.2 Diámetros exteriores tuberías de polietileno

<i>ØNominal</i>	<i>Øexterior</i>
1/2"	20 mm
3/4"	25 mm
1"	32 mm
1	50 mm
2"	63 mm

Como mínimo todos los enlaces deberán ser diseñados para una presión nominal de 10 atm (PN10).

Tabla 3.3 Normas técnicas de los accesorios según el material

<i>Material</i>	<i>Norma Técnica Colombiana</i>	<i>Otras normas</i>
Acero <ul style="list-style-type: none"> • Bridas • Uniones • Acoplamientos con manga • Uniones campana-espigo • Uniones soldadas en campo 	NTC 2587 NTC 2587	ANSI/AWWA C207 – ASTM A961 ANSI/AWWA C606 ANSI/AWWA C219 – ASTM F682 ANSI/AWWA C111 ANSI/AWWA C206 – ASTM A 865
Hierro dúctil <ul style="list-style-type: none"> • Revestimiento mortero centrifugado • Uniones • Uniones campana-espigo • Bridas 	NTC 2629 NTC 2587 NTC 2587	ANSI/AWWA C104 ANSI/AWWA C110 – C153 ANSI/AWWA C111 ANSI/AWWA C115
Hierro fundido	NTC 3359	ANSI/AWWA C151
Concreto	NTC 1328	ANSI/AWWA C300-C301-C302-C303-C304 ASTM C822
Asbesto cemento	NTC 44	ANSI/AWWA C400-C401-C402- C403
PVC <ul style="list-style-type: none"> • Uniones mecánicas • Empaques de cauchos • Accesorios soldados o roscados 	NTC 2295 NTC 2536 NTC 1339	ASTM D3139 ASTM F477 ASTM D2466
Polietileno	NTC 2935	ASTM D2609-D2683
Fibra de vidrio	NTC 3877 NTC ISO-1172	ASTM D3567-D4161

3.1.4 Armarios y arquetas

3.1.4.1 Armarios medidor (cajilla)

Los armarios o cajillas para medidor a poner en pared serán de polipropileno inyectado o de poliéster PRFV. Los pasadores que sostienen la puerta serán de bronce fosforado SAE, la cajilla debe tener las dimensiones indicadas especificadas. El resorte del cierre deberá ser de acero inoxidable y la apertura se realizará con llave maestra.

3.1.42. Arquetas de alojamiento medidor (cajilla en piso de concreto)

Para cajillas en piso, las tapas de las mismas deben fabricarse en hierro dúctil según normas ASTM A 536-84 o GGG 42/12, GGG 40, DIN 1693. El concreto de cemento Portland debe tener una resistencia mínima de 3000 psi a la compresión con agregado no mayor de $\frac{3}{8}$ ". Los pasadores serán de bronce.

3.1.5 Medidores

Los medidores o contadores serán del tipo de chorro único o múltiple y transmisión magnética para diámetros de $\frac{1}{2}$ " a $1 \frac{1}{2}$ ". Para diámetros mayores de 2" y hasta 8" serán del tipo woltman con señal de salida de impulsos para la posibilidad de la instalación de una telelectura. Para medidores mayores de 8" se analizará el tipo más adecuado. Deben cumplir las siguientes normas técnicas:

Tabla 3.4 Normas técnicas de los diferentes tipos de medidores

<i>Medidor</i>	<i>Norma Técnica</i>
Tipo turbina	ANSI / AWWA C701-88
Tipo compuesto	ANSI / AWWA C702-92
Tipo desplazamiento (Bronce)	ANSI / AWWA C700-95
Tipo hidrante	ANSI / AWWA C703-96
Tipo multichorro	ANSI / AWWA C708-96
Tipo desplazamiento (plástico)	ANSI / AWWA C710-95
Tipo registro remoto	ANSI / AWWA C707-82 (R92)
Tipo hélice	ANSI / AWWA C706-96

Todos los medidores con diámetro superior a 38.1 mm ($1\frac{1}{2}$ ") deben tener un filtro colocado antes del medidor.

Las características de los medidores serán las siguientes:

- a). Cuerpo fabricado en fundición de latón, según la norma DIN 1709.
- b). Transmisión magnética y relojería de precisión.

- c). Totalizador seco cerrado al vacío con lectura mixta por agujas y tambores numerados.
- d). Tapa opaca antichoque que cubra el totalizador completamente.
- e). Los medidores trabajan con diversas precisiones según el caudal de funcionamiento:

- Caudal nomina Q_n correspondiente al caudal de diseño
- Caudal máximo $Q_{\text{máx}} = 2 * Q_n$
- Caudal mínimo $Q_{\text{mín}} = 0.75$ al 4% de Q_n
- Caudal de transición $Q_t = 1.15$ al 10% de Q_n

Deben cumplir con las normas de metrología C.E.E: el error máximo tolerado para medidores nuevos será : $\pm 5\%$ en la zona inferior entre $Q_{\text{mín}}$ (incluido) y Q_{total} (excluido). Error del $\pm 2\%$ en la zona superior comprendida entre Q_{total} (incluido) y $Q_{\text{máximo}}$ (incluido).

- f). Las conexiones deben tener las dimensiones siguientes:

Tabla 3.5 Dimensiones de las conexiones al medidor

<i>Diámetro medidor</i>	<i>Conexiones entrada/salida</i>
1/2"	3/4" - 3/4"
3/4"	1" - 1"
1"	1 1/4" - 1 1/4"
1 1/2"	2" - 2"
2" o más	Bridas según ISO 2531 al mismo diámetro del medidor

3.2 Conexiones domiciliarias de alcantarillado.

Se entiende por conexiones de alcantarillado, la tubería que recoge las aguas servidas de un edificio, finca industria, instalación institucional y las conduce a la tubería principal. Las aguas lluvias no deben conectarse a las redes de alcantarillado sanitario, lo mismo que los desagües de depósitos y piscinas, etc.

La conexión de alcantarillado constará como norma general de un registro oficial, tubería y entronque o empalme a la red principal.

AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. se encargará de la construcción y de todos los elementos que componen la acometida a una red de alcantarillado

existente; ninguna otra persona o entidad está autorizada para hacerlo, por lo tanto no se recepcionará acometida alguna que no cumpla con la anterior disposición.

Cuando se trate de una instalación de redes nuevas, las conexiones deben ser instaladas por EL CONTRATISTA o promotores siguiendo las normas contenidas en este documento.

No se garantiza el servicio de alcantarillado a la edificación, cuyo nivel de piso sea inferior al de la calle. En caso de requerir la construcción de un sistema de bombeo para evacuar las aguas servidas, éste será construido, operado y mantenido por su propietario. El mantenimiento de las acometidas será por cuenta del suscriptor.

3.2.1 Registro Oficial

Los registros oficiales a construir deben ser ubicados en los andenes o zonas verdes, según el caso, con el fin de captar sólo las aguas negras provenientes de las viviendas; en ningún caso se debe construir sobre vía vehicular.

La base se construirá en concreto simple de 3.000 p.s.i. de 10 cms. de espesor. Las cañuelas por donde irá a circular el agua, deberán quedar perfectamente orientadas y empalmadas con los tubos de entrada y salida, con la pendiente mínima del 2% con el fin de evitar retención de materiales orgánicos, con la siguiente obstrucción de la tubería. Estas cañuelas se construirán en concreto de 3000 p.s.i., su acabado se llevará a cabo con el mortero 1:3 de impermeabilizante integral y su altura abarcará hasta la mitad del tubo, poniendo especial cuidado en rematar, desde el borde de la cañuela hasta las paredes de la caja con una rampa con su pendiente suficiente con el fin de evitar el depósito de piedras, animales muertos, etc., que se introduzcan por descuido al destapar el registro.

Las paredes de la caja se construirán con ladrillo N° 4 relleno de concreto, ó monolíticos prefabricado en concreto simple de 3000 psi, el cual se repellará interior y exteriormente con mortero 1:3 con impermeabilizante integral. El fondo y las paredes se le aplicará una capa protectora de pintura Placco K-91 o cualquier otro similar, aprobado por EL INTERVENTOR. En la parte superior de las paredes y junto a la tapa, se construirán dos vigas de 20 x 10 cm reforzadas con 2 varillas de 3/8" y ganchos de 1/4".

Las dimensiones internas de los registros serán de 0.60m x 0.60 m. interior en caso de residencia unifamiliar y las paredes serán de 10 cm de espesor..

La salida del tubo de la acometida debe ser redondeada con la pared interior del registro. Debe aplicarse soldadura líquida de PVC más concreto al tramo de la acometida embebida en el muro del registro.

La tapa del registro será removible y debe ser construida en concreto reforzado de 3.000 P.S.I. y sus dimensiones 0.80 x 0.80 mts. y 10 cms. de espesor. La tapa debe quedar rasante y nivelada con relación al andén. La tapa debe fijarse con mortero 1:3. El acero de refuerzo será varilla de ½" cada 10 cms en ambas direcciones.

La parte inferior de la tapa de ser pintada con una pintura protectora tipo Placco k -91 ó similar.

Para restaurantes, hoteles y estaciones de servicio deben utilizarse trampas de grasa como registro para evitar la inclusión al sistema de aceites y grasas. Las dimensiones de la trampa de grasa dependerán del número de personas a servir y será determinado por la Gerencia Técnica de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

El dispositivo de entrada en la trampa de grasa será un codo de 90° de mínimo 4" de diámetro PVC que cumpla con las normas requeridas para este material. El dispositivo de salida será una tee de iguales características a las del codo de entrada.

Los materiales de la tapa, base y muros de la trampa de grasa serán de las mismas características que las del registro oficial.

3.2.2 Manijas

Los sistemas de manijas son soluciones alternas de alcantarillado en zonas en que por condiciones de topografía, la tubería no puede enterrarse a la profundidad requerida por las normas. En este sistema los pozos de inspección se reemplazan por registros oficiales. La tubería deberá tener como diámetro 8" de PVC y debe cumplir con todos las normas estipuladas para tal material; los registros deben construirse siguiendo las especificaciones de los materiales descritos en el apartado 3.2.1.

3.2.3 Juntas y piezas especiales

3.2.3.1 Junta entronque acometida PVC con colector en gres

Este tipo de empalme se realizará haciendo una perforación a la tubería principal en el sitio de la derivación, utilizando un taladro eléctrico, luego se instala una goma (empaquete especial) caucho EPDM y luego se embona la tubería de la acometida.

3.2.3.2 Junta empalme tuberías de colectores o acometidas a cámaras de inspección.

Estos empalmes se ejecutarán dejando un pasamuro compuesto de una campana del mismo tipo de tubería del colector o conexión que llegue a la cámara, embebido en las paredes de la cámara de inspección.

Para que exista mayor adherencia entre la campana que se utilice como pasamuro y los muros de la cámara, a éste último se le aplica un pegante y luego se le coloca arena gruesa.

3.2.2.3 Junta entronque acometida en PVC a colector en PVC.

Este tipo de entronque se debe hacer utilizando una silla PVC unida al tubo donde se hizo el taladro del diámetro de la acometida, con pegante y sujeto con bincha de acero inoxidable.

3.2.2.4 Junta entronque acometida en PVC a colector en concreto

Este tipo de empalme se realizará haciendo una perforación a la tubería principal en el sitio de la derivación, utilizando un taladro eléctrico, luego se instala una goma (empaquete especial) caucho EPDM y luego se embona la tubería de la conexión.

3.3 REDES DE DISTRIBUCIÓN Y CONDUCCIONES DE ACUEDUCTO

3.3.1 Tuberías

3.3.1.1 Tuberías en instalaciones domiciliarias.

La tubería a utilizar en las acometidas de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. será de Polietileno de baja densidad fabricado según Norma Técnica Colombiana 3664 o Norma Española UNE 53-131-90 o norma para una presión nominal de 10 atmósferas, (PN 10 en los diámetros) 20 y 25 mm.

Para instalación domiciliaria se evitarán longitudes de tuberías superiores a 6 m antes del medidor y cuando las mismas sean superiores se optará por la ejecución de una extensión de red, previa a la instalación.

Las acometidas en tuberías plásticas o de cobre con menos de 25 mm (1") deben hacerse mediante el uso de galápagos y no directamente en la tubería, salvo en el caso de tuberías que permitan termofusión.

El material y tipo de tubería a emplear en las acometidas es función del diámetro respectivo, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.6 Diámetros y tipos de tubería a utilizar en acometidas

<i>Diámetro</i>	<i>Material y tipo de tubería</i>
< 25 mm (1")	Cobre tipo K
38 mm (1.5") a 75 mm (3")	Cobre tipo K o L
16 mm – 75 mm (3")	Polietileno de alta o baja densidad
> 50 mm (2")	PVC RDE 21

La tubería para acometidas debe tener un diámetro mínimo de 13 mm (1/2") y debe cumplir con la norma NTC-382. Para instalaciones especiales, el suscriptor podrá proponer el diámetro a AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. y ésta podrá aceptarlo, siempre y cuando no se ocasionen perjuicios actuales o futuros a otros suscriptores.

Para el caso de viviendas unifamiliares cuyo frente sea máximo de 6.0 m puede autorizarse la construcción de acometidas conjuntas, es decir, una sola tubería alimentando simultáneamente dos o más medidores (hasta 4). En cuyo caso la acometida debe tener un diámetro mínimo de 19 mm (3/4"), en tanto que los medidores y la tubería de cada vivienda deben ser de 13 mm (1/2").

3.3.1.2 Tuberías en redes de acueducto.

En relación con las características de los diferentes materiales que conforman las tuberías, y las ventajas y desventajas de los mismos, se muestra en la siguiente tabla un resumen de las características principales de los materiales más comunes.

Tabla 3.7 Características de las tuberías en los conductos a presión

<i>Material</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Hierro fundido HF	100-600 mm (4-24")	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la carga exterior, corrosión Excelente impermeabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Peso elevado Poca elasticidad. No admite presiones elevadas (980kPA) Sujeta a tuberculización cuando no está revestida
Hierro Dúctil HD	100-600 mm (4-24")	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la corrosión y a la carga exterior Más liviana que el HF Impermeabilidad Fácil acomodación al terreno y montaje 	<ul style="list-style-type: none"> Poca elasticidad. Pero en todo caso mayor que en HF Corrosión electrolytica Sujeta a tuberculización cuando no está revestida
Policloruro de Vinilo PVC	12.5-900 mm (1/2-36")	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la corrosión Liviana y de fácil manejo No sujeta a electrólisis Mínima pérdida de carga por fricción Impermeabilidad Resistencia a fuerzas externas Acomodación al terreno 	<ul style="list-style-type: none"> Sólo puede funcionar con $t_{\text{máx}}=50^{\circ}\text{C}$ Baja resistencia a la flexión Puede perforarse fácilmente Sensible luz ultravioleta
Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP	300-2400 mm (12-96")	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la corrosión No requiere procesos de recubrimiento o pintura Liviana y de fácil manejo Menor costo de instalación No sujeta a electrólisis Mínima pérdida de carga por fricción Excelente impermeabilidad Buena resistencia a fuerzas externas 	<ul style="list-style-type: none"> Altas pérdidas menores en accesorios
Polietileno de alta densidad PE		<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la corrosión No requiere procesos de recubrimiento o pintura Liviana y de fácil manejo No sujeta a electrólisis Mínima pérdida de carga por fricción Impermeabilidad Resistencia a fuerzas externas Acomodación al terreno 	<ul style="list-style-type: none"> Altas pérdidas menores en las uniones
Asbesto cemento AC	500-600 mm (20-24")	<ul style="list-style-type: none"> No sujeta a electrólisis 	<ul style="list-style-type: none"> Se deteriora en suelos ácidos Baja resistencia a la flexión Puede perforarse fácilmente Requiere sumo cuidado en la preparación de la base y relleno de zanja Frágil
Hormigón con tubo de cilindro de acero y refuerzo pretensado CCP	250-1500 mm (10-60")	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la corrosión Resistencia a cargas externas Util para grandes caudales Impermeabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Se deteriora en suelos notablemente alcalinos Peso excesivo. Requiere de grúas para su instalación Difícil de reparar y/o montar
Acero	Desde 50 mm (2") a pedido	<ul style="list-style-type: none"> Liviana Resistencia a la tracción Adaptable a zonas donde puede haber 	<ul style="list-style-type: none"> Mala resistencia a la corrosión Sujeto a electrólisis

		asentamientos • Soporta grandes presiones	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosión externa en suelos ácidos o alcalinos • Baja resistencia a la carga en diámetros grandes • Tuberculización cuando no está revestida
--	--	--	--

A continuación se muestran en la siguiente tabla algunas normas técnicas sobre tuberías:

Tabla 3.8 Especificaciones y normas técnicas para tuberías

<i>Material de la tubería</i>	<i>Norma técnica colombiana</i>	<i>Otras normas</i>
Acero	NTC 10-11-2587-3470-4001	AWWA C200, C208 ASTM A589
Hierro dúctil		AWWA C153
Concreto	NTC 747	AWWA C300, C301, C302, C303, C304. ASTM C822
Asbesto-cemento	NTC 44 NTC ISO 4482-4483	AWWA C400, C401, C402, C403
PVC	NTC 162-382-369-539 NTC 1139-2295-3874	ASTM D1784, D2241, D2855 AWWA C900
Polietileno	NTC 595-872-907-1602 NTC 2935-3664-3694	AWWA C901-96, C906-90 ASTM D1505, D1974, D2239 ASTM 2737, 2837, 3350
Fibra de vidrio-GRP	NTC 3358-3862-3871-3919	ASTM D2992, D3567, D3567 ASTM D3262, D3517 AWWA C950

Tabla 3.9 Ensayos de control de calidad y normas técnicas sobre tuberías

<i>Ensayos por material</i>	<i>Normas Técnicas NTC</i>	<i>Otras normas</i>
Tuberías de acero		
Prueba hidrostática de tubo recto		AWWA C200
Propiedades físicas		ASTM A370
Propiedades químicas		ASTM A751
Tuberías de concreto		
Propiedades		AWWAC300,C301, C302 AWWA C303,C304
Tuberías de asbesto-cemento		
Estanqueidad	NTC 44	
Rotura a la presión interna	NTC 44	ISO 390
Aplastamiento en sentido transversal	NTC 44	ISO 390
Flexión longitudinal	NTC 44	
Tuberías de PVC		
Dimensiones	NTC 3358	ASTM D2122
Aislamiento eléctrico	NTC 718	ASTM D618
Atoxicidad	NTC 539	NFS Standar 14
Olor y sabor		NFS Standar 14
Prueba de presión en tiempo corto	NTC 3578	ASTM D1598
Resistencia a tensión hidrostática a largo plazo	NTC 3579	ASTM D1599
Clasificación del compuesto para extrusión de PVC	NTC 369	ASTM D1784
Resistencia al impacto	NTC 1125	ASTM D2444
Prueba hidrostática	NTC 3257	ASTM D2837
Tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP)		
Dimensionamiento	NTC 3871	ASTM D3567
Resistencia a la tensión hidrostática a largo plazo	NTC 3871	ASTM D2992
Resistencia a la presión diagonal	NTC 3871	
Resistencia a tensión longitudinal	NTC 3871	ASTM D638
Resistencia a compresión longitudinal	NTC 3871	ASTM D695
Tensión transversal	NTC 3871	ASTM D2290
Ensayo de solidez	NTC 3871	
Ensayo de rigidez		ASTM D2412
Contenido de vidrio		ASTM D2584 – ISO 1172
Estanqueidad de juntas		ASTM D4161
Tuberías de polietileno		
Dimensiones y tolerancias	NTC 1602	ASTM D2122

Contenido negro de humo	NTC 664	ASTM D4218 ASTM/ANSI D1603
Presión de rotura	NTC 3257	ASTM D1598-1599
Prueba de presión sostenida a elevada temperatura	NTC 1747	AWWA C901
Prueba de presión en tiempo corto	NTC 3578	ASTM D1598
Esfuerzo de anillos a tensión		ASTM D2290
Densidad		ASTM D2839-1505
Melt index		ASTM D1238
Prueba de flexión		AWWA C906-90
Agrietamiento ambiental	NTC 1602 – aplicable a polietileno clase 40	

3.3.1.3 Tuberías en redes de distribución

Para la construcción de una red de distribución de agua potable pueden utilizarse los siguientes materiales:

- Tubería de hierro dúctil (HD)
- Tubería de policloruro de vinilo (PVC)
- Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD)

La selección del material se hará según las propiedades de cada uno, descritas en la tabla de características de las tuberías en los ductos a presión.

Además de la selección de los materiales que conforman las tuberías, debe cumplirse que todas las tuberías y accesorios cumplan con las especificaciones que han elaborado para cada tipo el Instituto Nacional de Normas Técnicas (ICONTEC), la AWWA, el DIN, o cualquier otra agencia internacional. Refiérase a la tabla de ensayos de control de calidad y normas técnicas y tabla de normas técnicas de accesorios según el material.

3.3.1.4. Tipos de tubería en redes de distribución

3.3.1.4.1 Tuberías de hierro fundido dúctil

Los tubos de fundición dúctil serán centrifugados de conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1986.

La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm². El alargamiento mínimo de la rotura será de un 10% para los diámetros nominales DN 60 a 1000 y de un 7% para los diámetros nominales DN 1200 a 2000.

Los tubos centrifugados se deberán someter en fábrica, a una prueba hidrostática durante, como mínimo, 10 segundos, aplicando una presión mínima definida en la tabla siguiente para los tubos de la serie K9:

Tabla 3.10 Presión mínima de prueba hidrostática tuberías hierro dúctil

<i>DN</i>	<i>Presión mínima de prueba hidrostática para tubos de la serie K9 (bar)</i>
60 a 300	50
250 a 600	40
700 a 1000	32
1100 2000	25

El espesor de los tubos será de clase K9 en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531 - 1986. La utilización de otra clase será previa aprobación por parte de la empresa.

Tabla 3.11 Ensayos de control de calidad tuberías hierro dúctil

<i>Propiedad</i>	<i>Métodos de ensayo</i>	<i>Propiedades requeridas</i>
Propiedades químicas	ASTM A751	
Propiedades físicas	ASTM A370	AWWA C200
Prueba hidrostática de tubo recto	AWWA C200	
Propiedades dimensionales	Diámetro longitudinal, espesor de pared, rectitud, sección circular	Según especificación correspondiente

Para dar continuidad a la tubería se pueden usar los siguientes tipos de juntas:

- Junta automática flexible. Esta junta une los extremos de dos tubos terminados respectivamente en enchufe y extremo liso. La estanqueidad se obtiene mediante la compresión de un anillo de goma. Esta goma será natural o sintética de acuerdo con la Norma ISO 4633-1983.
- Junta EXPRESS. Une, al igual que la anterior, dos tubos terminados en enchufe y extremo liso. Está compuesta por arandela de caucho, contrabrida de fundición dúctil, bulones (igualmente en fundición dúctil y tuercas en forma de caperuza que protege toda la rosca. La estanqueidad se consigue por la compresión que ejerce la contrabrida sobre la arandela de caucho.
- Junta a bridas. Se utilizará para la unión a piezas especiales y algún caso especial a determinar por AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. El

taladrado y dimensión de las bridas viene definido por la ISO-13, usándose la serie PN 10, salvo especificación en contra, que deberá indicar la serie a usar (PN 16, PN 25 o PN 40). La arandela de junta de brida tendrá un espesor mínimo de 3 mm. El material para las arandelas será goma natural o sintética.

La junta de los tubos será la automática flexible o campanas espigo. Las piezas especiales, serán de juntas bridas, siguiendo la norma ISO.

La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm, y estará reforzada si fuese necesario.

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será una goma natural o sintética de conformidad con la Norma Internacional ISO 4633-1983.

3.2.4.1.3. Accesorios y dispositivos

La norma AWWA C208 proporciona dimensiones de accesorios para tuberías de acero soldadas de 150 mm (6") y mayores. La norma AWWA C200 especifica los requerimientos de fabricación de accesorios y uniones especiales.

Todos los accesorios y dispositivos deben someterse a ensayos no destructivos por parte del fabricante. La norma AWWA C200 proporciona métodos de ensayo no destructivo para soldaduras en accesorios y secciones especiales.

Los tubos y uniones en general, cualquier pieza de fundición para tubería se fabricará teniendo en cuenta las siguientes prescripciones.

Serán desmoldeadas con todas las precauciones necesarias para evitar su deformación, así como los efectos de retracción perjudiciales para su buena calidad.

Las piezas especiales y otros elementos se podrán fundir horizontalmente si lo permite su forma.

Los tubos, uniones y piezas deberán ser sanos y exentos de defectos de superficie y de cualquier otro que pueda tener influencia en su resistencia y comportamiento.

Las superficies interiores y exteriores estarán limpias, bien terminadas y perfectamente lisas.

La fundición dúctil destinada a la fabricación en tubos deberá cumplir la norma ISO-1083.

Las piezas especiales de fundición dúctil serán moldeadas en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1986.

La resistencia mínima a la tracción será de 400 N/mm². El alargamiento mínimo a la rotura será de un 5%.

Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien, en conformidad con las Norma Internacional ISO 2531-1986.

La clase de espesor de las piezas especiales, con excepción de las tees, será K12; la clase de espesor de las tees será K14 de conformidad con la Norma Internacional ISO 2531 - 1986.

Control de corrosión

Existen varios tipos de corrosión: galvánica, electrolítica, bioquímica, por esfuerzo y fatiga. Los métodos de control aceptados son aislamiento eléctrico del suelo y agua circundante mediante recubrimientos protectores, inducción eléctrica o protección catódica para contrarrestar las corrientes asociadas a la corrosión y creación de un ambiente inhíbitorio mediante protecciones especiales para prevenir o reducir la corrosión.

Todos los tubos, uniones y piezas se protegerán con revestimientos tanto en el interior como en el exterior, salvo especificación en contrario.

Antes de iniciar su protección, los tubos y piezas se deberán limpiar cuidadosamente quitando toda traza de óxido, arenas, escorias, etc.

Las piezas especiales estarán revestidas interiormente y exteriormente de pintura bituminosa; el espesor mínimo será de 60 micrones o espesor de 120 micrones.

De forma general, las piezas especiales serán protegidas en obra por una manga de polietileno en conformidad con la Norma Internacional ISO 8180-1985; el espesor mínimo de la manga será de 200 micrones.

Se aceptan los tipos de recubrimientos y revestimiento para protección de tuberías de acero que cumplan con las especificaciones técnicas siguientes: AWWA C 203, 205, 209, 210, 213, 214 y 602.

a). Revestimiento interior

Los tubos estarán revestidos de mortero de cemento en conformidad con la Norma Internacional ISO 4.179 - 1985. El cemento será un cemento de horno o equivalente. Los espesores del mortero de cemento están definidos en el cuadro siguiente:

Tabla 3.12 Espesores de mortero en revestimiento interior tuberías HD

<i>DIN</i>	<i>Espesores (mm.)</i>		
	<i>Normal</i>	<i>Valor medio mínimo</i>	<i>Valor mínimo de un punto</i>
60-300	3	2,5	1,5
350-600	5	4,5	2,5
700-1200	6	5,5	3,0
1400-2000	9	8,0	4,0

b). Revestimiento exterior

Como norma general los tubos deberán estar revestidos exteriormente mediante zinc metálico en conformidad con la Norma Internacional ISO 8179-1985; la cantidad de zinc depositada no será inferior a 130 g/m². Después del cincado los tubos serán revestidos por una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, de conformidad con la Norma Internacional ISO 8179-1985. Toda la tubería en su instalación se protegerá con manga de polietileno con un espesor mínimo de 200 micrones.

Recepción en fábrica

Cualquier tubo o pieza cuyos defectos se hayan ocultado por soldadura, mastique, plomo o cualquier otro procedimiento será rechazado. El mismo criterio se seguirá respecto a la obturación de fugas por calafateo o cualquier otro sistema.

Se rechazarán todos los tubos y piezas cuyas dimensiones sobrepasen las tolerancias admitidas.

En caso de que un contratista vaya a utilizar tuberías de fundición dúctil se realizará una inspección previa a la instalación de la partida de tubería. De cada inspección se extenderá un acta que deberán firmar un representante

de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., el fabricante y el contratista. Las piezas que se pesen separadamente figurarán en relación con su peso y un número. Cuando se trate de pesos conjuntos se hará constar en acta, figurando con un número y el peso total del lote.

La garantía será válida para un período de un año desde la fecha de entrega. El contratista deberá puntualizar en su contrato de suministro con el fabricante que si antes de terminar período de garantía se encuentran defectos debidos a la fabricación se extenderá un acta en presencia del fabricante, y este deberá, o bien efectuar el trabajo necesario para corregir los defectos, o reemplazar a su cargo el material defectuoso que le sea devuelto. La falta de este requisito no eximirá al contratista de la obligación de sustituir los elementos defectuosos.

Clasificación

La clasificación de los tubos se realizará en función de las series de espesores, siguiendo lo marcado en la norma ISO-2135.

El espesor de los tubos viene de la expresión:

$$e = K * (0.5 + 0.001*DN)$$

Siendo :

e = espesor de pared en mm.

DN = diámetro nominal en mm.

K = coeficiente según el cual se clasifican los tubos.

Los tubos a usar, salvo indicación contraria, pertenecen a la serie en la que K9.

La expresión del espesor adoptará la forma:

$$e = 4.5 + 0.009*DN$$

Para diámetros entre 80 y 200 mm, ambos inclusive, la expresión toma la siguiente forma:

$$e = 5.8 + 0.003 * DN$$

La serie de diámetros nominales de las instalaciones de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., será la siguiente: 100, 250, 300, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900 y 1000. (Para diámetros superiores a 1000 MM se realizará el correspondiente estudio en detalle).

Longitudes

Se entenderá como longitud de los tubos la nominal entre extremos en los tubos lisos, o la útil en los tubos de enchufe.

La longitud no será menor de tres (3) metros ni mayor de seis (6) metros, salvo casos especiales.

Tolerancias

a). De longitud

Las tolerancias admitidas en las longitudes normales de fabricación de tubos y uniones serán las siguientes:

Tabla 3.13 Tolerancias admisibles en tuberías hierro dúctil

<i>Tubos de piezas</i>	<i>Diámetros nominales</i>	<i>Tolerancias en mm.</i>
Tubos con enchufe y tubería cilíndrica	Todos los diámetros	+ 20
Enchufes	Hasta el 450 inclusive	+ 20
Piezas de brida enchufe	Por encima del 450	+ 20
Piezas de brida y macho		+ 30
Tubos y uniones con bridas	Todos los diámetros	+ 10

En el caso que se pidan tolerancias menores, por ejemplo, para piezas unidas con bridas se fijarán específicamente, pero no podrán ser inferiores a más o menos un (1) milímetro.

El fabricante podrá servir hasta de un diez por ciento (10 por 100) del número total de tubos de enchufe y cordón de cada diámetro con longitudes inferiores a las especificadas. La disminución de longitud admitida viene dada en la siguiente tabla:

Tabla 3.14 Reducciones de longitud admisible en tuberías hierro dúctil

<i>Longitudes especificadas</i>	<i>Reducción de longitudes</i>
Tres metros	0,5 m. y 1 m
Por encima de tres metros	0,5 m. 1 m. 1,5 m. 2 m.

b). De espesor

Las tolerancias de espesor de pared y de espesor de brida se limitarán como sigue, siendo:

e = espesor en milímetros de la pared, según catálogo

b = espesor en milímetros de la brida, según catálogo

Tabla 3.15 Tolerancias de espesor en tuberías de hierro dúctil

<i>Elemento</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Tolerancias en milímetros</i>
Tubos	Espesor de la pared	$-(1+0,05e)$. No se fija en más.
	Espesor de la brida	$\pm (2 + 0,05 b)$
Uniones y piezas	Espesor de la pared	$-(2+0,05 e)$. No se fija en más.
	Espesor de la brida	$\pm (3+ 0,05 b)$

El espesor de las uniones podrá excepcionalmente descender hasta el espesor mínimo de los tubos de clase B del mismo diámetro con la condición de que la zona interesada no tenga una superficie superior a un décimo (1/10) de la sección transversal del empalme.

c). De curvatura

Los tubos deberán ser rectos, sus ejes se desplazarán sobre dos caminos de rodadura distantes dos tercios (2/3) de la longitud de los tubos. La flecha máxima f_m expresada en milímetros, no deberá exceder de 1.25 veces la longitud L de los tubos, expresada en metros; $f_m \leq 1,25 L$.

d). De deflexión horizontal

La deflexión horizontal que ocurre en una sección transversal de tubería al estar sometida a una carga vertical por unidad de longitud debe limitarse para diferentes tipos de recubrimientos externos y revestimientos internos a los valores de la siguiente tabla:

Tabla 3.16 Deflexiones horizontales admisibles en tuberías hierro dúctil

<i>Tipo de revestimiento interno</i>	<i>Tipo de recubrimiento externo</i>	<i>Deflexión admisible</i>
Mortero	Mortero	0.02 D
Mortero	Flexible	0.03 D
Flexible	Flexible	0.05 D

e). *De peso*

Los pesos normales serán los indicados en los cuadros siguientes, y para las uniones y piezas de conducciones reforzadas o especiales, los calculados tomando como peso específico de la fundición 7.15 Kg/dm³.

Las tolerancias admitidas con relación al peso normal serán las siguientes:

Tabla 3.17 Tolerancias admisibles de peso en tuberías hierro dúctil

<i>Tipos de pieza</i>	<i>Porcentaje de tolerancia</i>
Tubos	± 5
Uniones y piezas con exclusión de los que de consignan a continuación	± 8
Codos, uniones múltiples, uniones y piezas especiales	± 12

Las piezas con peso superior al máximo se aceptarán con la condición de que satisfagan los demás requerimientos de esta norma. El exceso de peso no será de abono.

Todas las piezas serán pesadas. Los tubos de más de doscientos (200) milímetros y las piezas de más de trescientos (300) milímetros serán pesadas individualmente; los tubos y piezas de menor diámetro que el indicado serán pesados en conjunto de dos mil (2000) kilogramos como máximo. En este último caso las tolerancias en peso serán aplicadas al conjunto de la pesada.

3.3.1.4.2 Tuberías de polietileno

Los tubos de polietileno (PE) cumplirán las prescripciones indicados en la norma ICONTEC 3664 sobre condiciones que deben poseer los materiales constituyentes.

Se aplicará para conducciones a presión en general, a temperatura ambiente (20°C a 25°C). Se considera que para redes de distribución se utilizarán tubos de polietileno de alta densidad PE 50A, es decir con una densidad superior a 0,940 g/ml. La tolerancia de densidad será de $\pm 0,004$ g/ml.

Cabe aclarar que en el mercado existen tubos de PE denominados de “uso agrícola” que no están normalizados y se fabrican con PE de baja densidad recuperado. Estos tubos no deben emplearse en agua potable. Los tubos

normalizados de PE BD usados para ramales de microirrigación deben cumplir la norma UNE 53367-90

Otro tipo de PE que también se encuentran en el mercado son los denominados de “uso alimentario” que suelen estar fabricados con PE de primera calidad y cumplir con la norma UNE 53131-90, pero estos tubos tampoco deben ser utilizados en agua potable dado que no están sometidos a un control de calidad por un organismo independiente.

Las empresas cuyos productos ostentan la marca de calidad “N” tendrán implantado un sistema de “Aseguramiento de Calidad” según la norma ISO 9001 ó 9002 cuyo seguimiento y control mediante auditorías será realizado por una entidad de inspección y evaluación independiente.

Los pasos para la obtención del registro de la empresa son:

1). Autocontrol del fabricante

- Control materia prima
- Control durante la fabricación
- Control producto acabado

2). Certificación de los tubos

Seguimiento y control efectuado por un laboratorio independiente

Los tubos que se deben emplear se describen a continuación:

a). Tubos de PE que cumplen la norma UNE 53131-90 y ostentan la marca de calidad “N” de AENOR, que lleva implícito el cumplimiento de legislación sanitaria.

Tabla 3.18 Características tuberías de polietileno Norma UNE 53131-90

<i>Tipo</i>	<i>Tensión de diseño (MPa)</i>	<i>Coefficiente de seguridad C</i>	<i>Suministro</i>	<i>Color</i>
PE 32 Baja densidad	3.2	1.37	Rollos	Negro
PE 508 Media densidad	5.0	1.6	Rollos y barras	
PE 50 A Alta densidad	5.0	1.6	Rollos y barras	

b). Tubos de PE que cumplen las especificaciones técnicas AENOR y ostentan el “certificado de conformidad” de AENOR, que también lleva implícito el cumplimiento de la legislación sanitaria vigente.

Los tubos de color azul deben instalarse enterrados u ocultos del sol, para protegerlos de los rayos ultravioleta.

Tabla 3.19 Características tuberías de polietileno Norma AENOR

<i>Tipo</i>	<i>Tensión de diseño</i>	<i>Coefficiente de seguridad C</i>	<i>Suministro</i>	<i>Color</i>
PE 80	6.3	1.25	Rollos y barras	Azul Negro Negro con bandas azules
PE 100	8.0	1.25	Rollos y barras	

* Los tubos de PE 80 están fabricados con el mismo material que los PE 50ª pero con menos espesor de pared, debido a que se ha aumentado la tensión de diseño y reducido el coeficiente de seguridad

Las especificaciones técnicas contempla los siguientes tipos de PE:

Tabla 3.20 Coeficientes de seguridad tuberías de polietileno

<i>PE</i>	<i>100</i>	<i>80</i>	<i>63</i>	<i>40</i>
MRS	100	8	6.3	4
Tensión de diseño	Coefficiente de seguridad			
8	1.25			
6.3	1.6	1.25		
5	2	1.6	1.25	
3.2	3.2	2.5	2	1.25

El coeficiente mínimo para el tubo de PE es 1.25.

Características del polietileno de alta densidad

- Peso específico: $> 0.940 \text{ g/cm}^3$.
- Coeficiente de dilatación lineal: $(200 - 230 \times 10^{-6} (\text{°C})^{-1})$.
- Temperatura de reblandecimiento: $>100\text{°C}$, realizado el ensayo con carga de un kilogramo (1 kg) según UNE 53118.
- Índice de fluidez: 0.4 g por diez (10) minutos, según UNE 53118.
- Módulo de elasticidad: Igual o mayor de 9.000 kg/cm^2 , a una temperatura de 20°C .
- Resistencia a la tracción: Mayor de 190 kg/cm^2 , con un alargamiento en rotura superior a 150%, a velocidad de alargamiento de $100 + \text{ mm/min}$ según UNE 53023.

Los tubos de polietileno (PE) se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio mínimo necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

No se admitirán piezas especiales fabricadas por la unión mediante soldadura o pegado de diversos elementos.

Los tubos así obtenidos deberán de cumplir la norma correspondiente para los tubos fabricados con polietileno (PE-R). Así como las normas en vigor referente a propiedades mecánicas y químicas de los tubos de PE o PE-R.

El material a utilizar en las tuberías de polietileno deberá cumplir, como mínimo, las siguientes características :

Los materiales empleados para la fabricación de los tubos comprendidos en esta norma estarán formados por:

a) Polietileno de alta densidad, según se define en la norma UNE 53-188.

b) Negro de carbono cuyas características serán las siguientes :

Densidad	1500-2000 Kg/m ³
Materias volátiles, máxima	9.0% en peso
Tamaño medio de partícula.....	0.010 – 0.025 μm
Extracto en tolueno máximo.....	0.10% en peso

La dispersión del negro de carbono en los compuestos de polietileno utilizados para la extrusión de los tubos deberán cumplir lo indicado en la norma ICONTEC 3664.

c) Antioxidantes. Deberá cumplirse que cuando se ensaye la granza de acuerdo a lo indicado en la norma, el valor mínimo del tiempo de inducción a la oxidación deberá ser de 10 min.

Los tubos cumplirán lo especificado en la Norma Técnica Colombiana 3664 (Serie Métrica).

La Presión Nominal de utilización será PN 10.

Marcado

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos en este apartado:

- Marca de fabricante
- Material
- Condiciones de trabajo
- Normas que corresponde cada una de ellas
- Fecha de fabricación

Y los complementarios que juzgue oportuno el fabricante.

Los tubos se clasificarán por su diámetro exterior (diámetro nominal) y la presión máxima de trabajo (P_t definida en kg/cm^2). Dicha presión de trabajo se entiende para cincuenta (50) años de vida útil de la obra y veinte grados centígrados ($20\text{ }^\circ\text{C}$) de temperatura de uso del agua. Cuando dichos factores se modifiquen se definirán explícitamente el período útil previsto y la temperatura de uso.

Para plazos menores de cincuenta (50) años, se justificarán detalladamente las causas que fuerzan la consideración de un período de utilización más corto.

Diámetros nominales y tolerancias

Los diámetros se refieren a los exteriores de los tubos, y las tolerancias admitidas proporcionan los valores máximos en milímetros de los diámetros exteriores, indicado en el cuadro adjunto. No se admiten tolerancias en menos. Se utilizará exclusivamente la serie métrica.

Para redes de distribución los diámetros normalizados serán 110 mm, 200 mm, 315 mm, 400, 500 y 600 mm.

Tabla 3.21 Diámetro externo y tolerancias para tubos de plástico RDE-PT en PE, serie métrica

<i>Tamaño nominal del tubo, mm</i>	<i>Diámetro externo, mm</i>	<i>Tolerancias, mm</i>
16	16	0, + 0,3
20	20	0, + 0,3
25	25	0, + 0,3
32	32	0, + 0,3
40	40	0, + 0,3
63	63	0, + 0,4
75	75	0, + 0,5

90	90	0,	+ 0,6
110	110	0,	+ 0,7
125	125	0,	+ 0,8
140	140	0,	+ 0,9
160	160	0,	+ 1,0
180	180	0,	+ 1,1
200	200	0,	+ 1,3
225	225	0,	+ 1,4
250	250	0,	+ 1,5
280	280	0,	+ 1,7
315	315	0,	+ 1,9
355	355	0,	+ 2,2
400	400	0,	+ 2,4
450	450	0,	+ 2,8
500	500	0,	+ 3,1
560	560	0,	+ 3,4
630	630	0,	+ 3,8

Espesores y tolerancias

Los espesores y tolerancias vienen indicados en el cuadro anterior. No se admitirán tubos con tolerancias en menos.

Aspecto de los tubos

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Juntas y uniones

Las condiciones de funcionamiento de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

Las tuberías de PE no se deben pegar ni roscar para unir las. Es preferible que los sistemas de unión sean resistentes a la tracción. Las tuberías de PE Baja Densidad no se deben soldar.

Los tipos de unión que pueden emplearse son:

Accesorios mecánicos

Se obtiene la estanqueidad al comprimir una junta sobre el tubo, a la vez que también conseguimos que el elemento de agarre se clave ligeramente sobre

el mismo para evitar el arrancamiento. Pueden ser metálicos o de plástico y deben cumplir las normas UNE 53405-53406-53407 y 53408.

Soldadura por electrofusión

Al hacer pasar corriente eléctrica a baja tensión (24 ó 40 Voltios) por las espiras metálicas de los accesorios electrosoldables, se origina un calentamiento (efecto Joule) que suelta el tubo con el accesorio.

Soldadura a tope

Esta técnica se emplea preferentemente a partir de 90 mm de diámetro y espesores de pared superiores a 3 mm. Consiste en calentar los extremos de los tubos a unir con una placa calefactora que esté a una temperatura de 210 ± 10 °C y a continuación comunicar una determinada presión previamente tabulada.

3.2.4.2.8. Características técnicas

Los tubos de PE deben cumplir las características técnicas descritas a continuación:

Tabla3.22 Especificaciones técnicas tuberías de polietileno

<i>Propiedad</i>	<i>Unidad</i>	<i>PE 32</i>	<i>PE 50A</i>	<i>PE 50B</i>	<i>PE 80</i>	<i>PE 100</i>
Densidad	Kg/m ³	0.934	0.955	0.941	0.955	0.955
Resistencia a la tracción min.	MPa	10	19	15	19	19
Alargamiento a la rotura min.	%	350	350	350	350	350
Tensión de diseño	MPa	3.2	5.0	5.0	6.3	8.0
Módulo de elasticidad	MPa	220	900	400	900	900
Coefficiente de dilatación lineal	mm/m°C	0.17	0.22	0.22	0.22	0.22
Contenido en negro de carbono	%	2-3	2-3	2-3	2-2.5	2-2.5
Conductividad térmica	Kcal/m°C	0.35	0.37	0.25	0.37	0.37
Constante dieléctrica	-	2.4	2.5	2.4	2.25	2.5
T.I.O. a 210 °C min.	minutos	10	10	10	10	10
Comportamiento al calor max.	%	3	3	3	3	3
Coefficiente de seguridad Cmin.	-	1.37	1.6	1.6	1.25	1.25
Resistencia a la presión interna	MPa	Según UNE 53131	Según UNE 53131	Según UNE 53131	Según especific. técnicas	Según especific. técnicas
Indice de fluidez	g/10 min					
Dispersión del negro de carbono o pigmento	Nota					

3.3.1.4.3. Tuberías de PVC

Los tubos de PVC cumplirán las especificaciones indicadas a continuación sobre condiciones que deben poseer los materiales contribuyentes en

especial la Norma ICONTEC 382 y ASTM D2241 para tubería y ASTM D2466 para accesorios. Para las redes de distribución se utilizará tubería de PVC con RDE 21, es decir presión de trabajo de 14.06 Kg/cm².

La unión aceptada será la denominada unión Z.

Propiedades básicas

Los compuestos de policloruro de vinilo–PVC se clasifican de acuerdo con sus propiedades físicas según las normas NTC 369 y ASTM D1784. En la siguiente tabla se establecen las cinco propiedades especificadas para las diferentes clasificaciones.

Tabla 3.23 Requerimientos para componentes rígidos de PVC

No.Designación	Propiedades y unidades	Límites de las celdas								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Resina de base	No especificada	Policloruro de vinilo homopolímero	Polímero clorado (cloruro de vinilo)	Etil vinilo copolímero de cloruro	Propileno copolímero cloruro de vinilo	Acetato de vinilo copolímero cloruro de vinilo	Alcilvernilo copolímero Etercloruro de vinilo		
2	Resistencia mínima al impacto: (IZOD) (J/m)	No especificada	< 34.7	34.7	80.1	266.9	53.8	800.7		
3	Resistencia mínima a la tensión (MPa)	No especificada	< 34.5	34.5	41.4	48.3	55.2			
4	Módulo de elasticidad mínimo en tensión (MPa)	No especificada	< 1930	1930	2206	2482	2758	3034		
5	Mínima temperatura de deflexión bajo carga. Min.1.82 (MPa)	No especificada	< 55	55	60	70	80	90	100	110

Nota:

- El valor mínimo de cada propiedad determina el número de celda aunque el valor esperado máximo puede caer en una celda superior
- Flamabilidad. Todos estos compuestos deben tener una extensión media de quemado < 25 mm; tiempo medio de quemado < 10 seg.
- Fuente de la tabla G.3.16 y G.3.17

Sistema de clasificación

El material seleccionado se identifica mediante el sistema mostrado a continuación:

Tabla 3.24 Sistema de clasificación tuberías de PVC

CLASE	SISTEMA DE CLASIFICACION					
	1	2	4	5	4	B
<i>Identificación</i>						
Policloruro de vinilo homopolímero	X					
<i>Propiedades y valores mínimos</i>						
Resistencia al impacto (34.7 J/m)		X				
Resistencia a la tensión (48.3 MPa)			X			
Módulo de elasticidad en tensión (2758 MPa)				X		
Temperatura de deflexión bajo carga (70°C)					X	
Resistencia química						X

Tabla 3.25 Designación del sufijo para la resistencia química tuberías PVC

<i>Solución</i>	A	B	C	D
H ₂ SO ₄ (93%)-14 días de inmersión a 55 ± 2°C				
• Cambio en peso				
Incremento máximo en porcentaje	1.0*	5.0*	25	NA*
Disminución máxima en porcentaje	0.1*	0.1*	0.1	NA
• Cambio en la resistencia a la flexión (punto de fluencia)				
Incremento máximo en porcentaje	5.0*	5.0*	5.0	NA
Disminución máxima en porcentaje	5.0*	25*	50	NA
H ₂ SO ₄ (80%)-30 días de inmersión a 60 ± 2°C				

• Cambio en peso				
Incremento máximo en porcentaje	NA	NA	5.0	15
Disminución máxima en porcentaje	NA	NA	5.0	0.1
• Cambio en la resistencia a la flexión (punto de fluencia)				
Incremento máximo en porcentaje	NA	NA	15	25
Disminución máxima en porcentaje	NA	NA	15	25

Notas:

- NA no aplica
- Los especímenes lavados en agua corriente y secados por corriente de aire o cualquier otro medio mecánico, no deben evidenciar sudado dentro de las 2 horas siguientes a la remoción del baño en ácido

Fabricación

Los Materiales de los tubos y los accesorios serán fabricados con compuesto de Policloruro de Vinilo rígido, virgen, Tipo 1; Grado 1; con una tensión de trabajo de 13,77 MPa (2.000 psi).

Los tubos y accesorios no tendrán olor o sabor y tendrán propiedades físicas y químicas iguales o mejores que las que señala las normas ICONTEC 382 y ASTM D2241-82, D2466-78; cumplirá los requisitos de atoxicidad del B.S. 3505-68 y del C.S. 256-63.

Pruebas de inspección por parte del fabricante

Las pruebas de inspección a cargo del fabricante de tuberías de PVC se dividen en tres categorías:

Ensayos de calificación

En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los siguientes ensayos de clasificación:

Tabla 3.26 Ensayos de clasificación en tuberías de PVC

<i>Tipo de ensayo</i>	<i>Norma</i>	<i>Observaciones</i>
Ensayo de clasificación del compuesto para extrusión de PVC	NTC 369 ASTM D 1784	
Ensayo toxicológico	NSF Standard 14	
Ensayo organoléptico (sabor y olor)	NSF Standard 14	Obligatorio en tuberías para conducción de agua potable
Ensayo de regresión acelerada	NTC 382	Esfuerzos admisibles de tensión en orientación tangencial al tubo
Ensayo de comportamiento de uniones	NTC 2295	Verificación de la capacidad de sello de uniones

Ensayos de control de calidad

Incluyen las inspecciones para verificar las propiedades dimensionales, físicas y mecánicas. En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los siguientes ensayos de control de calidad e inspección:

Tabla 3.27 Ensayos de control de calidad tuberías PVC

<i>Inspecciones o ensayos</i>	<i>Procedimiento o norma</i>
Inspección de la calidad del acabado, terminación y apariencia del producto	Se verifica la homogeneidad del producto de manera que esté libre de vacíos, grietas, inclusiones y otros defectos, y que sea uniforme en color, densidad y en otras propiedades físicas. Las superficies se inspeccionan para que estén libres de cualquier defecto o deformación, al igual que las uniones que se inspeccionan para que estén libres de imperfecciones y daños
Inspección de contramarca	La contramarca de tuberías de PVC debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> - Fabricante marca registrada - Diámetro nominal externo - Designación del código del material NTC 382 - Clase de presión NTC 382 - Relación de la dimensión - Designación de la especificación NTC 382 - Código del producto
Medición de dimensiones	La medición de dimensiones debe realizarse siguiendo las normas NTC 3358 y ASTM D 2122. Generalmente se requiere las mediciones dimensionales siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro del tubo - Espesor de pared del tubo - Dimensiones de la unión de campana - Ovalización (deformaciones de la sección circular) - Longitud
Ensayo de presión de estallido rápido	Debe realizarse de acuerdo con las normas NTC 3579 y ASTM d 1599. La muestra de tubería de PVC se presuriza hasta la falla en un lapso de tiempo de 60 a 70 seg. La presión medida no debe ser menor que la especificada en la norma correspondiente
Ensayo de aplastamiento	Debe realizarse de acuerdo con las normas NTC 3254 y ASTM D2412. El aplastamiento es realizado entre dos platos paralelos. Cuando el tubo está aplastando en un 60%, la muestra no debe mostrar evidencias de fisura, agrietamiento, separaciones o rotura
Ensayo de calidad de la extrusión	Debe realizarse de acuerdo con las normas NTC 2983 y ASTM D 2152

Ensayos de aseguramiento de calidad

Se realizan al final del proceso de fabricación para garantizar que las propiedades y la calidad definida en el producto final satisfaga consistente y confiablemente con los requisitos de las especificaciones aplicables.

En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los siguientes ensayos de aseguramiento de la calidad:

- Ensayo de presión sostenida, el cual debe realizarse de acuerdo a las normas NTC 3578, 382, ASTM D1598 y D2241.
- Respuesta de tuberías en PVC después de 100000 horas de aplicados los esfuerzos anulares, determinado con precisión mediante normas NTC 3579 y ASTM D1598, NTC o ASTM D2837.
- Rigidez intrínseca de la tubería flexible, mediante el método descrito en las normas NTC 3254 y ASTM D2412.

Diámetros exteriores y espesores

Para tuberías a presión se medirá según lo indica la norma ICONTEC 382 o ASTM D 2241, de acuerdo a las tolerancias indicadas en la siguiente tabla de dicha norma, todo esto medido de acuerdo a la norma ICONTEC 3358.

Tabla 3.28 Espesor de pared mínima en tuberías PVC

<i>Diámetro Nominal</i>		<i>Referencia</i>	<i>Peso</i>	<i>Diámetro Ext. Promedio</i>		<i>Espesor</i>	
<i>mm</i>	<i>pulg</i>			<i>grm/mt</i>	<i>mm</i>	<i>pulg</i>	<i>mm</i>
114	4	450090	2904	114.30	4.500	5.44	0.214
168	6	450000	6.314	168.28	6.625	8.03	0.316
219	8	450001	10.672	219.03	8.623	10.41	0.409
273	10	450002	16.632	273.05	10.750	12.98	0.511
323	12	450003	23.453	323.85	12.750	15.39	0.605

3.3.1.5 Tuberías para conducciones.

En conducciones de agua cruda o de agua potable entre tanques de almacenamiento pueden usarse los siguientes materiales de tubería:

- Tubería de hierro dúctil (HD)
- Tubería de Poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP)

3.3.1.5.1 Tubería de hierro fundido dúctil

Para conducciones la tubería de hierro fundido dúctil deberá cumplir los mismos requisitos y tener las mismas características que las expuestas en el apartado 3.3.1.4.1.

3.3.1.5.2 Tubería de GRP (poliéster reforzado con fibra de vidrio)

Los tubos de GRP serán fabricados en conformidad con la Norma ICONTEC NTC 2587 y 2629, y/o la Norma Internacional AWWA C950-95, la cual presenta las siguientes pruebas de aceptación:

Con la tubería deben entregarse la pasta lubricante para el ensamble de las tuberías.

A continuación se enumeran cada una de las pruebas que se le deben practicar a la tubería de fibra de vidrio.

Ensayo de Control de Calidad y Prueba Hidrostática.

Los tubos se deberán someter, en fábrica, a una prueba de presión hidrostática que selle los extremos. Este debe ser llenado con agua eliminando todo el aire, y debe aplicarse una presión interna de agua igual a dos veces la clase de presión del tubo. Esta presión deberá mantenerse durante, como mínimo 120 segundos. La tubería no mostrará señales de lagrimeo o pérdida. Deberán probarse los manguitos de refuerzo o uniones adhesivas, con las mismas exigencias.

Ensayo de Rigidez.

Para tuberías de 18 pulgadas de diámetro y mayores se efectuará un ensayo de rigidez por cada cien longitudes de tubería producida. La rigidez mínima de la tubería será determinada al 5% de deflexión usando el aparato y el procedimiento de la ASTM 2412, con las excepciones siguientes: (1) el espesor de pared será medido con precisión de 0.25 mm; (2) la muestra extraída del cilindro del tubo será cargada a 5% de deflexión, la carga será registrada, y la muestra será examinada para detectar fisuras o cracks.

Una vez ensayada la tubería exhibirá sin daño estructural la rigidez mínima especificada en la Norma AWWA C-950-95.

Los criterios de deflexión presentados en dicha Norma, están basados en una deflexión máxima al 5%. Si la muestra de tubería no cumple alguno o los dos requisitos (para los niveles A y B de la Norma), la deflexión a largo

plazo permitida deberá ser reducida proporcionalmente para los tubos representados por la muestra.

Ensayos de Resistencias a la Tracción Circunferencial.

Para tuberías de 18 pulgadas de diámetro y mayores, el fabricante efectuará ensayos de tracción circunferencial con una frecuencia de un ensayo por cada cien longitudes de tubería producida. Las propiedades de tracción circunferencial mínimas serán determinadas a partir del promedio de los resultados del ensayo de tres especímenes extraídos de la muestra usando el aparato y procedimiento de los métodos de ensayos descritos en las normas ASTM D 2290, D638, D1599.

La tubería deberá cumplir o exceder la tensión de tracción circunferencial a corto plazo mínima calculada por la siguiente ecuación o la dada por la Norma AWWA C-950-95, de ellas las que sea mayor.

$$F = S_i / S_r * P * r$$

- F = Tensión de tracción circunferencial mínima requerida.
- S_i = Tensión de tracción circunferencial inicial de diseño.
- S_r = Tensión de tracción circunferencial a la clase de presión.
- P = Clase de presión de la tubería.
- r = Radio nominal de la tubería ((DE - espesor de pared) / 2).

Los valores de S_i y S_r deben ser suministrados por el fabricante.

Ensayos de Resistencia a la Tracción Axial.

Para tuberías de 18 pulgadas de diámetro y mayores, el fabricante efectuará ensayos de tracción circunferencial con una frecuencia de un ensayo por cada cien longitudes de tubería producida. Las propiedades de tracción axial mínimas serán determinadas a partir del promedio de los resultados del ensayo de tres especímenes extraídos de la muestra usando el aparato y los procedimientos descritos en las normas ASTM D 2105, D638, dependiendo del tamaño de los especímenes de tubería a ser ensayados.

La tubería deberá cumplir o exceder los requisitos de resistencia a la tracción axial mínimos al ensayarse la muestra de acuerdo con la Norma ASTM D638, D2105.

Rechazo y Revisión.

Si los resultados de algún ensayo no conforman los requisitos descritos en estas especificaciones tal como se describen en la norma AWWA C-950-95, a opción del proveedor, aquel ensayo será repetido en dos muestras adicionales del mismo lote de tubería. Cada una de las dos muestras deberán satisfacer los requisitos especificados. Si alguna de las dos muestras adicionales fallara, el lote puede ser rechazado, a opción del comprador. El rechazo debería ser reportado al productor o proveedor inmediatamente y por escrito. En caso de inconformidad con los resultados del ensayo el productor o proveedor puede exigir una revisión o reconsideración.

Inspección en Planta por el Comprador.

AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. se reserva el derecho de hacer revisiones a la producción en la planta, para lo cual de común acuerdo con el fabricante se harán las respectivas visitas y supervisiones.

La tubería debe estar libre de defectos, tales como delaminaciones, burbujas, agujeros de alfiler, fisuras, picaduras, ampollas, inclusiones extrañas y áreas secas de resina tales que debido a su naturaleza, grado o extensión afecten en detrimento la resistencia y servicio de la tubería.

Rotulado.

Cada longitud estándar y cada longitud aleatoria serán claramente identificadas. El rotulado será aplicado sin identificación de modo tal de permanecer legible durante las prácticas normales de manipuleo e instalación, como mínimo estos rótulos consistirán de lo siguiente: (1) la frase AWWA- C-950-95; (2) tamaño nominal de la tubería, código de clasificación, series de diámetro; (3) clase de presión; (4) clase de rigidez; (5) logotipo del fabricante y (6) nombre del proyecto, y del comprador.

Tipo de Junta.

Las juntas serán de tipo acople doble campana en GRP. El material utilizado para los anillos de junta será un elastómero EPDM o equivalente.

Las juntas en GRP serán fabricadas en conformidad con la Norma Internacional ASTM D4161.

Clase de presión de la tubería

La clase de presión dependerá de los requerimientos del sistema establecidos por AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Clase de Rigidez

La tubería de GRP debe cumplir como mínimo con una clase de rigidez de 36 PSI, para una deflexión máxima de 5%, de acuerdo con la norma AWWA C-950-95. El fabricante deberá chequear la rigidez de su tubería propuesta, con base en el estudio de suelos que se adjunta, y presentar las memorias de cálculo de dicha rigidez.

Longitudes de tuberías

Las longitudes para la tubería GRP podrán ser de 6.00 mts ó 12.00 mts.

3.3.2. Elementos de cierre y regulación

Se entiende por elementos de cierre y regulación aquellos elementos cuya maniobra permita aislar las diferentes redes entre sí o bien la regulación del caudal que transportada la tubería.

3.3.2.1 Válvulas de control de flujo

Las válvulas de control de flujo son dispositivos que se utilizan para: regular los caudales, seguridad de las instalaciones y aislamientos de sectores de la red. Se instalarán en aquellos lugares y de la forma que especifique el Gerencia Técnica de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

3.3.2.1.1 Válvulas de compuerta

Deben cumplir con las normas NTC 1279 y 2097, ANSI/AWWA C500, C501, C509, C540.

El diámetro de la válvula será seleccionado de tal forma que la relación entre el diámetro de la tubería y el de la válvula sea aproximadamente 1.25, utilizando el diámetro comercial más cercano al valor obtenido.

Se instalarán válvulas de compuertas hasta DN 200 mm inclusive, a partir de este diámetro se instalarán válvulas de mariposa.

La conexión a las conducciones se realizará mediante la unión a bridas, según norma ISO 7005-2.

Las dimensiones entre caras de las válvulas a brida cumplirá la norma ISO 5752.

Todas las válvulas cumplirán obligatoriamente la norma ISO 7259.

Los diferentes componentes de las válvulas serán como mínimo de las siguientes características:

Tabla 3.29 Características de las válvulas de compuerta

<i>Cuerpo y tapa</i>	Fundición dúctil GGG40, revestido interior y exteriormente con epoxy y un espesor mínimo de 150 micras.
<i>Tuercas y estribo</i>	Fundición dúctil GGG40
<i>Compuerta</i>	Fundición dúctil recubierta completamente con E PDM (Elastómetro) GGG40
<i>Eje de maniobra</i>	Acero inoxidable al 13% Cr
<i>Tuerca de maniobra</i>	Bronce RG7 según DIN 1705
<i>Arandelas de estanqueidad</i>	Latón
<i>Juntas tapas o juntas Toricas</i>	Nitrilo 70 shore A

Ensayos

Se exigirán ensayos en fábrica de todas las válvulas conforme a la norma ISO 5208 y como mínimo certificado de haber realizado a todas las válvulas los siguientes ensayos:

- Prueba de estanqueidad del cuerpo a 1.5 veces la presión máxima admisible (PMA 16 bar). Índice nulo de fuga. Tiempo del ensayo conforme a las normas.
- Prueba de estanqueidad de la compuerta a 1.1 veces la presión máxima admisible, es decir, 18 bar.

3.3.2.1.2 Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa a instalar serán esféricas, estancas y sin prensa estopa, para presiones de servicio hasta 10 kg/cm². Se instalarán a partir de DN200 mm. La unión entre la válvula y las conducciones se realizará mediante brida.

Deben cumplir con las normas NTC 2193, ANSI/AWWA C504. El diámetro de la válvula será seleccionado de tal forma que la relación entre el diámetro de la tubería y el de la válvula sea aproximadamente 1.25, utilizando el diámetro comercial más cercano al valor obtenido.

Los materiales utilizados en la construcción de los principales componentes de las válvulas serán los siguientes:

El cuerpo debe ser de fundición nodular según norma UNE 36.118 FGE 38.17, con dos ranuras en las que se alojarán los labios del anillo elástico, de forma que el fluido nunca pueda estar en contacto con el cuerpo.

El eje será de acero inoxidable laminado o forjado con el 13% de cromo, según norma UNE 30.016 x 30 Cr 13 con cuadro de maniobra para el arrastre de la mariposa, en una o dos piezas o eje-mariposa monobloc, según modelo y especificación en el presupuesto.

La mariposa será de acero inoxidable moldeado con el 7% de cromo, níquel y molibdeno, según norma UNE 36.257 AMX 7 Cr Ni Mo 20-10, que favorezca la circulación con pérdidas de cargas mínimas, fijada sobre el eje por estrías normalizadas, chavetas paralelas o solidaria con el eje, empleando en este último caso un cuerpo de válvula con dos piezas.

Los cojinetes serán autolubricantes con rodamiento de agujas en cajas estancas.

El anillo es un elástico inamovible, cubriendo todo el interior del cuerpo y aislando el fluido transportado, asegurando la estanqueidad aguas arriba, aguas abajo, a lo largo de las bridas y paso de los ejes.

El desmultiplicador será diseñado para el accionamiento de válvulas de $\frac{1}{4}$ de vuelta con platinas de montaje según norma ISO 5211. Serán los apropiados para cada uno de los diámetros y usarán un tren de engranajes hipocicloidal.

Los siguientes son los materiales de los elementos de la válvula:

- Carcasa en acero fundido
- Base en acero fundido
- Eje en acero inoxidable
- Mariposa en acero inoxidable
- Engranajes en acero
- Mecanismo de accionamiento en acero
- Pasadores de accionamiento

- Mandril en acero
- Volante desmontable en hierro fundido
- Indicador de posición bajo mirilla de poliamida
- Protección : volante rilsanizado, zonas externas pintadas

Ensayos

Las válvulas deberán de resistir las condiciones extremas provocadas por:

- Golpes de ariete hidráulicos hasta el 20% de la presión de servicio.
- Velocidad de circulación del líquido de hasta 4 m/seg.
- Un ritmo de trabajo de hasta 10 maniobras por hora de servicio continuo.

Deberán de cumplir las pruebas de estanqueidad:

- A 20°C aguas arriba - aguas abajo
- Resistencia del cuerpo a 1.5 veces la presión de servicio

Las válvulas de mariposa estarán dotadas de su correspondiente desmultiplicador además de un volante de señalización visual que permita al operario conocer desde el exterior su estado de paso de agua, así como el correcto funcionamiento de las mismas.

3.3.2.1.3 Válvulas reguladoras de presión

El cuerpo y tapa de la válvula es un hierro dúctil ASTM A-536, conexiones roscadas NPT, o bridadadas ANSI 150 o ANSI 300 ANSI B16.42. El material provee resistencia, dureza y ductilidad adicional, por tanto le otorga a las válvulas resistencia a la corrosión, abrasión, sobrepresión y golpes en el manejo y transporte que las de hierro fundido.

El cuerpo y la cubierta de la válvula básica es de hierro dúctil con un recubrimiento epóxico termofusionado por proceso electrostático aprobado por FDA, este recubrimiento es aplicado en el 100% de la superficies externas e internas de la válvula básica.

El retenedor de disco y las arandelas de diafragma de hierro fundido con recubrimiento epóxico termofusionado aprobado por FDA.

Asiento, vástago, guía de disco y buje superior de acero inoxidable ASTM 316 que le permiten a la válvula tener una mayor duración en aplicaciones severas donde la velocidad excesiva y hasta la cavitación mínima se encuentran presentes. El ensamble del vástago es guiado por dos guías,

superior en la tapa de la válvula e inferior en el asiento. Esta doble guía permite un movimiento vertical del ensamble de vástago, movimiento que es libre e fricción pues el peso del ensamble no cae sobre las guías durante la operación de la válvula. La doble guía evita la deflexión del vástago asegurando un control preciso y un sello positivo. La guía inferior permite manejar rangos más bajos de flujo sin perder la precisión en la regulación.

Diafragma de Buna-N reforzado con nylon, aprobado por FDA (Foug and Droug Administration). El sello es de Buna-N. Este diafragma le permite a la válvula una gran resistencia.

La tuerca de vástago de acero inoxidable ASTM 316.

El resorte y las arandelas del resorte de acero inoxidable AISI 304.

El tubing del circuito de control debe ser de cobre.

Las conexiones y accesorios del circuito de control de bronce/latón.

Los pilotos de bronce, bronce aluminio y/o inoxidable.

El asiento de la válvula es roscable en el cuerpo de la misma y el material de este es de acero inoxidable, no hay tornillos para sujetar el asiento. Esto facilita el mantenimiento de la válvula.

Las válvulas de 1 ¼" y 3" cuentan con un filtro Flo-Clean autolimpiante montado en el puerto de entrada al circuito de control de la válvula, y válvulas de bola para el aislamiento del circuito de control de la válvula básica.

3.3.1.2 Válvulas de aire (ventosas)

En los puntos altos de tuberías a presión deben colocarse ventosas con el fin de facilitar la salida del aire que eventualmente se acumula en la conducción durante su funcionamiento o cuando se proceda a su llenado. También debe permitir la entrada automática de aire durante las operaciones de descarga de la tubería o cuando el caudal de agua se disminuya por causa de una rotura, de maniobras o de paradas de flujo en la tubería. Deben cumplir con las normas técnicas ANSI/AWWA C512.

Las ventosas tendrán los siguientes diámetros mínimos:

- Para tuberías con diámetro nominal menor o igual a 100 mm (4") el diámetro mínimo será de 50 mm (2")

- Para tuberías con diámetro nominal mayor que 100 mm (4") el diámetro mínimo de las ventosas será de 75 mm (3").

Como diámetro de diseño de la ventosa se considera como 1/6 del diámetro de la conducción cuando ésta es de gran diámetro.

Toda ventosa debe poder aislarse de la tubería principal mediante una válvula de corte, además, debe estar protegida con una cámara de inspección accesible, con su respectivo drenaje y completamente asegurada.

Se instalarán ventosas de tres funciones que permitan la evacuación automática del aire, la desgasificación permanente y la admisión de aire.

Se emplearán ventosas con las siguientes características constructivas:

Cuerpo y tapa de fundición GGG40, recubierto tanto exterior como interiormente por empolvado epoxy con un recubrimiento mínimo de 150 micras. La tornillería cuerpo/tapa será de acero clase 8-8 cincado.

Eje de maniobra de la válvula de acero inoxidable al 13% de cromo.

Flotadores de acero latonado revestido de Elastómetro.

Tobera o purgador de control de latón estirado.

Tuerca de maniobra de la válvula de latón estampado con revestimiento epoxy de 300 micras de espesor mínimo.

Las uniones con otros elementos de fontanería se realizarán mediante bridas. Siempre se instalará una válvula de compuerta entre la ventosa y la canalización para permitir su aislamiento.

El cierre se producirá por presión de una bola flotadora de material plástico contra el asiento del cuerpo, o bien por válvula accionada por un flotador interior. El diámetro y las ventosas, la necesidad de instalación y su ubicación será definida por la Gerencia Técnica de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

3.3.1.3 Válvula de drenaje o purga

Se deben colocar en los puntos bajos de la red de distribución. El diámetro de la tubería de desagüe debe estar entre 1/3 y 1/4 del diámetro de la tubería principal con un mínimo de 75 mm (3") para tuberías mayores de 100 mm (4"). Para diámetros menores debe adoptarse el mismo diámetro de la

tubería principal. Las válvulas de drenaje son por lo general válvulas de compuerta que deben cumplir los requisitos estipulados en el apartado 3.3.2.1.1.

3.3.1.4 Hidrantes

Son dispositivos que se utilizan como sistema contra incendios. Deben instalarse en tuberías con diámetro mínimo de 75 mm (3") y una distancia máxima entre ellos de 300 m. Deben cumplir las normas técnicas ANSI/AWWA C503-88, C502-94 y C550-90. Su capacidad mínima es de 30 L/s.

Deben instalarse en el límite de dos predios, aproximadamente a 10 m de la intersección de los paramentos y en una zona verde o en el andén.

Cuando se coloquen en el andén no deben instalarse a una distancia mayor que 0.5 m del borde exterior hacia dentro.

Cuando se instalen sobre la zona verde no deben ponerse a una distancia menor que 0.5 m del borde exterior del cordón.

Las bocas del hidrante deben quedar hacia la calle.

Antes de colocar un hidrante se debe verificar que su funcionamiento sea correcto.

La parte superior debe pintarse según su caudal y siguiendo normas internacionales, tal como se establece a continuación:

Rojo:	Caudales hasta 32 L/s
Amarillo:	Caudales entre 32 y 63 L/s
Verde:	Caudales superiores a 63 L/s

La presión mínima de trabajo debe ser de 980 kPa (100 mca) y deben soportar una presión de prueba de 1 960 kPa (200 mca)

A continuación se describen los tipos de hidrantes que pueden usarse

Hidrante de columna

El cuerpo de toma será de fundición dúctil GGG40.

Los racores están fabricados en aluminio forjado o en bronce, los tapones de las tomas serán de fundición dúctil y se unirán al cuerpo mediante cadenas de seguridad para evitar que se pierdan.

El cuerpo se unirá a la columna mediante cuatro tornillos de M-12 x 60 y entre las dos piezas se coloca una junta de goma que evita toda posible pérdida de presión. En su parte superior se colocará el cuerpo-estopada unido al cuerpo de toma mediante seis tornillos de hierro zincado M-10 dentro del cual girará el tornillo maniobra fabricado en bronce mediante el volante, que permitirá la apertura y cierre de la válvula. El tornillo de maniobra será fabricado en bronce para garantizar su perfecto funcionamiento aún después de un prolongado período de tiempo en desuso y sin ningún tipo de mantenimiento.

Como acabado llevará una capa de imprimación fosfatante (vinílica) y una de esmalte sintético.

La columna será de fundición dúctil de 10 mm. de espesor y con una altura aproximada entre 1120 mm y 825 mm. Se unirá al cuerpo de tomas mediante cuatro tornillos M-12 x 60, con una junta de goma para asegurar su hermeticidad.

En su parte inferior se acopla la válvula de desagüe cuya apertura o cierre se deberá efectuar fácilmente desde el exterior al accionar la manivela, esta función deberá permitir un vaciado rápido y seguro del hidrante una vez concluida su misión.

El eje central será fabricado en acero inoxidable y debe recorrer al hidrante en toda su longitud y en su parte posterior se montará el tornillo maniobra que se acciona mediante el volante.

En la parte inferior del eje central se montará el mecanismo de cierre con la junta de goma cónica que se ajusta perfectamente con la planta aro cierre cerrando herméticamente o abriendo, según convenga el paso de agua de la tubería.

El codo de entrada será fabricado en fundición dúctil y es la pieza que une la columna con la entrada a la red.

La Envolvente copa y entrada son las únicas piezas de todo el hidrante que se verán una vez instalado éste, su misión es la de proteger la parte del hidrante que sobresale del suelo de posibles golpes.

El envolvente copa está fabricado en fundición gris y se acopla a la columna mediante un tornillo de fijación M-14 x 50.

El acabado de la copa llevará una capa de imprimación fosfatante vinílica con dos capas de [aparejo primer surfacer acrílica](#) y [dos capas de esmalte rojo fuego sintético](#).

Las tapas protectoras se fabricarán en aluminio y en el acabado de pintura además de las mismas capas que se efectúan, llevan dos manos de marfil sintético.

El hidrante se complementará con una llave de fundición nodular y cromada para la apertura y cierre de las tapas y los tapones de los racores.

Hidrante enterrado

Los hidrantes enterrados, se colocarán en zona de andén con un sistema que señalice su existencia.

La arqueta o caja del hidrante, al igual que su cuerpo, cabeza y tapa respectiva, se fabricarán en hierro dúctil GGG-50.

El cierre prensa estopas de E.P.D.M.

El cierre de tapa bronce y resorte A° 1°.

La Brida será PN10 según DIN 2531/32/33.

La Boca tipo récord en bronce de 2 ½" rosca macho según la National Standard Hose Coupling Thread Specifications.

3.3.3 Accesorios

3.3.3.1 Accesorios Hierro fundido dúctil

3.3.3.1.1 Manguito recto enchufe - enchufe

El manguito enchufe - enchufe es un accesorio que permite unir dos (2) espigos, utilizando la misma unión mecánica fabricada para las tuberías. Este accesorio se utilizará como una unión de reparación, permitiendo cerrar dos espigos introduciendo el manguito en uno de ellos y luego desplazándolo hasta que quede encima de la abertura a cerrar.

Este manguito enchufe debe permitir unir dos espigos que estén separados así:

Tabla 3.30 Distancias de separación de tuberías en manguitos de hierro dúctil

<i>DIÁMETRO NOMINAL (mm)</i>	<i>SEPARACION ENTRE ESPIGOS (mm)</i>
400	190
500	200
600	210
700	220
800	230
900	240
1000	250
1100	260
1200	270

Adicionalmente este manguito debe suministrarse con contrabridas, que aseguren un acerrojamiento de la junta.

3.3.3.1.2 Unión de desmontaje brida x brida

Se fabricará este accesorio para el montaje o desmontaje de los accesorios bridados tales como válvulas.

Este accesorio deberá permitir el desmontaje del accesorio que se encuentre pegado a su brida. El accesorio en mención deberá constar de dos piezas de tal forma que una se deslice dentro de la otra, permitiendo que en un momento determinado se pueda encoger, y desmontar la válvula o accesorio que esté unido a la unión de desmontaje bridada. La carrera o corrimiento en el que se deslice la pieza dentro de la otra no será inferior a 5 centímetros.

Este accesorio se fabricará al igual que el resto de los accesorios bajo la Norma ISO 2531 taladrado para PN 10.

3.3.3.1.3 Niples Brida - Espiga

Este accesorio debe cumplir todas las normas en cuanto a calidad de materiales descritos en estas especificaciones. El accesorio se fabricará de acuerdo a la longitud especificada en el formulario de cantidades.

Las bridas serán fabricadas cumpliendo la norma ISO 2531, taladrada a PN 10.

La tolerancia en la longitud del elemento será de ± 10 mm.

3.3.3.1.4 Niples de anclajes brida x brida ó brida x espiga

Estos accesorios se fabricarán de las dimensiones y diámetros mostrados en el formulario de cantidades y precios, tendrán las mismas características de los brida espiga, pero llevarán adicionalmente un collarín de anclaje cuya ubicación se denominará por la letra **Z**, en caso que no se especifique esta dimensión se entenderá que es la mitad de la longitud de todo el accesorio. La localización del collarín se entenderá como la medida desde la brida en caso de los accesorios brida espiga.

Las bridas serán fabricadas cumpliendo la norma ISO 2531, taladrada a PN 10.

La tolerancia en la longitud del elemento será de ± 10 mm.

3.3.3.1.5 Codos, Reducciones, Tés

Estos accesorios al igual que los demás aquí descritos deberán fabricarse bajo la norma ISO 2531. Podrán fabricarse enchufados o bridados según se requieran, cuando se fabriquen bridados el taladrado se hará para la misma norma PN 10.

La tee de vaciado se fabricará con dos enchufes en el sentido de la tubería principal, y bridada en el sentido del menor diámetro en el cual se colocará la salida tangencial, de acuerdo a las dimensiones y medidas establecidas en la norma ISO 2531 y las bridas taladradas para PN10.

3.3.3.1.6 Brida Enchufe

Este accesorio se fabricará de un lado brida taladrado bajo la norma ISO 2531 PN 10, y campana de las mismas características de las fabricadas para los tubos Standard, de tal forma que permita que el espigo del tubo a fabricar enchufe perfectamente en dicha campana. Las dimensiones y especificaciones del accesorio aparecen en esta norma.

El Brida Enchufe es un accesorio que se encarga de unir espigos con bridas, por lo tanto en caso de que no exista como un solo accesorio, deberán cotizarse los accesorios que se requieran.

3.3.3.1.7 Brida Ciega

La brida Ciega es una placa en hierro fundido dúctil, taladrada de acuerdo a la norma ISO 2531 ó ISO 7005-2 con una presión nominal de 10 bar, este accesorio es usado como pieza de taponamiento en tuberías de extremo bridados.

3.3.3.1.8 Brida Suelta o Brida Loca

La brida Suelta, también denominada brida loca, brida deslizante ó brida sobrepuesta, es una pieza usada en compañía con el Adaptador tope-brida de Polietileno de Alta Densidad, con el fin de unir una tubería de PEAD con otra pieza que tenga extremo bridado. La Brida Suelta será taladrada de acuerdo a la norma ISO 2531 ó ISO 7005-2 con una presión nominal de 10 bares, además, tendrá un orificio concéntrico con el tamaño de la brida en el que encajará el Adaptador Tope-brida de PEAD, este orificio tendrá las siguientes dimensiones:

Tabla 3.31 Dimensiones Brida Suelta o Brida Loca

<i>DIAMETRO ADAPTADOR TOPE-BRIDA (mm)</i>	<i>DIAMETRO DEL ORIFICIO EN LA BRIDA (mm)</i>	<i>TOLERANCIA (mm)</i>
63	75	± 3
90	105	± 4
110	125	± 4
160	175	± 4
200	232	± 5.5

3.3.3.1.9 Brida Universal

La Brida Universal es un accesorio especial fabricado en hierro fundido dúctil, este accesorio se utiliza para unir el espigo de una tubería con un accesorio o tubería de extremo bridado. La parte de la brida universal que encaja en el espigo donde se instalará el accesorio cubre un determinado rango de diámetros, que es la característica principal de este elemento y en cuanto a la brida que posee dicho accesorio, es una brida y orificios según ISO 7005-2, PN10. Este tipo de accesorio se usa sobre cualquier tipo de tubería a excepción de las tuberías de Polietileno de Alta densidad.

Las Bridas doble cámara son de una clase de Bridas Universal especial para tuberías de Polietileno las cuales poseen una junta auto blockante especial para tuberías de Polietileno según ISO 161 y ISO 3607, además, posee un anillo de tracción en Bronce RG 5 según BS 1400 LG2.

3.3.3.1.10 Uniones Universales

Este accesorio sirve para resolver el problema planteado por la necesidad de unir tubos, de la más variada clase de materiales y diámetros exteriores. La característica principal de estas uniones, es que cubren un rango de diámetros específicos por igual en sus dos extremos.

El cuerpo de la unión deberá fabricarse en Hierro Fundido Dúctil GGG 50, con recubrimiento de nylon o cualquier otro elemento de igual calidad o superior. Los tornillos deberán ser de acero recubiertos con zinc,

cromoníquel y epoxy por cataforesis o podrán recubrirse también con zinc y posteriormente con Rilsan Nylon 11. Las arandelas serán galvanizadas.

3.3.3.1.11 Unión Universal de Gran Tolerancia

En cuanto a la Unión Universal de Gran tolerancia se diferencia de la anterior, en que cada extremo de esta unión cubre un rango de diámetros. Los materiales del cuerpo de la unión y de la tornillería deben tener la misma exigencia que las uniones universales.

3.3.3.2 Accesorios en GRP

Los accesorios en GRP están disponibles para un rango amplio de diámetros, presiones y configuraciones. Los accesorios se fabrican por vaciado a compresión, enrollado de filamentos, corte y vaciado por contacto.

El proceso de vaciado por compresión se usa generalmente para accesorios hasta 16" (400 mm) de diámetro y presiones de menos de 500 psi.

El proceso de enrollado de filamentos puede producir accesorios con una resistencia mecánica mayor que en el proceso anterior.

El proceso de corte y empalme es extremadamente versátil para producir el rango completo de diámetro, formas estándar y especiales y accesorios diseñados personalmente. Con este método es posible hacer codos de cualquier ángulo solicitado, yees, tees, cruces, reducciones concéntricas y excéntricas; accesorios conectados al extremo de un tubo y accesorios dentro de la longitud de un tubo. La fabricación de los accesorios comienza con la producción de la tubería que se corta y ensambla en las configuraciones deseadas. Los accesorios fabricados por corte y ensamble pueden fabricarse también por cortes de sección de tubería con la forma deseada. Los accesorios deberán resistir las mismas condiciones de carga que la tubería.

3.3.3.3 Accesorios en polietileno

Todos los accesorios en polietileno serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien con agua, en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-4633-5208.

3.3.3.3.1 Adaptador tope brida.

Este accesorio consiste en un niple de tubería de PEAD diseñado especialmente para unirse en uno de sus extremos a tope con una tubería de PEAD y por el otro servir de soporte a una brida suelta en Hierro Dúctil, la cual será unida con un accesorio bridado.

Otro nombre con el que se conoce este accesorio es Manguito Tope-Brida, Porta flanche y Adaptador Portaflanche.

3.3.3.3.2 Codos, reducciones, tee.

Los codos, reducciones, tees deben cumplir las especificaciones que se señalan en el proyecto norma técnica colombiana DE 744, la materia prima para la fabricación de los accesorios debe cumplir con todo lo dispuesto para la fabricación de las tuberías. Todos los accesorios se fabricarán para soldarse a tope.

3.3.4 Tapas de registro

Las tapas de registro que se instalarán deberán cumplir las normas UNE 36-118 “Fundición de grafito esferoidal. Tipo y condiciones de recepción y suministro de piezas moldeadas”, ISO 1083 (1/76), UNE 41-300 “Dispositivos de cobertura y cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos”. Como caso excepcional se podrán colocar tapas de registro de hierro fundido de 12.5 Ton de resistencia para instalar en aceras, zonas peatonales o jardines donde esté garantizado que no exista tráfico.

3.3.4.1. Registro redondo de Ø 600 mm de 12.5 Ton y paso de Ø350 mm

Registro de inspección circular en fundición dúctil según la norma UNE 36-118 con resistencia a la rotura mayor o igual a 12.5 Ton; con cota de paso de 350 mm, marcado según la norma UNE 41-300, clase B-125, con revestimiento de pintura bituminosa y constituida por:

- Marco redondo de 500 mm, de altura 30 mm
- Tapa circular con relieve antideslizante en la parte superior

3.3.4.2 Registro redondo de Ø 800 mm de 12.5 Ton y paso de Ø614 mm

Registro de inspección circular en fundición dúctil según la norma UNE 36-118 con resistencia a la rotura mayor o igual a 12.5 Ton, con cota de paso de 614 mm, marcado según la norma UNE 41-300, clase B-125, con revestimiento de pintura bituminosa y constituida por:

- Marco redondo de 800 mm, de altura 35 mm
- Tapa circular con relieve antideslizante en la parte superior

3.3.4.3. Registro redondo de Ø850 mm de 40 Ton y paso de Ø600 mm

Registro de inspección circular en fundición dúctil según la norma UNE 36-118 con resistencia a la rotura mayor o igual a 40 Ton, con cota de paso de 600 mm, marcado según la norma UNE 41-300, clase D-400, con revestimiento de pintura bituminosa y constituida por:

- Marco redondo de 850 mm, de altura 100 mm, provisto de cuatro orificios de 20 mm de diámetro de anclaje, situado en un círculo de taladro de 740 mm de diámetro. Dotado de una junta de polietileno, evitando ruido e impidiendo el contacto directo metal - metal.
- Tapa circular provisto de llave de bloqueo sobre marco, con relieve antideslizante en la parte superior, provista de superficie de apoyo mecanizada. El cierre se realizará mediante el encaje de tres pestañas situadas en la superficie interior de la tapa, en sus correspondientes guías del marco.

3.3.4.4 Registro redondo de Ø1000 mm de 40 ton y paso de Ø800 mm

Registro de inspección circular en fundición dúctil según la norma UNE 36-118 con resistencia a la rotura mayor o igual a 40 Ton, con cota de paso de 800 mm, marcado según la norma UNE 41-300, clase D-400, con revestimiento de pintura bituminosa y constituida por:

- Marco redondo de 1000 mm, de altura de 100 mm, provista de junta Elastómero garantizando un acoplamiento silencioso y estable a la tapa así como, un cortado entre tapa y marco herméticamente cerrado.
- Tapa circular provista de dos orificios ciegos para insertar los instrumentos de apertura.

3.3.4.5 Registro redondo de Ø850 mm de 60 ton y paso de Ø600 mm

Registro de inspección circular en fundición dúctil según la norma UNE 36-118 con resistencia a la rotura mayor o igual a 60 Ton, con cota de paso de 600 mm, marcado según la norma UNE 41-300, clase E-600, con revestimiento de pintura bituminosa y constituida por:

- Marco redondo de 850 mm, de altura de 100 mm, provista de junta Elastómero garantizando un acoplamiento silencioso y estable a la tapa así como, un cortado entre tapa y marco herméticamente cerrado.

- Tapa circular provista de dos orificios ciegos para insertar los instrumentos de apertura.

3.3.4.6 Tapa de concreto reforzado

Se utilizarán para cajas de válvulas menores o igual a 200 mm que no estén enterradas. Las tapas tendrán un espesor mínimo de 200 mm y con refuerzos para soportar cargas de mínimo de 60 toneladas con dimensiones mínimas de 1.0 m y hasta 1.50 m.; embebido en la tapa de concreto armado y directamente encima del cuadrante de la válvula a operar, se colocará un gorro - tapa tronco cónico de fundición dúctil GGG40 o GGG42/12 con tapa removible y con bisagra.

Las tapas o registros redondos se utilizarán para válvulas de mariposa o válvulas de compuerta mayores de 300 mm, igual para válvulas de ventosa y válvulas de pitometría, registradores y caudalímetros.

3.3.4.7 Gorro de hierro dúctil

Es un accesorio cilíndrico en fundición dúctil fabricado según GGG40 o GG42/12 con dimensiones precisas para acoplarse con un carrete de PVC de Ø6" y ser colocado directamente encima del cuadrante de la válvula a operar.

La tapa superior de este gorro quedará a ras del concreto del pavimento o andén y el cuerpo embebido en el mismo. Se utilizará para válvulas enterradas menores o iguales a 200 mm.

3.3.5 Piezas especiales

3.3.5.1. Uniones acero inoxidable

En caso de requerirse, se podrá utilizar como sistema de reparación la unión alta tolerancia. Esta unión cumplirá los siguientes requisitos en cuanto al material de los distintos componentes:

La Carcasa será en acero inoxidable AISI 304 o 316 o en acero al carbono revestida con polímero.

La Tornillería y ejes serán en acero inoxidable AISI 304 o 316 o en acero con revestimiento anticorrosivo.

La Tapa - puente y sistema de cierre será en acero inoxidable AISI 304.

El Manguito de estanqueidad será en caucho sintético E.P.D.M., nitrilo (N.B.R.).

En cuanto a las presiones de trabajo, estas serán de 0 a 24 bares según el diámetro. La presión de ensayo será 1.5 veces la presión de trabajo.

La gama de diámetros de aplicación será a partir de 48 mm de diámetro exterior del tubo.

Los anchos nominales son:

75 mm para diámetros desde 48 a 65 mm

95 mm para diámetros desde 74 a 171 mm

140 mm para diámetros a partir de 156 mm

200 mm para diámetros a partir de 156 mm

La siguiente tabla muestra el rango de tolerancia para uniones entre tuberías de igual diámetro exterior:

Tabla 3.32 Rango de tolerancia uniones en acero inoxidable un (1) cierre

<i>D. exterior mm</i>	<i>Ancho unión mm</i>	<i>Tolerancia mm</i>
Desde 48 a 171	75 - 95	+ 2
Desde 156 a 449	140 - 200	+ 2,5
a partir de 450	140 - 200	+ 4,0

Las diferencias máximas admisibles en el diámetro exterior de dos tubos instalados *concéntricamente* no deberán exceder de los siguientes valores:

Tabla 3.33 Tolerancias admisibles para conexión de tubos de distinto diámetro exterior Unión un cierre

<i>D. exterior mm</i>	<i>Tolerancia mm</i>
48	0,5
desde 54 a 60	1,0
Desde 76 a 104	1,5
Desde 106 a 449	2,5
A partir de 450	4,0

La tolerancia máxima de la unión de dos (2) cierres deberá ser el doble que la de un (1) cierre.

Tabla 3.34 Tolerancias admisibles para conexión de tubos de distinto diámetro exterior Unión dos (2) cierres

<i>D. exterior mm</i>	<i>Ancho unión mm</i>	<i>Tolerancia mm</i>
Desde 60 a 171	75-95	± 3
Desde 156 a 449	140-200	$\pm 5,0$
a partir de 450	140-200	$\pm 8,0$

3.3.5.2 Piezas especiales en polietileno

Se llamarán así todos los accesorios en Polietileno que sean necesarios fabricar para la conexión con una válvula u otro elemento especial. Todos estos accesorios deberán cumplir con las Normas descritas.

Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien con agua, en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-4633-5208.

3.3.5.3 Piezas especiales en GRP

Se llamarán así, a todos los accesorios de GRP, que sean necesarios fabricar para la conexión con un elemento especial. Todas las bridas deben ser fabricadas para la norma ISO 2084 PN 10, pero el taladrado debe ser compatible con la Norma ISO 2531 para PN 10, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas.

Las piezas utilizadas en la construcción de accesorios serán fabricadas de conformidad con la Norma Internacional AWWA C950-95.

3.4 Redes, colectores e impulsiones de alcantarillado

3.4.1 Tuberías para alcantarillado

El presente capítulo trata sobre los materiales utilizados en redes, colectores e impulsiones de alcantarillado de aguas residuales domésticas como también en reparaciones de tuberías existentes.

3.4.1.1 A gravedad

Las tuberías a gravedad se usarán para redes y colectores de alcantarillado de aguas residuales.

3.4.1.1.1 Tuberías de PVC

Las tuberías y juntas deberán cumplir con las normas ICONTEC, ASTM, ANSI, AWWA-ISO, ABNT, y/o cualquier norma internacional equivalente debidamente reconocida. En particular, con las normas que se describen a continuación:

- **Tubos y accesorios de Policloruro de Vinilo (PVC), Rígido para Alcantarillado a gravedad (Pared Sólida), con Uniones con Sello de Caucho.**

Norma ICONTEC 1748
 Norma ICONTEC 2534
 Norma ICONTEC 2536
 Norma ICONTEC 369
 Norma ICONTEC 2697
 Norma ICONTEC 1125
 ASTM D3034
 ASTM D3212
 ASTM F 679
 ASTM F 913
 ASTM F1336
 ASTM D1784

Otras consideraciones que deben cumplir las tuberías a gravedad son las siguientes:

- Diámetros nominales menores o iguales a 15" (388mm): En PVC 12454B, 12454C, 12364C ó 13364B, con un módulo de elasticidad de tensión mínimo de 3450 Mpa(500.000 psi), de acuerdo con lo indicado en la Norma ICONTEC 369. Para estos diámetros las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido para alcantarillado, deben cumplir los requisitos de medidas y

ensayos correspondientes a todo lo exigido en las normas ICONTEC 1748 o la norma ASTM D 3034.

- Diámetros mayores de 15" (388mm): En PVC 12454B, 12454C, 14333D de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM F679. Para estos diámetros las tuberías, deben cumplir los requisitos y ensayos correspondientes a todo lo exigido en las normas ASTM F 679.

Además de las normas señaladas en este párrafo, las tuberías deberán cumplir las otras normas arriba enumeradas que sean necesarias para la fabricación de los demás elementos como empaques, accesorios, etc. En caso de que la tubería sea importada deberá cumplir las normas aquí descritas, o las equivalentes normas internacionales a las ICONTEC.

- Los extremos de los tubos deben tener un corte normal a su eje con una desviación máxima equivalente al 0.6% del diámetro nominal.
- Los tubos presentarán homogeneidad en su material y uniformidad en su color, densidad y opacidad. Además deberán estar exentos de fisuras, perforaciones o incrustaciones de materiales extraños.
- La superficie interior de cada tubo será lisa y libre de salientes y hoyos que puedan perturbar la continuidad del flujo.
- Las tuberías serán totalmente inmunes al ataque de gases y ácidos corrosivos.
- Los tubos de PVC a gravedad deberán cumplir con el numeral 4.2 de la norma ICONTEC 1748 en cuanto a aplastamiento transversal se refiere.
- La tubería de PVC a gravedad se someterá a la prueba de resistencia al impacto, de acuerdo con la norma ASTM D 2444 y deberá cumplir con la tabla 3 de la norma ICONTEC 1748 para diámetros menores o iguales a 15" (388 mm) y lo exigido en la norma ASTM D 679 para diámetros mayores de 15" (388mm).
- Las uniones para tuberías a gravedad cumplirán con la norma ICONTEC 2534 para diámetros hasta 15" (388mm). Para tuberías a gravedad y diámetros superiores a 15" (388mm), se exigirá lo especificado en la norma ASTM F 679. Además si las tuberías son importadas deberán cumplir las normas internacionales equivalentes a estas. De igual forma se debe seguir las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a transporte, almacenamiento y colocación de las tuberías. Los accesorios que se utilicen de otro material cumplirán las normas que correspondan a tal material. El Contratista seguirá las recomendaciones dadas por los fabricantes y acatará las observaciones del Interventor.
- AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. podrá ordenar los ensayos que estime conveniente para las tuberías y rechazará las que se encuentren defectuosas. Los costos tanto de los ensayos como de los materiales fallados, serán de cuenta del Contratista y se considerarán incluidos en el precio de la oferta.

- Se tomarán las precauciones necesarias para prevenir daños a las tuberías durante su transporte y descargue.
- Los tubos suministrados tendrán igual longitud, con una tolerancia de +0,5% y -0,2%. Su tamaño básico será de 6,0 m, pero el proponente podrá presentar una propuesta alterna con longitud diferente.
- En una misma sección transversal los tubos no podrán presentar una variación en el espesor de la pared mayor al 12%, determinada según el numeral 6.2.4 de la norma ICONTEC 1748 y cumplirá con las dimensiones mínimas requeridas en la tabla 1, para diámetros hasta 15" (388mm), para diámetros superiores a 15" (388mm) deberán cumplir los requerimientos descritos en la norma ASTM F 679.

Para tuberías a gravedad y de diámetro nominal menor o igual que 15" (388mm), el diámetro exterior promedio debe cumplir con las dimensiones de la tabla 1 de la norma ICONTEC 1748 y medirse según el numeral 6 de la misma norma. Para tuberías a gravedad y diámetros mayores de 15 deberán ceñirse a lo escrito en la norma ASTM F 679.

UNIDADES Y MARCAS

Todas las medidas, controles, etc., deberán venir graduados en las unidades métricas correspondientes. Las inscripciones de identificación de las tuberías estarán escritas en español.

Todas las grabaciones e inscripciones deberán ser presentadas a AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. para su aprobación con anterioridad a su entrega.

Cada tubo a ser suministrado por el proveedor deberá entregarse marcado, además del texto exigido por las normas ICONTEC, con el nombre del proyecto Colector o redes al cual pertenezca de acuerdo con la información escrita suministrada por AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

INSPECCION Y PRUEBA

AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. tendrá el derecho de inspeccionar o probar los bienes con el fin de verificar su conformidad con las especificaciones del contrato y/o, de acuerdo con la norma ICONTEC correspondiente a su fabricación o de la entidad normalizadora que se indique en estos pliegos. El contratante notificará por escrito a los proveedores el nombre de las personas que la representarán para estos fines.

Los proveedores, suministrarán sin costo alguno, las muestras escogidas por un representante de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., para ejecutar todas las pruebas de control de calidad contempladas en las normas ICONTEC correspondientes y se comprometerá a entregar las muestras en las

dependencias de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. o en el sitio que designe para la ejecución de las pruebas.

Las inspecciones y pruebas podrán realizarse en las instalaciones de los proveedores en el lugar de entregas o en el lugar de destino final de los bienes. Cuando sean realizadas en las instalaciones de los proveedores, se proporcionarán a los inspectores todas las facilidades y asistencias razonables, incluso acceso a los diseños y a los datos sobre producción, sin cargo alguno para EL CONTRATANTE.

Si los bienes inspeccionados o probados no se ajustaran a las especificaciones, AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. los rechazará y los proveedores deberán, sin cargo para EL CONTRATANTE, reemplazarlos o modificarlos en la medida necesaria para cumplir con las especificaciones.

La inspección, prueba o aprobación de los bienes por AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. o sus representantes con anterioridad a su embarque, no limitará ni extinguirá en modo alguno el derecho de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. a inspeccionar, probar, y cuando fuere necesario, rechazar los bienes una vez que lleguen a su destino.

Nada de lo dispuesto en este ítem liberará a los proveedores de sus obligaciones en materia de garantía o de otra índole con arreglo al contrato.

TRANSPORTE Y MANEJO DE TUBOS

Se debe tomar toda clase de precauciones para evitar daños en los tubos y accesorios y en su revestimiento, durante el cargue, transporte y la descarga de los mismos. Ningún tubo debe dejarse caer de los camiones, ni debe permitirse que ruede sobre polines sin emplear sogas adecuadas para su control.

Cada tubo y accesorio deberá apoyarse sobre polines apropiados o bloques durante el transporte y deberá acuñarse debidamente en su sitio sobre las estacas del camión y debajo de los cables de amarre deben usarse acojinamientos para prevenir el deterioro de la pintura o protección del tubo. El cargue de los tubos será mediante bandas adecuadas construidas de tal manera que se apoyen uniformemente contra los tubos sin que haya parte metálica alguna en contacto con él.

Cualquier tubo o accesorio que se dañe durante el acarreo o manejo debe ser reemplazado por el proveedor, libre de costo para AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Cuando con arreglo al contrato, los proveedores tengan que entregar los bienes FOB, el transporte de los bienes hasta su entrega, esto es, hasta el punto de colocación de los bienes a bordo del medio de transporte elegido para la exportación en el lugar especificado para la carga, inclusive este punto, será contratado y pagado por el proveedor y su costo será incluido en el precio del contrato.

Cuando con arreglo al contrato los proveedores tengan que entregar los bienes en condiciones CIF, el transporte de los bienes hasta el punto de descarga o cualquier otro punto en el país de destino que haya sido especificado en el contrato será contratado y pagado por los proveedores y el costo será incluido en el precio del contrato.

Los proveedores entregarán las tuberías, en el sitio que AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. destine para tal fin pero siempre en el perímetro urbano de la ciudad. La entrega deberá hacerse en arrumes por diámetros y clases de tuberías. Reemplazarán los materiales que se averíen al hacer el descargue o que a juicio de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. presenten defectos.

3.4.1.1.2 Tuberías de concreto reforzado RCP

Las tuberías y juntas deberán cumplir con las normas ICONTEC, ANSI, AWWA-ISO, ABNT, ASTM y/o cualquier norma internacional equivalente debidamente reconocida. En particular, con las normas que se describen a continuación:

- **Tubos de Hormigón Reforzado para Alcantarillado, con Juntas Flexibles**

Norma ICONTEC 401
Norma ICONTEC 1328

Además de lo exigido en esta norma todos los tubos de concreto deberán llevar un refuerzo, tanto en el espigo como en la campana. La cantidad de refuerzo a utilizar no será inferior al utilizado para el cuerpo del tubo.

Protección interior para tuberías de hormigón para flujo a gravedad

Las tuberías de hormigón para flujo a gravedad deben ser protegidas interiormente contra la corrosión que se pueda presentar por efectos asociados con la formación de sulfuro de hidrógeno (H₂S).

Se pueden proponer revestimientos ya sea mediante láminas de polietileno de alta densidad, o de PVC, fijadas a la pared interior en el momento de la

construcción. Dicho revestimiento sólo se colocará en tres cuartas partes (270°) del área interior de la tubería, que cuando se instale corresponderá a la parte superior de la misma.

No se admite protección a base de pinturas, resinas o similares.

El recubrimiento debe ser flexible, resistente a impacto y químicamente resistente.

El espesor del recubrimiento debe ser mayor de 1.5 mm y se debe fijar en el concreto mediante costillas en forma de T embebidas durante el proceso de fundición.

El recubrimiento debe cumplir los requisitos mínimos sobre estiramiento y dureza, los valores aceptados para estas pruebas son: 200% y 50, respectivamente. Estas pruebas deben hacerse de conformidad con las normas ASTM D 412 y ASTM D2240.

El fabricante deberá suministrar el recubrimiento correspondiente a las juntas entre tubo y tubo, la cual deberá ser colocada en el campo mediante soldadura.

El recubrimiento, a juicio de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., puede ser sometido a las siguientes pruebas, tanto antes de la instalación del tubo en la zanja como después:

- Inspección visual (roturas, fisuras, bolsas, ...)
- Pull test
- Comprobación de soldaduras

Se debe poner especial atención en el traslado de la tubería y se han de evitar métodos que puedan dañar el interior de la tubería. No será aceptada ninguna tubería con daños en el recubrimiento hasta que no sean reparados a satisfacción de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Otros Requisitos

El Proponente deberá certificar la experiencia en el uso del producto y sistema de protección que ofrece, indicando además ciudades, diámetros y longitudes, años en servicio, y constancia de las entidades.

Las tuberías cubiertas bajo estas especificaciones deben cumplir normas de probada calidad, construidas por fábricas de reconocida experiencia y reputación en la producción de tuberías similares a las solicitadas en la licitación, para lo cual el proponente deberá incluir la información suficiente, tal

como: entidades compradoras, fechas de instalación, tiempo de funcionamiento, etc. La experiencia del fabricante debe ser como mínima de 10 años.

En el evento que alguna de las tuberías solicitadas en esta licitación no sea producida por el proponente, este deberá certificar la experiencia del fabricante de las mismas.

Las tuberías que se suministren dentro de esta licitación, deberán incluir las juntas uniones y todos los accesorios y elementos que se requieran para la completa y correcta instalación de las mismas.

Las especificaciones técnicas detalladas de cada tipo de tuberías se detallan en otro aparte de este pliego, cumpliendo estrictamente con los controles de fabricación, clasificación del producto terminado y comprobación de las normas establecidas por ICONTEC, ANSI, AWWA-ISO, ABNT, ASTM y/o cualquier norma Internacional equivalente debidamente reconocida (en caso de ofrecerse).

Los proveedores deberán entregar por cada tubo, las respectivas juntas flexibles y el lubricante para la instalación cuando se requiera.

Para asegurar la unidad de responsabilidad, las juntas flexibles o uniones y los accesorios que se requieran, deben ser fabricados por los mismos fabricantes de las tuberías. Los proponentes deben tener a disposición del CONTRATANTE y por su cuenta, un supervisor para la instalación de las tuberías, el cual debe estar disponible cuando EL CONTRATANTE lo requiera para dar instrucciones a los instaladores de las mismas.

Serán por cuenta de los proponentes favorecidos con los contratos, todas las pruebas y ensayos que se deban realizar en desarrollo de los contratos y las que EL CONTRATANTE pueda ordenar posteriormente. Estas pruebas y ensayos se realizarán con el fin de establecer el cumplimiento de las especificaciones técnicas pactadas y contenidas en los pliegos de condiciones y en el contrato.

Los suministros deben incluir por lo menos lo siguiente:

- Planos certificados de taller y de instalación que muestren todos los detalles importantes de fabricación, dimensiones, diámetros, espesores, etc.
- Literatura descriptiva, catálogos originales de las tuberías y sus accesorios a suministrar.

- Una lista total y completa de los pesos por tubos.
- Instrucciones precisas de instalación, almacenaje y manipuleo.

Todas las medidas, controles, etc., deberán venir graduados en las unidades métricas correspondientes. Las inscripciones de identificación de las tuberías vendrán escritas en español.

Todas las grabaciones e inscripciones deberán ser presentadas a AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., para su aprobación con anterioridad a su entrega.

Cada tubo a ser suministrado por el proveedor deberá entregarse marcado, además del texto exigido por las normas ICONTEC, con el nombre del proyecto Colector o redes al cual pertenezca de acuerdo con la información escrita suministrada por AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. tendrá el derecho de inspeccionar o probar los bienes con el fin de verificar su conformidad con las especificaciones del contrato y/o, de acuerdo con la norma ICONTEC correspondiente a su fabricación o de la entidad normalizadora que se indique en estos pliegos. En la minuta del contrato, o en las especificaciones técnicas, se indicarán las inspecciones y pruebas que requiera EL CONTRATANTE y el lugar en que habrán de efectuarse. EL CONTRATANTE notificará por escrito a los proveedores el nombre de las personas que la representarán para estos fines.

Los proveedores, suministrarán sin costo alguno, las muestras escogidas por un representante de ACUACAR, para ejecutar todas las pruebas de control de calidad contempladas en las normas ICONTEC correspondientes y se comprometerá a entregar las muestras en las dependencias de ACUACAR o en el sitio que ACUACAR designe para la ejecución de las pruebas.

Las inspecciones y pruebas podrán realizarse en las instalaciones de los proveedores en el lugar de entregas o en el lugar de destino final de los bienes. Cuando sean realizadas en las instalaciones de los proveedores, se proporcionarán a los inspectores todas las facilidades y asistencias razonables, incluso acceso a los diseños y a los datos sobre producción, sin cargo alguno para EL CONTRATANTE.

Si los bienes inspeccionados o probados no se ajustaran a las especificaciones, ACUACAR los rechazará y los proveedores deberán sin cargo para EL CONTRATANTE, reemplazarlos o modificarlos en la medida necesaria para cumplir con las especificaciones.

La inspección, prueba o aprobación de los bienes por ACUACAR o sus representantes con anterioridad a su embarque, no limitará ni extinguirá en

modo alguno el derecho de ACUACAR a inspeccionar, probar, y cuando fuere necesario, rechazar los bienes una vez que lleguen a su destino.

Nada de lo dispuesto en este ítem liberará a los proveedores de sus obligaciones en materia de garantía o de otra índole con arreglo al contrato.

Se debe tomar toda clase de precauciones para evitar daños en los tubos y accesorios y en su revestimiento, durante el cargue, transporte y la descarga de los mismos. Ningún tubo debe dejarse caer de los camiones, ni debe permitirse que ruede sobre polines sin emplear sogas adecuadas para su control.

Cada tubo y accesorio deberá apoyarse sobre polines apropiados o bloques durante el transporte y deberá acuñarse debidamente en su sitio sobre las estacas del camión y debajo de los cables de amarre deben usarse acojinamientos para prevenir el deterioro de la pintura o protección del tubo. El cargue de los tubos será mediante bandas adecuadas construidas de tal manera que se apoyen uniformemente contra los tubos sin que haya parte metálica alguna en contacto con el revestimiento.

Cualquier tubo o accesorio que se dañe durante el acarreo o manejo debe ser reparado por el proveedor, si en la opinión de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. dicho tubo o accesorio puede repararse satisfactoriamente. De otra manera será reemplazado por el proveedor, libre de costo para EL CONTRATANTE.

Cuando con arreglo al contrato los proveedores tengan que entregar los bienes FOB, el transporte de los bienes hasta su entrega, esto es, hasta el punto de colocación de los bienes a bordo del medio de transporte elegido para la exportación en el lugar especificado para la carga, inclusive este punto, será contratado y pagado por el proveedor y su costo será incluido en el precio del contrato.

Cuando con arreglo al contrato los proveedores tengan que entregar los bienes en condiciones CIF, el transporte de los bienes hasta el punto de descarga o cualquier otro punto en el país de destino que haya sido especificado en el contrato será contratado y pagado por los proveedores y el costo será incluido en el precio del contrato.

Los proveedores entregarán las tuberías, en las bodegas de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., o en el sitio que EL CONTRATANTE destine para tal fin pero siempre en el perímetro urbano de la ciudad. La entrega deberá hacerse en arrumes por diámetros y clases de tuberías. Reemplazarán los materiales que se averíen al hacer el descargue o que a juicio de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. presenten defectos.

En todos los casos precedentes, el transporte de los bienes después de los bienes después de la entrega correrá por cuenta del CONTRATANTE.

3.4.1.1.3 Otras tuberías

Para efectos de reparación de redes existentes, se utilizarán otros materiales diferentes a los arriba descritos.

La tubería de Gres debe cumplir, según el tipo de que se trate con las siguientes especificaciones: ASTM C-261, ASTM C-278 y ASTM C700. El material empleado en la construcción de la tubería debe ser arcilla vitrificada y reconocida en todo su volumen de manera uniforme. Para la prueba a presión baja de aire cumplirá las Normas ASTM C 828-78, para el tipo de prueba de junta de Poliuretano deberá cumplir con la Norma C 425 e ICONTEC 357.

3.4.1.2 A presión

Las tuberías a presión se utilizarán en impulsiones de agua residual de estaciones elevadoras y estaciones de bombeo de agua residual.

3.4.1.2.1 Tubería de hierro fundido dúctil

Para las tuberías a presión, todos los diámetros deben cumplir con todas las normas dispuestas en el apartado 3.3.1.4.1 para agua potable.

3.4.1.2.2 Tubería poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP

Para las tuberías a presión, todos los diámetros deben cumplir con lo dispuesto en las normas referidas en el apartado 3.3.1.5.2 para agua potable.

3.4.1.2.3 Tubería de PVC

Para las tuberías a presión, todos los diámetros deben cumplir lo dispuesto en la norma ICONTEC 382 o ASTM D 2241 y todas las normas correspondientes a tuberías a presión descritas en el apartado 3.3.1.4.3 a excepción de los requerimientos de no toxicidad.

3.4.2 Cámaras de inspección.

Los pozos o cámaras de inspección son estructuras que se utilizan para mantenimiento de los sistemas de alcantarillado, transiciones de diámetro y en algunos casos como registros oficiales.

Las cámaras de inspección serán de forma cilíndrica con o sin cono de reducción en la parte superior.

Se dispondrán obligatoriamente pozos o cámaras de inspección que permitan el acceso para inspección y limpieza:

- En cambios de alineamiento y de pendiente en la tubería.
- En las uniones de los colectores o ramales.
- En los tramos rectos de la tubería en general a una distancia máxima de 50 m, para colectores menores de $\varnothing 500$ mm.
- En la iniciación de un colector o alcantarilla.
- En todo cambio de diámetros y de sección
- En aquellos puntos donde haya cambio de los materiales de tubería.

Además, se construirán en los sitios donde indiquen los diseños estipulados por la Gerencia Técnica de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Los pozos de inspección se clasifican según su profundidad y el diámetro de la tubería que entra y que sale del mismo. De esta forma las cámaras de inspección pueden ser:

Cámara de inspección $h < 1.5$ m y $\phi < 800$ mm Tipo I

Las bases de los pozos de inspección se fabricarán de concreto reforzado de 3.000 p.s.i. de resistencia a la compresión a los 28 días. El refuerzo de la base será de $\phi \frac{1}{2}$ cada 20 cm. La base debe reposar en un solado de 10 cm de espesor en concreto simple de 1500 p.s.i. Los canales por donde va a circular el agua (cañuela), deberán quedar perfectamente empalmados con los tubos que entran y salen, y las uniones deben ser perfectamente selladas a fin de evitar infiltraciones. El empalme de la tubería con la cámara debe hacerse mediante unión consistente en una campana de la misma tubería empotrada como “pasamuro” en el cilindro de la cámara de acuerdo al numeral 3.2.2. y no dejar tuberías que sobresalgan de la pared intermedia de la cámara.

Los muros se construirán en dovelas de concretos de 3.000 p.s.i. y el Contratista con suficiente anticipación suministrará al Interventor la fuente de la obtención de dichas dovelas con el fin de llevar a cabo las pruebas correspondientes a la calidad del concreto. El levante se llevará a cabo mediante la pega de dovelas con mortero 1:4. Las paredes externas e internas se recubrirán con mortero 1:3 con impermeabilizante integral en un espesor de 2 cms. Finalmente la superficie obtenida será alisada por medio de una llana de madera, teniendo especial cuidado de que la superficie final sea perfectamente reglada y aplomada. Sobre esta superficie se aplicará una capa de Colmatar (recubrimiento epoxi – alquitrán) o similar. El diámetro interior de los pozos de inspección será de 1.20 m.

El trabajo deberá ser ejecutado por personal especializado en el ramo, la calidad y apariencia de la obra deberán ser aprobadas por el Interventor.

La base superior de los pozos de registro o tapas se hará en concreto reforzado de 3.000 p.s.i. de acuerdo a la forma y dimensiones indicadas en los planos, el refuerzo será de varillas de $\phi \frac{1}{2}$ cada 20 cm. En el momento del vaciado de la tapa en concreto, se colocará el anillo o marco en fundición dúctil con su respectiva tapa abisagrada del mismo material que cumpla la norma ASTM A455-60T o equivalentes y de conformidad con los planos sugeridos.

Cámara de inspección $1.5 < h \leq 3.0$ m y $\phi < 800$ mm Tipo II y $h > 3.0$ m Tipo III

Las bases de estos pozos de inspección se fabricarán de concreto reforzado de 3.000 p.s.i. de resistencia a la compresión a los 28 días. El refuerzo de la base será de $\phi \frac{1}{2}$ cada 20 cm. La base debe reposar en un solado de 10 cm de espesor en concreto simple de 1500 p.s.i. Los canales por donde va a circular el agua (cañuela), deberán quedar perfectamente empalmados con los tubos que entran y salen, y las uniones deben ser perfectamente selladas a fin de evitar infiltraciones. El empalme de la tubería con la cámara debe hacerse mediante unión consistente en una campana de la misma tubería empotrada como "pasamuro" en el cilindro de la cámara de acuerdo al numeral 3.2.2. y no dejar tuberías que sobresalgan de la pared intermedia de la cámara y se deberá aplicar soldadura líquida de PVC más cemento al tramo del tubo embebido en el muro de la cámara.

Los muros se construirán en concreto reforzado de 3.000 p.s.i., el refuerzo será con varillas de $\phi \frac{3}{8}$ cada 20 cm y aros de $\phi \frac{1}{2}$ cada 20 cm. En los últimos 90 cm para llegar a la superficie del terreno, los muros tendrán forma tronco cónica y la transición se realizará con anillos de concreto de 20 cm x 15 cm con refuerzo de 4 varillas de $\phi \frac{1}{4}$ cada 30 cm. Las paredes externas e internas se recubrirán con mortero 1:3 con impermeabilizante integral en un espesor de 2 cms. Finalmente la superficie obtenida será alisada por medio de una llana de madera, teniendo especial cuidado de que la superficie final sea perfectamente reglada y aplomada. Sobre esta superficie se aplicará una capa de Colmatar (recubrimiento epoxi – alquitrán) o similar. A 30 cm de la base se colocará una cinta de PVC V-15 o similar que permita el vibrado del concreto de la base cuando se instale el tubo en la cámara. A 40 cm de la tapa se colocarán empotrados en los muros, pasos de polipropileno reforzado con varilla de acero, espaciados 30 cm y con las dimensiones y características especificadas en los planos. El diámetro interior de los pozos

de inspección variará de 0.55 m en la tapa hasta 1.20 m a 90 cm de la tapa que se mantendrá constante hasta la base.

El trabajo deberá ser ejecutado por personal especializado en el ramo, la calidad y apariencia de la obra deberán ser aprobadas por el Interventor.

La base superior de los pozos de inspección se hará en concreto reforzado de 3.000 p.s.i. de acuerdo a la forma y dimensiones indicadas en los planos, el refuerzo será con varillas de ϕ 3/8" y aros del mismo diámetro. En el momento del vaciado de la tapa en concreto, se colocará el anillo o marco en fundición dúctil con su respectiva tapa abisagrada del mismo material que cumpla la norma ASTM A455-60T o equivalentes y de conformidad con los planos sugeridos.

Cámara de inspección $h > 1.50$ m y $\phi \geq 800$ mm Tipo V-1/V-13

La forma de esta cámara de inspección será una caja cuyas dimensiones dependerán del diámetro de las tuberías entrantes y salientes que en todo caso, serán las especificadas en los planos respectivos. Las bases de estos pozos de inspección se fabricarán de concreto reforzado de 3.000 p.s.i. de resistencia a la compresión a los 28 días. El refuerzo de la base será con dos parrillas en dos direcciones formadas con varillas de ϕ 1/2" cada 20 cm. La base deberá tener un espesor de 25 cm. Los canales por donde va a circular el agua (cañuelas), deberán quedar perfectamente empalmados con los tubos que entran y salen, se fabricarán de concreto de 1500 p.s.i.; y las uniones deben ser perfectamente selladas a fin de evitar infiltraciones. El empalme de la tubería con la cámara debe hacerse mediante unión consistente en una campana de la misma tubería empotrada como "pasamuro" en el cilindro de la cámara de acuerdo al numeral 3.2.2. y no dejar tuberías que sobresalgan de la pared intermedia de la cámara.

Los muros se construirán en concreto reforzado de 3.000 p.s.i., el refuerzo será con dos parrillas en dos direcciones formadas con varillas de ϕ 1/2" en una dirección y ϕ 3/8" cada 20 cm en la otra. A 20 cm por encima de la clave del tubo, se construirá una losa de transición de espesor 25 cm y con refuerzo de dos parrillas en dos direcciones con varillas de ϕ 1/2" cada 20 cm. De ahí en adelante se construirá un módulo cilíndrico de 1.20 metros de diámetro hasta llegar a 90 cm de la superficie del terreno, donde se construirá un módulo tronco cónico hasta la superficie. Ambos módulos se reforzarán con parrillas en dos direcciones con varillas de ϕ 3/8" cada una. Dependiendo de la profundidad de instalación de la tubería, se construirá o no estos dos últimos módulos.

Las paredes externas e internas se recubrirán con mortero 1:3 con impermeabilizante integral en un espesor de 2 cms. Finalmente la superficie

obtenida será alisada por medio de una llana de madera, teniendo especial cuidado de que la superficie final sea perfectamente reglada y aplomada. Sobre esta superficie se aplicará una capa de Colmatar (recubrimiento epoxi – alquitrán) o similar. A 30 cm de la base se colocará una cinta de PVC V-15 o similar que permita el vibrado del concreto de la base cuando se instale el tubo en la cámara. De igual forma se colocará una cinta PVC en la parte superior de la losa de transición.

A 40 cm de la tapa se colocarán empotrados en los muros, pasos de polipropileno reforzado con varilla de acero, espaciados 30 cm y con las dimensiones y características especificadas en los planos.

El trabajo deberá ser ejecutado por personal especializado en el ramo, la calidad y apariencia de la obra deberán ser aprobadas por el Interventor.

La base superior de los pozos de inspección se hará en concreto reforzado de 3.000 p.s.i. de acuerdo a la forma y dimensiones indicadas en los planos, el refuerzo será con varillas de ϕ 3/8" y aros del mismo diámetro. En el momento del vaciado de la tapa en concreto, se colocará el anillo o marco en fundición dúctil con su respectiva tapa abisagrada del mismo material que cumpla la norma ASTM A455-60T o equivalentes y de conformidad con los planos sugeridos.

3.4.3 Estructuras especiales

3.4.3.1 Sifones

Los sifones son estructuras especiales que se utilizan cuando el trazado de un colector de alcantarillado debe salvar una depresión topográfica como un río, arroyo, un túnel; u otros servicios como acueducto, otro colector de alcantarillado de aguas negras o aguas lluvias, box culverts entre otros.

El sifón invertido constituye una de las excepciones de un sistema de alcantarillado fluyendo como un canal abierto, pues las características del mismo le imponen su funcionamiento como conducto a presión y en su diseño deben considerarse dos partes principales: las tuberías y las cámaras de entrada y de salida.

Tuberías y accesorios

Por la condición de trabajo a presión, todas las tuberías a instalar en paralelo como parte del sifón deberán ser diferentes a las seleccionadas para utilizar en los conductos normales a gravedad en los colectores. Por tanto si el sifón

se proyecta con tubería de PVC, ésta debe ser de RDE 32.5, mayor que el utilizado en conductos a gravedad RDE 41. La tubería y accesorios deberán cumplir con todas las normas requeridas para este material y que se expusieron en el apartado 3.3.1.4.3.

Si el material de tubería se escoge como GRP, entonces los materiales deberán cumplir con todas las normas expuestas en el apartado 3.3.1.5.2.

En algunos casos será necesario diseñar anclajes especiales para los codos propuestos en el diseño del sifón y deberán cumplir los requerimientos para concreto y acero que se especificarán más adelante.

Cámaras de entrada y salida

Las cámaras de entrada y salida deben construirse con los requerimientos de materiales explicados en el apartado 3.4.2 de cámaras de inspección. Si el sifón se proyecta con más de un tubo, entonces deberá construirse en las dos cámaras sifones respectivos que permitan distribuir los flujos mínimos, medios y máximos según lo especificado en los planos de diseño.

3.4.3.2 Cámaras de caída

Las cámaras de caída se utilizan cuando la diferencia entre la cota batea del tubo que llega a la cámara y la cota batea del tubo que sale es mayor que 0.75 m. Las cámaras de caída se usarán para un rango de diámetros entre 200 mm y 600 mm. Los materiales se construirán conforme a lo expuesto en el apartado 3.4.2 de cámaras de inspección, específicamente para las tipo II y tipo III. Adicionalmente se agrega el elemento que constituye la caída del flujo, éste lo conforma un niple que se incorpora a la tubería de la red, un codo de 90° y otro niple que se incorpora a la cámara de caída. Esta estructura se encuentra embebida en concreto de 3000 p.s.i. El codo será de GRP y deberá cumplir todos los requisitos expuestos anteriormente para este material; los niples serán de PVC conforme a las normas para tal material. La unión entre los accesorios se hará por medio de un laminado con resina y fibra de vidrio según especificaciones de los fabricantes de tubería PVC. Las dimensiones de los accesorios dependerá del diámetro de la tubería entrante al igual que las dimensiones del elemento adicional en concreto, en todo caso su construcción se realizará conforme a los planos de diseño entregados.

El trabajo deberá ser ejecutado por personal especializado en el ramo, la calidad y apariencia de la obra deberán ser aprobadas por el Interventor.

3.4.3.3 Cámaras de rotura

Las cámaras de rotura son estructuras especiales que se utilizan para disipar las presiones resultantes de los conductos a presión en los alcantarillados de aguas residuales. Esta cámara es rectangular y consta de una pantalla disipadora interior encargada de aliviar la presión de llegada. Las dimensiones de la misma dependerán del diseño hidráulico y es específico para cada caso. Los requerimientos de materiales dependerán del diseño estructural que se elabore y la construcción deberá realizarse como se indique en los planos de diseño.

3.4.4 Accesorios

Todos los accesorios de alcantarillado que incluyen sillas yee para gravedad, codos, uniones, tes, reducciones, válvulas, adaptadores, niples entre otros, deben cumplir todas las normas requeridas para los materiales a utilizar y que se describieron anteriormente. Los materiales generalmente utilizados son: PVC, GRP, hierro dúctil y polietileno.

3.5 Estaciones de bombeo

Este capítulo se refiere a todos los requerimientos que deben cumplir los materiales electromecánicos que se utilizan en estaciones de bombeo de acueducto y alcantarillado.

3.5.1 Subestaciones eléctricas

Las siguientes especificaciones se aplicarán tanto para estaciones de bombeo de agua cruda, bombeo agua potable como para estaciones de bombeo de aguas residuales.

3.5.1.1 Aislantes eléctricos

Los aislantes eléctricos para transformadores pueden ser líquidos y míimos.

Aislante líquido

Deben ser aceites aislantes minerales derivados del petróleo. El aceite utilizado deberá cumplir con las características dadas en la Norma ICONTEC C-9.74/78.

Sus características más importantes son:

Eléctricas:

- | | |
|--------------------------------------|-------|
| a. Rigidez dieléctrica mínima | 40 KV |
| b. Factor de potencia a 60 Hz y 10°C | 0.3% |

Químicas:

- | | |
|---|-----------------|
| a. Acidez (número de neutralización) máxima | 0.03 mg/KOH/gr. |
| b. Estabilidad a la oxidación acelerada (72 h), máximo: | |
| - Sedimentación | 0.3% |
| - Número de neutralización | 2.3 mg/KOH/gr. |
| c. Contenido máximo de agua | 35 p.p.m. |

Físicas:

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| a. Color máximo | 0.5 |
| b. Punto de inflamación mínimo | 145°C |
| c. Densidad máxima a 20°C: | 0.895 gr/cm ³ |
| d. Resistividad térmica | 625°C/watt/cm ³ |

Se debe extraer el aire de las bobinas antes del llenado de aceite para evitar toda posible formación de bolsas de gas entre los devanados después de llenar el tanque.

Aislamientos sólidos

Serán Clase A₀, los cuales deberán soportar la máxima temperatura en el punto más caliente de los devanados.

Nivel Básico de Aislamiento

- | | |
|------------------------------|--------|
| - Devanado de Alta (13.2 KV) | 110 KV |
| - Devanado de Baja (440) | 2.2 KV |

El transformador tendrá materiales aislantes Clase A₀ diseñados para operar a las condiciones del sitio, con un aumento máximo de temperatura del aceite en la parte superior del tanque de 60°C y una elevación de temperatura en los devanados (sobre una temperatura ambiente de 45°C) de 65°C.

3.5.1.2 Transformadores

El transformador deberá tener las siguientes características y accesorios

Normas

Este equipo será fabricado de acuerdo con las normas ICONTEC 819 y de la American National Standard Institute (ANSI).

Características Constructivas

El núcleo de los transformadores será construido de acero de grano orientado de la más alta calidad, laminado en frío, especialmente adecuado para el fin propuesto. El acero será laminado en hojas delgadas. El núcleo será armado cuidadosamente y engrapado rígidamente para evitar el desplazamiento de las hojas y reducir al mínimo las vibraciones bajo condiciones de operación. Las bobinas serán compactas, formadas y aseguradas teniendo en cuenta las contracciones y expansiones debidas a los cambios de temperatura.

El tanque será construido de lámina de acero al carbono. La unión entre el tanque y la tapa será hermética; de igual modo, serán herméticamente sellados los ajustes entre los bujes de alta y baja tensión y el tanque. La lámina deberá soportar sobrepresiones internas de hasta 10 psi, sin sufrir deformación.

Los tanques de los transformadores deberán disponer de una pestaña en la parte inferior o algo similar que evite el contacto entre el fondo del tanque y el piso.

Accesorios Necesarios en el Transformador

- Orejas de apoyo: De acuerdo con la Norma ICONTEC C9.75/78. La distancia vertical entre los topes de las perforaciones deberá ser de 50 cm.
- Marca externa del nivel de aceite: En los transformadores trifásicos de más de 112.5 KVA, el indicador de nivel de aceite debe ser exterior tipo visor con contactos. En otros casos este nivel de indicación podrá ser interno.
- Dispositivo para alivio de sobrepresiones
- Orejas para levantar el transformador
- Conexión del neutro de baja tensión al tanque
- Se deben proveer dos puntos para aterrizar el tanque, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.
- Placa característica
- Indicación de los K.V.A sobre el tanque. Esta indicación se hará en los números arábigos de 2.5" de altura, en pintura negra, localizándose en un punto visible.
- Caja de conexión de señales con borneras.
- Radiadores
- Termómetro indicador de dos contactos
- Ruedas orientables lizas
- Válvula de drenaje y filtrado
- Cambiador de derivación

El transformador deberá ser silencioso y su nivel de ruido no será mayor de 57dB. En caso de presentarse sobretemperatura en el transformador, inicialmente el contacto de alarma enviará una señal al panel de alarma indicando la presencia de alta temperatura en el transformador. Si por alguna razón esta alarma no es reconocida por el operador y al llegar el transformador a su temperatura de disparo, este contacto enviara una señal al panel de alarma indicando la falla y otra a la bobina de disparo del interruptor, sacándolo de servicio.

Características

El transformador deberá cumplir con las siguientes características que estipulará el diseño del mismo: Número de Fases, potencia, frecuencia, conexión del devanado de Alta Tensión, conexión del Devanado de Baja Tensión, estrella con neutro sólidamente a tierra, tipo de instalación, subestaciones tipo interior en celda, grupo de conexión, clase de aislamiento primario, clase de aislamiento secundario, tensión primaria, tensión secundaria, BIL, refrigeración, nivel de aislamiento a voltaje de frecuencia industrial (60 Hz) durante un minuto en KV RMS, capacidades a voltaje en frecuencia nominal.

De igual forma debe satisfacer los siguientes puntos:

- El transformador debe cumplir la norma ICONTEC 819.
- Cambiador de derivaciones sin carga (Tap Changer) 2 x ($\pm 2.5\%$)
- Elevación de temperatura promedio en los devanados, medida por el método de variación de la resistencia sobre la temperatura ambiente 65°C
- Elevación de la temperatura sobre la promedia de los devanados, en el punto más caliente de los mismos 15°C
- Elevación temperatura del aceite medida cerca de la cima del tanque del transformador, sobre la temperatura ambiente 65°C.

El transformador constará de aislantes sólidos y líquidos como se explicó anteriormente en el apartado 3.5.1.1 y se deberá construir un foso de seguridad cuyas características y dimensiones serán estipuladas por el diseño del mismo.

3.5.1.3 Motores eléctricos

Motores Con Devanados Divididos

Un motor de inducción o sincrónico con devanado de arranque dividido es un motor dispuesto para ponerse en marcha energizando primero parte del devanado primario (inducido o armadura) y energizando posteriormente el resto del devanado en uno o más pasos. Un motor de inducción con

devanado de arranque dividido estandar es un motor posteriormente la otra mitad, en cuyo caso las dos mitades llevan corrientes iguales.

No se considera como motor de inducción con devanado de arranque dividido, el motor del compresor con circuito hermético del refrigerante,

Todas las conexiones del devanado del motor deben tener protección contra cortocircuitos y contra falla a tierra en el circuito ramal.

Determinación de la capacidad nominal de corriente de los motores

La capacidad de corriente nominal y otros parámetros nominales requeridos de los motores se deben determinar como se especifica en los siguientes apartados:

Motores para aplicaciones generales

Para los motores de los de par (baja velocidad) y los de tensión variable en C.A. cuando se utilice la capacidad nominal de un motor para determinar la de los conductores o interruptores, dispositivos de protección del circuito ramal contra incendios y falla a tierra, etc., se deben utilizar los valores de corriente para una tensión nominal en el inducido (armadura) y potencia estipulados en las tablas 430-147, 430-148, 430-149 y 430-150 del Código Eléctrico Colombiano (CEC) norma ICONTEC NTC 2050, en lugar de la corriente nominal rotulada en la placa de características del motor.

Excepciones:

1. Los motores de velocidades múltiples deben cumplir lo establecido en los Artículos 430-22 a) y 430-52 de la norma NTC 2050.
2. Los equipos que utilicen un motor con polo sombreado o con condensador permanente dividido para ventilador o soplador, rotulado con el tipo de motor, para determinar la capacidad nominal u otros valores nominales del medio de desconexión, los conductores del circuito rama, el controlador, el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra y la protección independiente contra sobrecargas, se debe tomar la corriente a plena carga de dicho motor, rotulada en la placa de características del equipo con el que se utiliza el motor del ventilador o soplador, en lugar de los vatios nominales (W) o caballos (HP). Este valor rotulado en la placa característica de los equipos no debe ser menor que el de la corriente nominal rotulada en la placa de características del motor del ventilador soplador.

Motores de par (baja velocidad)

Para los motores de par, la capacidad nominal debe ser la corriente con el rotor bloqueado; la corriente de la placa de características se debe tomar para determinar la capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal, cubierta por los artículos 430-22y 430-24, la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra, de acuerdo con el Art. 430-52 b) de la norma NTC 2050.

Nota: Para los controladores y medios de desconexión de los motores, véanse los Art. 430-83 Excepción n° 4 y 430-110 norma NTC 2050,

Motores con tensión variable en C.A.

Para los motores utilizado en C.A., tensión variable y sistemas de tracción de par variable, la capacidad nominal de los conductores o de los interruptores y dispositivos de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, etc., se debe basar en la capacidad máxima de funcionamiento rotulada en la placa de características, el valor de la capacidad nominal debe ser el 150% de los valores dados en las Tablas 430-149 y 430-150 norma NTC 2050.

Rotulado de motores y equipos con varios motores

El rotulado de motores deberá hacerse de acuerdo a como lo describe el Código Eléctrico Colombiano (CEC).

Un motor debe estar rotulado con la siguiente información:

1. Nombre del fabricante
2. V y A nominales a plena carga. En los motores de velocidades múltiples, los A nominales a plena carga para cada velocidad, excepto en los de polo sombreado o los de condensador permanentemente dividido, en los que los A deben ser únicamente los correspondientes a la velocidad máxima.
3. Frecuencia nominal y número de fases en los motores de corriente alterna.
4. Velocidad nominal a plena carga
5. Aumento nominal de temperatura o clase del sistema de aislamiento u temperatura ambiente nominal.
6. Tiempo nominal de funcionamiento. Este parámetro debe ser 5, 15, 30 o 60 minutos o continuo.
7. Potencia nominal en vatios o caballos (W o HP) para los motores de 93.2 w (1/5 HP) en adelante. Para los motores de velocidad múltiple de 93.2 W (1/8 HP) en adelante, los vatios o caballos (W o HP) correspondientes a cada velocidad, excepto en los de polo sombreado o los de condensador permanentemente dividido, en los que los vatios o caballos (W o HP) deben ser únicamente los correspondientes a la velocidad

- máxima. No es necesario que aparezcan los vatios o caballos nominales (W o HP) en los motores de soldadores de arco.
8. En los motores de C.A. de 372,9 W (1/2 HP) nominales en adelante, la letra de código o amperios <(a) con el rotor bloqueado. En los motores polifásicos de rotor devanado, se debe omitir la letra de código.
 9. La letra de diseño en los motores con diseño B, C, D o E
Nota: Las letras de diseño son diferentes a las letras código. La definición de las letras de diseño se encuentra en Motors and Generation, part I.
 10. En los motores de inducción de rotor devanado, los voltios del secundario y los amperios a plena carga
 11. En los motores sincrónicos excitados con C.C., la corriente y tensión de campo.
 12. Devanado: en los motores de corriente continua derivación normal, derivación estabilizado, compuesto o serie. No es necesario que este rotulado en los motores de C.C. de potencia nominal fraccionada (menos de 745.7W o 1 HP)
 13. Los motores dotados con protección térmica que cumpla los requisitos de los artículos 430-32a)2) o c)2) de la norma NTC 2050, se deben rotular con "Protegido Térmicamente". Se permite que los motores protegidos térmicamente de 100 W nominales o menos, que cumplan lo establecido en el Art. 430-32 c)2), lleven el rótulo abreviado "P.T" ("T.P.")
 14. Un motor que cumpla lo establecido en el Art. 430-32 c)4) debe llevar la inscripción "Protegido por impedancia". Se permite que los motores protegidos contra impedancia de 100 W nominales o menos, que cumplan lo establecido en el Art. 430-32 c)4) lleven el rótulo abreviado "P.T" ("T.P.")

Letras de código indicadoras para rotor bloqueado

Las letras de código, rotuladas en las placas de características de los motores, para indicar la entrada del motor con el rotor bloqueado deben cumplir lo establecido en la tabla 430-7b) norma NTC 2050.

La letra de código indicando la entrada del motor con rotor bloqueado, debe aparecer en un lugar especial de la placa de características debidamente designado.

1. Los motores de velocidad múltiples deben estar rotulados con la letra de código que designe los kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado, a la máxima velocidad a la cual se puede arrancar el motor.
Excepción. Los motores de múltiples velocidades y potencia deben ir rotulados con la letra de código indicativa del número máximo de kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado.

2. Los motores de una sola velocidad que arranca conectados en estrella (Y) y funcionan conectados en delta (d), debe ir rotulados con la bloqueado para la conexión en estrella.
3. Los motores de tensión dual que tengan distintos kVA por Vatio caballo con rotor bloqueado para cada tensión, deben ir rotulados con la letra de código correspondiente a la tensión que produzca el número máximo de kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado.
4. Los motores a frecuencia nominal de 60 a 50 Hz deben ir rotulados con una letra de código que indique los kVA por kilovatio con rotor bloqueado a 60 Hz.
5. Los motores con arranque a devanado parcial deben ir rotulados con I letra de código que designe las kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado a la corriente a rotor bloqueado correspondiente a todo el devanado del motor.

Motores de par (baja velocidad)

Los motores de para se designan para una operación en parada (reposo) y deben ir rotulados de acuerdo con el anterior apartado.

Excepción: El par con rotor bloqueado debe reemplazar la designación de potencia en W o HP.

Equipos con varios motores y cargas combinadas

Los Equipos con varios motores y cargas combinadas deben llevar una placa visible con el nombre del fabricante, su tensión nominal en V, frecuencia nominal, número de fases, capacidad de corriente mínima de los conductores del circuito de suministro y la máxima corriente nominal del dispositivo de protección del circuito contra cortocircuitos y falla a tierra. La capacidad de corriente de los conductores se debe calcular según el Art. 430-24 del CEC, contando todos los motores y las demás cargas que puedan operar al mismo tiempo. La capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y falla a tierra no debe ser superior a la calculada de acuerdo con el Art 430-53. Los equipos con varios motores que se vayan a utilizar conectados a dos o más circuitos, deben llevar rotulada toda la información dada anteriormente para cada uno de los circuitos.

Terminales

Las terminales de los motores y controladores deben estar adecuadamente rotulados o coloreados cuando sea necesaria para indicar las conexiones.

Conductores

Los controladores de motores y los terminales de los dispositivos de control se deben conectar con conductores de cobre, excepto se están identificados para usar con otro tipo de conductores.

Pares de apriete

Los dispositivos de los circuitos de control con terminales tipo tornillo de presión que se utilicen con conductores de cobre con sección transversal de 2.08mm^2 (14 AWG) o menor, deben apretarse con par mínimo de 0.79 N-m, excepto se estén identificados para otro valor de par.

Protección contra líquidos

Se deben colocar resguardos o encerramientos adecuados para proteger las partes expuestas de portadores de corrientes de los motores y el aislante de los terminales de los motores, cuando se instalen directamente bajo los equipos o en otros lugares donde pueda salpicar o chorrear aceite, agua u otros líquidos perjudiciales, a no ser que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

Cajas para terminales de motores

Cuando los motores estén dotados de cajas para los terminales, estas deben estar hechas de metal y ser de construcción sólida.

Excepción: En lugares que no sean (clasificados) peligrosos, se permite utilizar cajas no metálicas, sólidas e incombustibles, dotas en su interior de un medio para puesta a tierra entre la carcasa del motor y la conexión de puesta tierra de los equipos.

Dimensión y espacio

Cuando las cajas de terminales contengan conexiones entre alambres o tengan terminales fijos deben tener dimensiones y volumen útil mínimos establecidos en la Tabla 430-12 de la norma NTC 2050.

Para los motores de gran potencia, con mayor número de terminales o mayor calibre de alambres, o cuando los motores estén instalados formando parte de un equipo alambrado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, la caja de terminales debe ser de tamaño suficiente para hacer las conexiones, pero no se consideran aplicables las anteriores disposiciones de volumen para esas cajas.

Conexiones de puesta a tierra de equipos

En las cajas de terminales de motores para conexiones entre alambres o con terminales fijos, deben haber instalado un medio de conexión para la terminación del conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con el Art. 250-113 norma NTC 2050. Se permite que dichos medios de conexión estén ubicados tanto por dentro como por fuera de la caja de terminales del motor.

Pasacables

Cuando los alambres pasen por la abertura de un encerramiento, caja de conduit o barrera, se debe utilizar un pasacable para protegerlos de los bordes cortantes de la abertura. La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los conductores debe ser la lisa y redondeada,. Si se utilizan pasacables en lugares donde puede haber aceite, grasa u otros contaminantes, deben ser de material que no resulte deteriorado por los mismos. En cuanto a los conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase el Art. 310-9 norma NTC 2050.

Pruebas

Todos los motores deberán ser completamente ensamblados en fábrica con su respectiva bomba, y se les deberá hacer pruebas de rutina ejecutadas de acuerdo con las normas NEMA M61-20,46 y MGI-20.47, las cuales incluyen los siguientes ensayos con o sin testigos presenciales:

- a. Corriente sin carga
- b. Resistencia del embobinado
- c. Pruebas de dieléctricos de alto potencial
- d. Inspección de rodamientos

Las copias de los resultados de las pruebas para cada motor deberán ser certificadas por un ingeniero de pruebas responsable. Los resultados de las pruebas deberán ser suministradas a la Fiduciaria para su revisión antes del embarque de los equipos.

Construcción

- a. Los motores deben ser de construcción sumergibles.
La carcasa del estator debe ser construida en acero fabricado pesado o de hierro fundido, de tal diseño o dimensiones que pueda mantener todos los componentes del motor rígidamente en la posición apropiada y proveer protección adecuada para el tipo de cerramiento empleado. La carcasa debe

tener un detector de agua o sensor que desconecte el motor de la red para su protección.

Los estatores deben ser de devanado aislado con vidrio y mica aplicados directamente a las bobinas. Los motores deberán tener un sistema de aislamiento sellado con epóxica no higroscópica Clase F, limitado a una elevación de temperatura Clase B(90°C máximo). Todas las conexiones deberán ser soldadas con plata sin pliegues, excepto para terminales. Se deberá utilizar un sistema de sujeción de las bobinas para las vueltas finales del estator para minimizar el movimiento de la bomba durante condiciones de arranque y operación.

El estator debe tener embebidos en el embobinado tres RTD'S tipo PT-100 para su protección contra sobrecalentamientos. Estos elementos deben garantizar protección contra temperaturas superiores a 100°C.

Los núcleos de los estatores deberán ser fabricados en láminas de acero de baja pérdida, eléctricos (electrical non-aging) con laminaciones aisladas.

Los rotores deberán ser fabricados de láminas de acero de alto grado adecuadamente sujetadas y unidas al eje. La construcción de los rotores de jaula de ardilla pueden ser del tipo aluminio fundido o aleación de cobre barra con anillos extremos soldados.

Los rodamientos deberán ser del tipo antifricción, lubricados en fábrica con grasa, con una vida promedio de 10 años ó 50.000 horas. Deberán contar con dos (2) PT-100.

Todos los motores deberán tener un revestimiento interior de un producto químico resistente a la corrosión y un revestimiento protector contra hongos en todas las superficies interiores. El imprimante del revestimiento interior deberá ser compatible con el revestimiento final aplicado en el campo.

El cable de entrada debe ser apto para trabajar sumergido en aguas residuales con contenido de grasas y aceites, y apto para trabajar hasta temperaturas de 75°C.

El sello hermético requerido en la entrada del cable a la bomba debe ser del tipo manguito de caucho nitrilo a compresión que garantice hermeticidad y facilidad en el servicio.

Las placas de identificación deberán ser de acero inoxidable. Se deberán proveer ganchos de levantamientos o pernos tipo "O" en todos los motores.

Todos los accesorios, pernos, tuercas y tornillos deberán ser de acero inoxidable Tipo 304 ASTM A 276, para resistir la corrosión.

La caja terminal principal deberá ser NEMA 12 y proveer amplio espacio para las conexiones.

Protecciones y Alarmas

Cada motor debe tener detectores de humedad, nivel de aceite y sensores de temperatura en los cojinetes (2) y devanados (3), se deberá instalar un relé que suministre a través de un display las señales de las tres PT100 del estator al igual que las dos señales de los cojinetes. Para la protección de humedad y nivel de aceite se instalará un relé que detecte este inconveniente y de la orden de disparo al breakers de protección del motor.

Todas las partes metálicas del motor se deberán conectar al sistema de tierra. El fabricante deberá dejar un perno o conector especial para este fin.

3.5.1.4 Acometidas eléctricas en alta y baja tensión

En este capítulo se incluye todas las acometidas eléctricas de la estación, describiendo el tipo de conductor a utilizar y sus características principales.

Acometida eléctrica en media tensión

Comprende desde el poste de llegada, hasta las celdas de media tensión ubicadas dentro de la subestación en cable XLPE 15 KV No 1/0 AWG, conduit y curva PVC de 3" de diámetro, enterrada a una profundidad de 60 cm, recubierta con una capa de concreto rojo de 2500 PSI.

El bajante en el poste de concreto de 12 metros de donde se deriva la acometida será en tubería conduit galvanizada de 3" en sus primeros seis metros. Este tubo se protegerá contra la entrada de agua con un capacete galvanizado de 3".

Se debe incluir el suministro y la instalación de kit premoldeado de 15 KV tipo exterior en el poste y tipo interior en las celdas de media tensión. El kit exterior deberá contar con sellos que impidan la entrada de agua al cable.

Acometida para transformador de potencia

Comprende desde los seccionadores bajo carga ubicados en cuarto de tableros a 13.2 KV hasta el transformadores de potencia de 400 KVA en cable XLPE 15 KV No 1/0 AWG, conduit y curvas PVC de 3" de diámetro.

Se debe incluir el suministro y la instalación de kit premoldeado de 15 KV tipo interior y todos los terminales ponchables tipo 3M necesarios para el conexionado.

Acometida en baja tensión desde los transformadores a las celdas de baja tensión

Comprende desde el transformador hasta los tableros de baja tensión en cable THW 350 MCM, 600 V, dos (2) por fase, más cable de cobre desnudo No 2/0 AWG, incluyendo terminales de conexión tipo ponchable 3M.

Acometida en baja tensión desde la planta de emergencia hasta la transferencia automática

Comprende desde la planta de emergencia hasta la celda de transferencia automática en cable THW 350 MCM, 600 V, dos (2) por fase, incluyendo terminales de conexión tipo ponchable 3M.

Acometida para motobombas

Comprende desde los arrancadores hasta cada uno de los motores en cable No 1/0 AWG por fase, mas 1xNo 2 AWG desnudo para la tierra. Solo se tendrá en cuenta el cable adicional a este, necesario para llegar a la celda de protección. La tubería de potencia y control de cada motobomba deberán ser sellados tanto en la entrada como en salida, impidiendo el paso de los gases del pozo húmedo hasta los tableros.

Acometidas de cables de control de motobombas

Las señales de control de los motores deberán ser llevadas y conectadas a través de borneras hasta los tableros de los arrancadores. Por lo tanto el contratista deberá solicitar al fabricante la cantidad de cable necesaria para evitar empalmes en las señales de control.

Acometida desde servicios auxiliares al tablero TB-1

Comprende desde servicios auxiliares al tablero TB-1 de iluminación y tomas de la estación en cable THW 3xNo 6 AWG, 600 V, + un cable THW No 8 AWG, 600 V, en tubería Galvanizada de 1-1/2" de diámetro.

Acometida desde servicios auxiliares al polipasto

Comprende desde servicios auxiliares al polipasto en cable encauchetado THW 4xNo 8 AWG, 600 V, 600 V, en tubería galvanizada de 1-1/2" de diámetro.

Especificaciones Tableros Multibreaker

Los multibreakers deben especificar las siguientes características:

- Número de barrajes trifásicos, hilos, circuitos, Amperaje, voltaje y frecuencia de nivel de cortocircuito, sobre el cual irán los interruptores automáticos.
- Acometida de control desde la señal de temperatura del transformador a los tableros de control en cable encauchetado 2x14 AWG
- Acometida de control par indicación del breakers de la planta de emergencia en cable encauchetado 2x14 AWG
- Acometida para bomba de achique en cable encauchetado 3x14 AWG

3.5.1.5 Protecciones eléctricas en general

3.5.1.5.1 Protección por sobrecarga

La sobrecarga de los artefactos eléctricos es una sobrecorriente en funcionamiento que, si se mantiene durante un tiempo suficiente mente largo, podría causar daños o sobre calentamiento peligroso de los aparatos. Esto no incluye los cortocircuitos ni las fallas a tierra.

Estas disposiciones no deben interpretarse como si se exigiera protección contra sobrecarga en los casos en los que pudiera suponer un riesgo adicional o mayor, como en las bombas contra incendios.

Motores de servicio continuo

Todos los motores de servicio continuo de más de 746 W (1 HP) nominales deben estar protegidos contra sobrecargas por un de los medios siguientes:

1. Por un dispositivo independiente de protección contra sobrecarga que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe programar para que se dispare o debe tener una capacidad nominal no menor al siguiente porcentaje de la corriente nominal por placa de características del motor a plena carga:
 - Motores con un factor de servicio rotulado no menor a 1.15: 1.25%
 - Motores con aumento de temperatura rotulado de más de 40°C :125%
 - Todos los demás motores: 115%
 Se permite modificar estos valores como establece el Art. 430-34.
2. Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para usarlo con el motor que protege con el fin de que evite sobrecalentamientos peligrosos por las sobrecargas debidas a fallas en el arranque. La corriente máxima de disparo de un motor protegido térmicamente no debe ser mayor que

los siguientes porcentajes de la corriente del motor a plena carga según las Tablas 430-148, 430-149 y 43-150

- Corriente del motor a plena carga menor a 9 A: 170%
 - Corriente del motor a plena carga entre 9.1 y 20 A: 16%
 - Corriente del motor a plena carga mayor a 20 A: 140%
3. Se permite instalar un dispositivo de protección integrado al motor que lo proteja contra daños debidos a fallas al arranque., si el motor forma parte de un conjunto aprobado que normalmente no somete al motor a sobrecargas
 4. Para motores de mas de 1119 kW (1500 HP), un dispositivo de protección con detectores de temperatura incorporados que hagan que se interrumpa el paso de corriente cuando la temperatura del motor se eleve por encima de la rotulada en la placa de características para una temperatura ambiente de 40°C.

Todos los motores de servicio continuo de menos de 746 W (1 HP) con arranque no automático deben estar protegidos contra sobrecargas por un de los medios siguientes.

1. Se permite que los motores de servicio continuo de 746 W (1 HP) nominales o menos, que no están instalados permanentemente, tengan arranque no automático y estén a la vista del lugar donde esté el controlador, circuito ramal contra cortocircuitos y fallas a tierra.
2. Si un motor de este tipo no esta a la vista del sitio del controlador, se debe proteger como se especifica en el Artículo 430-32c).

Un motor de 746 W nominales o menos, con arranque automático, se debe proteger contra sobrecargas por uno de los siguientes medios:

1. Por un dispositivo independiente de protección contra sobrecarga sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe ajustar para que se dispare o debe tener una capacidad nominal no mayor al siguiente porcentaje de la corriente nominal de la placa de características del motor a plena carga:
 - Motores con un factor de servicio rotulado no menor a 1.15: 1.25%
 - Motores con aumento de temperatura rotulado de más de 40°C :125%
 - Todos los demás motores: 115%

En los motores de velocidades múltiples se debe tener en cuenta la conexión de cada devanado por separado. Se permite modificar valores de acuerdo con lo establecido en el Art. 430-34
2. Un protector térmico integrado con el motor aprobado para usarlo con el motor que protege con el fin de que evite sobrecalentamientos peligrosos por las sobrecargas debidas a fallas en el arranque. Cuando el dispositivo de interrupción de corriente del motor esté separado de él y su

circuito de control esté operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, se interrumpa la corriente al motor.

3. Se permite instalar un dispositivo de protección integrado por el motor que lo proteja contra daños debidos en el arranque: 1) si el motor forma parte de un conjunto aprobado que normalmente no lo somete a sobrecargas, o 2) si el conjunto está equipado también con otros dispositivos de seguridad que protejan al motor contra daños debidos a fallas en el arranque. Cuando el conjunto incorpore mandos de seguridad que protejan al motor, debe venir indicado así en la placa de características del conjunto, que debe quedar visible después de la instalación.
4. Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para evitar el sobrecalentamiento debido a fallas en el arranque se permite que el motor esté protegido como indica el Art. 430-32 b) 1) del CEC para motores de arranque manual, si el motor forma parte de un conjunto aprobado y se autolimita de modo que no se llegue a sobrecalentarse peligrosamente.

Se permite que los circuitos secundarios de motores de C.A. de rotor devanado, incluidos sus conductores, controladores, resistencia etc. estén protegidos por el dispositivo de sobrecarga.

Motores de servicio intermitente o similar

Se permite que un motor utilizado para una condición que es inherentemente de servicio por corto tiempo, intermitente, periódica o variable, esté protegido contra sobrecargas por el dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra, siempre que la capacidad nominal o ajuste de disparo del dispositivo protector no supere los valores indicados en la Tabla 430-152 norma NTC 2050.

Transformadores de más de 600 voltios nominales

Todos los transformadores de más de 600 V nominales deben tener dispositivos de protección en primario y secundario, de corriente nominal o ajuste de disparo tal que se abran a un valor no superior al de la corriente nominal del transformador, tal como se establece en la Tabla 450-3a) 1.) norma NTC 2050. Los fusibles actuados electrónicamente que se pueden programar para que se abran a una corriente específica, deben programarse de acuerdo con los ajustes para los interruptores automáticos.

Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que las instalaciones de transformadores sólo sean supervisadas y atendidas por

personas calificadas se permite instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente como se indica a continuación:

- 1) En el lado primario si cuando se utilicen fusibles, su capacidad continua de corriente debe superar el 250% de la corriente nominal del primario del transformador. Cuando se utilicen interruptores automáticos o fusibles actuados electrónicamente, se deben programar a no más del 300% de la corriente nominal del primario del transformador.
- 2) Cuando un transformador de más de 600 V nominales tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente en el lado del secundario de valor nominal o ajustado para que se abra a valores no superiores a los de la Tabla 450-3a) de la norma NTC 2050 o equipado con un dispositivo mixto de protección térmica y contra sobrecargas instalado por el fabricante, no se requiere que tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado al primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario tenga una corriente nominal o esté ajustado para que se abra a valores no mayores a los dados por la Tabla 450-3a).2)b) de la norma NTC 2050.

Transformadores de 600 voltios nominales o menos

Todos los transformadores de 600 V nominales o menos deben ir protegidos por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente en el primario, de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 125% de la corriente nominal del primario del transformador.

Cuando un transformador de 600 V nominales o menos carga tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario de capacidad nominal o ajuste de disparo para que se abra a valores no mayores al 125% de la corriente nominal del secundario, no se requiere que tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador al primario tenga una corriente nominal o esté ajustado para que se abra a valores no mayores al 250% de la corriente nominal del primario.

Cuando un transformador de 600 V nominales o menos, equipado con protección térmica y de sobrecarga instalada por el fabricante y dispuesta de modo que interrumpa la corriente del primario, no es necesario que tenga un dispositivo individual de protección contra sobrecarga en el primario si el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador del primario tiene una corriente nominal o ajuste de disparo no superior a seis (6) veces la corriente nominal del transformador, en transformadores con una impedancia no superior al 6% y no superior a cuatro veces la corriente nominal del transformador en los que tengan una impedancia superior al 6% pero no superior al 10%. Cuando la corriente nominal del secundario sea menor a 9

A, se permite instalar un dispositivo de protección de corriente nominal o ajuste no superior al 167% de la corriente nominal del secundario.

Transformadores de tensión

Los transformadores de tensión instalados en interiores o en encerramientos, deben estar protegidos con fusibles en primario.

3.5.1.6 Condensadores

Condensadores hasta 600 V nominales inclusive

Los condensadores deben tener un medio para descargar la energía almacenada.

La tensión residual de un condensador se debe reducir a 50 V nominales o menos de un minuto a partir de la desconexión el condensador de la fuente de alimentación.

El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a los terminales del condensador o grupo de condensadores o estar dotado de un medio automático de conexión de dicho circuito a los terminales cuando la línea quede sin tensión. No se debe utilizar un medio manual para conectar o desconectar el circuito de descarga.

La capacidad de corriente de los conductores de un circuito de condensadores no debe ser menor al 135% de la corriente nominal del condensador. La capacidad de corriente de los conductores que conecten un condensador con los terminales de un motor o con los conductores de un circuito de motores no debe ser menor a 1/3 de la capacidad de corriente de los conductores del circuito del motor y en ningún caso menor al 135% de la corriente nominal del condensador.

En cada conductor no puesto a tierra de cada banco de condensadores se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La corriente nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente debe ser lo más baja posible.

En cada conductor no puesto a tierra de cada banco de condensadores se debe instalar un medio de desconexión.

El medio de desconexión debe abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

Se permite que el medio de desconexión desconecte el condensador de la línea como procedimiento normal de funcionamiento.

La corriente nominal del medio de desconexión no debe ser menor al 135% de la corriente nominal del condensador.

Cuando una instalación de motores incluya condensador conectado en el lado de la carga del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga, la capacidad nominal o ajuste de dicho dispositivo se debe basar en el factor de potencia mejorado del circuito del motor.

Las carcasas de los condensadores se deben poner a tierra.

Todos los condensadores deben llevar una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovoltamperios reactivos o A (kVAr o A), número de fases y, si lleva líquido combustible, la cantidad de líquido en litros o galones. Si están rellenos de líquido no inflamable, también se debe indicar en la placa de características. Esta debe indicar, además, si el condensador lleva instalado un dispositivo de descarga en el interior de la carcasa.

Condensadores de más de 600 V nominales

Para conectar y desconectar los condensadores se deben utilizar interruptores operados en grupo que sean capaces de: 1) soportar continuamente una corriente no menor al 135% de la corriente nominal del condensador o condensadores; 2) interrumpir la corriente de carga máxima continua de cada condensador, banco o instalación de condensadores que se controlen como una unidad; 3) soportar la máxima corriente momentánea de carga, incluidas las adicionales de las instalaciones adyacentes de condensadores del interruptor.

Se debe instalar un medio para detectar e interrumpir cualquier corriente de falla que pudiera causar presiones peligrosas dentro de un condensador individual.

Se permite proteger los condensadores individualmente o grupos.

Los dispositivos de protección de los condensadores o grupos de condensadores deben tener una corriente nominal suficiente o ajustable para funcionar dentro de los límites de seguridad de cada condensador.

Todos los condensadores deben llevar una placa de características permanentes en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovoltamperios reactivos o amperios (kVAr o A), número de fases y si llevan líquido inflamable, la cantidad de líquido en litros o galones.

Los neutros y carcassas de los condensadores, si van puestos a tierra, se deben hacer de acuerdo con la sección 250 de la norma NTC 2050.

Se debe instalar un medio para reducir la tensión residual de un condensador a 50 V nominales o menos en menos de 5 minutos a partir de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación.

El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a los terminales del condensador o grupo de condensadores o estar dotado de un medio automático de conexión al circuito a los terminales cuando se desconecten de la fuente de alimentación. Los devanados de los motores, transformadores y otros equipos conectados directamente a los condensadores sin interruptores ni dispositivos de sobrecorriente interpuestos, deben cumplir los requisitos anteriores.

3.5.1.7 Equipos de corte y maniobra

No se dispone de información, solicitarla a Roberto Curiel

3.1.5.8 Planta de emergencia

Esta sección especifica las exigencias detalladas para el diseño, fabricación, ensamblaje y empaque de la planta que se debe suministrar completa con todos sus accesorios de acuerdo con estas especificaciones.

El grupo motor generador consistirá de un motor diesel de cuatro tiempos para trabajar con ACPM acoplado a un generador eléctrico junto con los interruptores, controles y accesorios necesarios. El generador suministrará potencia eléctrica continuamente para cualquier duración de la falla del sistema de alimentación normal. El generador suministrará potencia a 460 V.A.C., 60Hz a un sistema trifásico en estrella con neutro conectado sólidamente a tierra.

Las plantas deberán ser suministradas por un representante reconocido a nivel nacional, con respaldo técnico local. Será instalada en un recinto interior y se utilizará como fuente de suministro de potencia de emergencia para la operación parcial de la estación de bombeo.

El rateado de emergencia del motor a la velocidad sincrónica del generador con todos sus accesorios no será menor que el necesario para producir una capacidad de salida del generador.

El contratista deberá suministrar la siguiente información:

- Tipo de motor
- Número de cilindros
- Velocidad en RPM
- Consumo de combustible (ACPM)
- Capacidad de salida en KW
- Fabricante del generador
- Número de serie del generador
- Tipo de generador
- Capacidad del generador en KW con 0.8 de factor de potencia
- Tipo de excitación
- Planos del grupo motor-generador ofrecido
- Literatura descriptiva del grupo motor-generador
- Dibujos y literatura descriptiva de los equipos auxiliares
- Garantías

Cuando el suministro normal de energía se interrumpe o cae por debajo del 90% de su valor nominal deberá actuar un dispositivo de control para arrancar automáticamente la planta. El tiempo transcurrido entre el arranque automático y la operación a plena carga de planta, deberá ser el mínimo posible. El proponente deberá garantizar en su propuesta dicho tiempo.

Deberá suministrarse un regulador de voltaje de estado sólido, sin partes móviles, que cense las tres fases para garantizar un mejor funcionamiento para cargas balanceadas, o desbalanceadas.

El voltaje del generador tendrá como variación máxima $\pm 2\%$ del voltaje nominal cuando la carga varíe desde el 0% hasta el 100%.

El generador deberá protegerse por medio del relés de sobrecorriente controlados por voltaje, relés de sobrecorriente de tierra y relés térmicos. Si ocurre un cortocircuito el generador será capaz de soportar el 300% de la corriente nominal durante 15 segundos. Todos los relés dispararán el correspondiente interruptor de 460 voltios y darán señal visual y audible en el anunciador y al tablero de telemando. Igualmente deberán instalarse instrumentos de medidas de amperios, voltios, factor de potencia y frecuencia. Digitales

La planta deberá traer los siguientes equipos y accesorios para el óptimo rendimiento y producción:

- Tablero de instrumentos para el generador tipo digital.
- Termómetro digital indicador de la temperatura del agua de enfriamiento
- Manómetro digital indicador de la presión del aceite lubricante
- Indicador digital de carga batería
- Indicador del nivel del agua en el radiador
- Pulsador para arranque y parada
- Sistema de protección de la unidad. La planta sale de servicio automáticamente por una de las siguientes causas: Sobrevelocidad, Alta temperatura del agua de enfriamiento, Baja presión del aceite lubricante, Voltaje del sistema DC, Bajo nivel del agua en el radiador.
- Alternador y regulador de voltaje
- Motor de arranque 24 voltios D.C.
- Tablero de control para el generador con los siguientes accesorios digitales: Voltímetro a doble escala y selector de fases, Amperímetro a doble escala y selector de fases, Frecuencímetro, Horómetro.
- Equipos y accesorios especiales incluidos con la planta: Silenciador para sistema de escape tipo hospitalario, Tubo flexible, exhosto.
- Arranque automático: Suministrará la señal de arranque a la planta cuando falta el voltaje en la red.
- Cargador de batería automático: Mantiene la batería cargada y dispuesta para los arranques.
- Tanque de combustible para 12 horas en la base de la planta
- Breaker termomagnético con unidades de disparo de sobrecorriente instantánea y temporizada ajustables, contactos auxiliares para el estado ON-OFF y contacto indicador de falla, 800 Amperios 600 V, 50 KA de poder de corte.

3.1.5.9 Sistema de polipasto

Se suministrará, instalará y pondrá en marcha un polipasto, el cual se utilizará para instalar las unidades de bombeo y equipos en general y posteriormente para los servicios de mantenimiento y/o reparación de los mismos.

Los materiales empleados en la fabricación de los equipos deberán ser nuevos y de primera calidad, libres de efectos e imperfecciones y donde se indique, de la clasificación y grados designados. Todos los materiales deberán ser adecuados para su propósito.

Los trabajos serán ejecutados y terminados de una manera minuciosa, siguiendo las mejores prácticas modernas para la fabricación de maquinaria de alta calidad. Los trabajos deberán ser hechos por obreros expertos en dichos trabajos. Las piezas similares y las piezas de repuesto deberán ser intercambiables hasta donde sea posible. Las tolerancias, ajustes y acabados deberán estar de acuerdo con las prácticas más adecuadas para la fabricación de equipo de alta calidad. Las partes soldadas, que requieren procesos posteriores de maquinado, deberán tratarse térmicamente antes del maquinado para aliviar esfuerzos internos y evitar futuras deformaciones.

El fabricante realizará el diseño, suministro, fabricación, transporte y entrega del polipasto de acuerdo con las normas y especificaciones de los códigos de la Federación de Fabricantes de Estructuras Metálicas, FEDESTRUCTURAS, AISC, ASTM, AWS, DIN o cualquiera que sea equivalente.

Para el polipasto debe garantizarse para soportar, sin fallas, ni deformación permanente de sus partes, una sobrecarga del 25% de la carga nominal especificada.

El polipasto será construido para operar a la intemperie. Deberá ser de operación eléctrica en su movimiento.

Detalles técnicos.

Los esfuerzos permisibles para los miembros estructurales deberán estar de acuerdo con las normas del AISC "Especificaciones para el Diseño de Fabricación y Construcción de Estructuras de Acero para Edificios", última edición.

El mecanismo de alce será del tipo de guayas con sistema de engranajes. Las guayas, tanto de accionamiento como de alce, deberán ser de alta calidad, calibradas y guiadas convenientemente en sus poleas para evitar que salten o que se salgan. La carcasa de soporte del mecanismo, deberá ser de acero forjado o fundido, de alta resistencia.

El mecanismo de alce deberá ser eléctrico para trabajo pesado apropiado para operaciones de manejo, montaje y mantenimiento de maquinaria pesada; de alto rendimiento y fácil accionamiento sin que se requiera esfuerzo excesivo de parte del operario, deberá contar con un sistema de variación de velocidad de acuerdo a la carga que se este manejando y estará implementado en su botonera de control.

El carro del polipasto deberá ser de acero estructural, de construcción soldada y rígida, diseñada para permitir una distribución igual de la carga

sobre las ruedas, sin producir deflexiones excesivas. Deberán proveerse topes en los extremos del carro para evitar que salga de los rieles de la vía. Este mecanismo será eléctrico y deberán proveerse medios para evitar una caída mayor de 25 mm por rotura del eje de la rueda.

El mecanismo de traslación del polipasto será eléctrico y deberán ser diseñados y contruidos para dar un funcionamiento suave y continuo, sin esfuerzo excesivo de parte del operario para cargar hasta 1.25 la carga nominal. Este mecanismo contará con un sistema de variación de la velocidad dependiendo del peso de la carga que estará implementado en su botonera de control.

Los bastidores de rodaje deberán ser fabricados de acero estructural en construcción soldada, con apoyo doble para el eje de cada rueda, con esfuerzos adecuados para darles rigidez y distribuir la carga uniformemente en las ruedas. El montaje de las ruedas deberá hacerse sobre cojinetes antifricción y del tipo de eje fijo o de eje giratorio.

Las poleas para cadenas serán de hierro fundido o acero, dimensionadas para permitir un funcionamiento eficiente sin requerir esfuerzo excesivo por parte del operario. Los pasadores o ejes de las poleas deberán ser de acero al carbono revenido o de acero aleado y deberán ser dimensionados para proveer amplias superficie de apoyo. Las poleas montadas sobre ejes fijos deberán ir sobre cojinetes antifricción, y deberán ser balanceadas estáticamente.

El gancho de alce deberá ser del tipo de seguridad, con trinquete reforzado y de acero forjado revenido o acero aleado. El gancho debe montarse sobre cojinetes antifricción herméticos; el montaje deberá permitir giro del gancho en sus soportes.

Todas las partes móviles deberán estar provistas de graseras y retenedores para mantener las superficies deslizantes lubricadas adecuadamente. El contratista deberá suministrar toda la información requerida sobre el lubricante y la frecuencia de la lubricación recomendada para los equipos. Todo el lubricante inicial requerido deberá ser suministrado por el contratista.

Todos los tornillos y tuercas para el equipo mecánico serán semiacabados y de cabeza hexagonal. Las tuercas sujetas a vibraciones y a cambios frecuentes de agua deberán ser aseguradas con contratuercas.

El polipasto deberá llevar una placa en español que indique el nombre del fabricante, la dirección, el número de serie, el año de fabricación y la capacidad nominal. El texto de la placa de identificación deberá ser aprobado por las Empresas.

Todos los motores estarán alimentados a 220 V.AC

Las partes y los mecanismos de movimiento serán ensamblados y ensayados en fábrica, para asegurar que todas las partes estén ajustadas adecuadamente y operen correctamente. Las uniones de campo entre varios componentes, deberán ser ajustadas, verificadas y marcadas en el taller, para asegurar su correcta unión durante el montaje del equipo. Las partes del polipasto deberán ser empacadas en unidades de tamaño práctico para el fácil transporte y manejo. Ninguna parte del equipo será enviada desde el taller del fabricante hasta que no haya sido aprobada, excepto en aquellos casos de los cuales las empresas autoricen su envío por escrito.

Antes del envío del polipasto todas las superficies expuestas y sin acabado especial deberán limpiarse de óxido, polvo, escorias, aceite, rebabas y materias extrañas y se les debe aplicar una capa de pintura anticorrosiva.

Todas las superficies acabadas sujetas a oxidación serán cubiertas con un componente apropiado anti-oxidante. La maquinaria deberá ser suministrada con la pintura utilizada normalmente por el fabricante. La limpieza y pintura final de todas las superficies, excepto aquellas que traigan el acabado desde la fábrica, serán ejecutadas por otros en la obra después del montaje.

Todo el equipo a ser suministrado bajo estas especificaciones se someterá a una operación preliminar y a ensayos finales antes de su aceptación. El ensayo preliminar de operación será ejecutado antes que el equipo sea usado con la máxima carga nominal. Los ensayos del polipasto serán dirigidos y ejecutados por personal de las Empresas. El fabricante podrá enviar, si así lo desea, personal para perfeccionar los ensayos de campo.

Los ensayos de campo para el polipasto incluirán, pero no se limitarán únicamente, los siguientes:

- Alzará, bajará, sostendrá en cualquier posición y transportará la carga especificada, accionada por un solo operario.
- Alzará, bajará, sostendrá en cualquier posición y transportará una carga de ensayo igual a 1.25 la carga nominal, accionado por un solo operario.
- Deflexión mínima permitida.
- Deflexión con carga nominal.

3.1.5.10 Sistema de telemando

AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. tiene un sistema de Telemando y Telecontrol, dedicado a la supervisión y control y adquisición de datos a

distancia, para las diferentes Estaciones Remotas ubicadas en el área Urbana y rural de Cartagena, desde un Centro de Control ubicado en la planta de tratamiento el Bosque. Este sistema se encarga de supervisar y controlar las variables más importantes de los sistemas de captación, tratamiento, distribución y saneamiento.

El Telemando posee Controladores Lógicos Programables (P.L.C.) integrados a Unidades Terminales Remotas (R.T.U). Las RTUs son equipos electrónicos microprocesados y programables de empleo universal en un entorno de inteligencia distribuida. Su misión es la adquisición y control de las señales procedentes de los elementos captadores de campo, el envío de esa información al Centro de Control, y la actuación sobre dichos elementos de campo (abrir o cerrar válvulas, paro/marcha de motores, etc.), todo ello de acuerdo al programa de lógica que reside en la memoria del PLC, estos a través de sus módulos de entrada-salida leen las señales generadas por los transductores y equipos predeterminados en cada estación.

La transmisión de datos es realizada vía radio para las estaciones alejadas del centro de control y por medio de cable (Interface RS485), para las que están dentro de la planta de tratamiento.

Los datos ya almacenados en el P.L.C. principal son leídos periódicamente por un software especializado, llamado driver, el cual a su vez se lo transmite al Software SCADA, que para el caso de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., es el INTOUCH. de Wonderware.

En estas normas se pretende describir la funcionalidad y características técnicas mínimas de cada una de las entidades que deberán integrar ésta Estación Remota para su Telemando y Telecontrol.

Sistema Actual

Actualmente el sistema de Telemando está compuesto en el Centro de Control por dos Frontend o PLCs Centrales, uno es marca ABB y el otro es marca MOTOROLA.

El PLC Central A.B.B. se encarga de monitorear 5 grandes estaciones de agua cruda, localizadas en el área rural, la arquitectura en cada estación remota es descentralizada, de tal manera que los módulos de entrada y salida remota que se comunican con la C.P.U a través de un bus interface RS485, y esta a su vez trasmite vía radio, las señales al Centro de Control.

El canal Motorola es el utilizado para Telecontrolar y Telemandar las Estaciones en el área urbana, Puntos control de Red, Rebombes de Acueducto, Tanques de Distribución, Estaciones de Alcantarillado, etc.

Celda con equipos de control por telemando

Comprende el suministro, montaje y puesta en marcha de los equipos y elementos necesarios para el funcionamiento automático, manual y remoto, transmisión y recepción de información hasta el centro de control de Telemando de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. utilizando el protocolo de comunicación MDLC. A continuación se describen los equipos y elementos a instalar en la celda de Telemando.

R.T.U.

Son unidades modulares en las que están integrados en un mismo gabinete los siguientes elementos básicos:

Gabinete NEMA 4 para contener el conjunto R.T.U, apropiado para colocar en el espacio previsto en los planos de “Detalle de distribución de equipo”.

PLC (CPU 400)

- Memoria para programa interno de la C. P. U (20 Kbytes).
- Memoria R. A. M. interna en la C.P.U. (20 Kbytes,)
- Batería de respaldo RAM, debe venir con el equipo
- Fuente de alimentación 115 V A.C., 5 A.
- Módulos de entradas Digitales de acuerdo al número de señales digitales proyectadas. (ver lista de señales)
- Módulos de salidas digitales IDEM ANTERIOR
- Módulos de entradas Análogas(4-20 mA), IDEM ANTERIOR
- Baterías de respaldo radio de comunicaciones, incluidas en el equipo
- Radio MCS2000 (rango de frecuencias de 450 a 470 Mhz.), este radio deberá venir programado para frecuencia de Telemando U.H.F de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. la cual será entregada por el Departamento de Telemando de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. y tendrá módem integrado.
- Cables de conexión.

A continuación se hace descripción de los elementos más importantes de la R.T.U.

P.L.C.

El contratista suministrará un controlador lógico programable basado en microprocesador, con la capacidad de aceptar entradas digitales y análogas; producir salidas digitales, realizar funciones de control local y manipulación de datos, transmitir valores medidos y calculados así como señales de estado y alarmas, recibir y ejecutar señales de comando y todas las otras funciones necesarias para cumplir los requisitos funcionales especificados en el sistema integrado. En todo caso el equipo deberá ser capaz de comunicarse con la R.T.U de la estación central bajo el protocolo existente.

El P.L.C. será suministrado con todos los componentes necesarios para el acondicionamiento de señales, convertidores, alimentación de energía, procesadores, memorias, tarjetas de I / O, puertos seriales de comunicación, etc. para cumplir con las funciones especificadas.

La unidad deberá ser suministrada con memoria suficiente para ejecutar las funciones de control más una capacidad de reserva de 25 % del total suministrado. Esta reserva estará totalmente libre de cualquier uso del sistema.

El P.L.C. operará independientemente. Una falla de cualquier otro elemento del sistema, no interferirá la adquisición de datos, control, ajuste, chequeo de alarmas, comunicación o cualquier otra función del P.L.C, para ello se deberá proveerse a éste de baterías de respaldo

El P.L.C. será programado en lenguajes estándar de programación ya sea Bloques de Funciones, escalera o contactos.

Será fácilmente reprogramable con una unidad de programación a través del puerto RS232C. Será programado por el contratista para lograr las funciones de control especificadas para esta estación. Las copias documentadas del programa de operación serán suministradas de tal forma que permita recargar directamente, paso a paso, el programa del sistema. Se suministrarán dos (2) copias de este programa, en archivo magnético y documento impreso.

Todos los equipos deberán ser especificados para trabajar en ambiente húmedo y altamente corrosivo propio de una estación de alcantarillado.

Características Funcionales:

- Transparencia funcional, con indicadores de estado de entradas/salidas, y diagnóstico averías.
- Comunicaciones: 2 líneas de comunicación serie, una salida de módem.
- Capacidad de proceso: base de datos propia y lenguaje de programación.

- Parametrización: cambio de valores de temporización y cotaje sin necesidad de programación.
- Upload / Download remoto: carga y recuperación de programas y bases de datos desde cualquier punto de la red de comunicaciones.

Módulo C.P.U. del PLC

La unidad central de Procesos será necesaria en todo momento para estructurar el autómata. Se enganchará sin elemento de bus directamente en el perfil soporte normalizado.

La C.P.U. será un microprocesador de 16 bits con una velocidad mínima de 8 Mhz.

Memorias

La memoria del P.L.C. será de circuitos integrados con tecnología CMOS. De acuerdo a su uso los tipos de memoria serán:

a. Memorias de solo lectura (ROM)

en la que se almacenarán los diferentes programas de aplicación y el sistema operativo. Serán del tipo eléctricamente programables EPROM ó EEPROM, montadas en "socket" para permitir su fácil reemplazo, de 20 Kbytes (útiles) mínimo, Marcas: al menos 2048, de ellas 512 remanentes; temporizadores: al menos 128; Contadores: al menos 128, de ellos 8 remanentes.

Según sea la opción propuesta, es preferible que el módulo de memoria ROM para el sistema operativo sea independiente del utilizado para el almacenamiento de los programas de aplicación.

b. Memorias de lectura-escritura (R.A.M)

20 Kbytes mínimo, será del tipo de acceso aleatorio, de lectura no destructiva, con capacidad suficiente para almacenar los estados de entradas y salidas, tablas con rangos de variables, límites de alarmas y en general los subproductos resultantes y necesarios para la ejecución de los programas de aplicación. Se indicará claramente el tipo de RAM propuesto: Estático(SRAM) ó dinámico (DRAM) caso en el cual se suministrará información completa sobre el circuito y el ciclo de refresco.

Programación propia del autómata, en entorno Windows, con lenguajes de lista de instrucciones, diagrama de funciones y diagrama de contactos.

El contratista suministrará con su propuesta los datos técnicos acerca de los módulos de memoria suministrados con cada equipo como: temperatura de

trabajo, tiempo de acceso, técnicas de grabado y borrado de las memorias PROM, fuentes alternas de energía para mantener los datos en R.A.M (por lo menos 6 meses).

Protección contra cortocircuitos electrónica; grado de Protección:1.

Funcionalidad

La P.L.C. deberá ser montado en el compartimento y tablero indicado en los planos y será provisto con todo el equipo y programación requeridos para cumplir con las siguientes funciones:

- Efectuar los programas y funciones automáticas descritas más adelante
- Permitir un cambio de programa en cualquier momento sin perturbaciones en el sistema.
- Proteger con automatismo lógica local de la estación contra las malas operaciones.
- Recibir y analizar las diferentes señales.
- Permitir una operación segura y confiable de todo los equipos.
- Deberá tener separación galvánica entre los elementos del proceso y el equipo.

Funciones básicas

El P.L.C. deberá ser suministrado totalmente programado con el equipo, grupo de baterías apropiados y sus accesorios para cumplir en forma totalmente automática y eficientes las funciones de operación segura de la Estación, descritas a continuación.

El P.L.C. será suministrado por lo menos con dos puertos seriales RS232, uno para comunicación con el centro de control y otro para cargar el programa o hacerle mantenimiento, aún durante el proceso de comunicación. Todo el cableado de comunicación, como los conectores a puertos serán entregados funcionando con el equipo.

Alimentación

El P.L.C, deberá tener dos formas de alimentación, así:

Alimentación de 115 V A.C., 60 Hz. En este caso el contratista asegurará que cuando no hay suministro de energía, el P.L.C. siga funcionando con las baterías de respaldo propias, por un período no inferior a 1 hora.

Alimentación a 24 V D.C. En este caso una falla del suministro de energía normal es respaldada por el cargador de baterías, el cual también será suministrado por el contratista.

Software de programación del P.L.C.

El paquete de programación permitirá editar los programas bajo una superficie de operación uniforme, preferentemente Windows; para ello dispondrá el usuario de los tres modos de representación: plano de contactos, plano de funciones y lista de instrucciones.

Mediante este paquete se podrá editar, corregir, comprobar los programas en los modos de representación de diagrama de contactos, diagrama de funciones y lista de instrucciones, poner en marcha el autómatas, así como documentar y archivar los programas.

Con el paquete de programación se podrá editar el programa de aplicación (usuario). Este contendrá todas las instrucciones y convenciones que sean programadas para el procesamiento de señales en el autómatas. Un programa de aplicación estará estructurado modularmente y consistirá por lo menos de un módulo de programa.

Se podrá cambiar o corregir el programa o sus módulos a cualquier hora, es decir igualmente en el aparato de programación como también directamente en el aparato de automatización en funcionamiento online. Para ello no tiene que cambiar el modo de representación que ha elegido. Se podrán añadir, cambiar o borrar miembros de combinaciones, símbolos de planos de contactos o instrucciones. También se podrán añadir o corregir posteriormente comentarios.

Si el aparato de programación está conectado con el autómatas (online), se podrá transferir vía teclado del mismo el programa de aplicación en la memoria del autómatas, activar y desactivar el mismo.

El paquete de programación ofrecerá además en el funcionamiento online un amplio repertorio de funciones de comprobación y puesta en marcha, como por ejemplo:

- Indicación de los estados de señales de los programas en todos los modos de representación.
- Control paso a paso del procesamiento de instrucciones.
- Análisis de perturbaciones.

Se podrán añadir comentarios en un programa de aplicación e imprimir el programa. Entrada y Salida de comentarios:

- Comentarios de operandos
- Título de segmento.
- Comentario de instrucciones.
- Comentario de módulos de datos y de línea.
- Comentario de la instalación.

El contratista suministrará el “software” requerido para realizar todas las funciones y programas establecidos en estas especificaciones. El programa del P.L.C. deberá ser desarrollado con una estructura modular.

El Contratista entregará el programa impreso (dos copias) con memoria explicativa y dos copias magnéticas, en el momento de la recepción de la obra.

En caso que el P.L.C. suministrado sea diferente a los existentes en el sistema de Telemando actual de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., el contratista deberá incluir en sus precios el valor para el suministro del software correspondiente, así como cinco días (5) de capacitación a 2 Ingenieros de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P. para el aprendizaje de su manejo, en curso dictado por una persona competente, en las instalaciones de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Módulos de entradas digitales.

Los módulos de entrada digital transformarán el nivel de las señales binarias externas del proceso al nivel interno del autómeta. Junto a las tiras de plástico rotulables para las entradas individuales, habrá unos indicadores que visualicen el estado de cada señal. El número de módulos estará de acuerdo con el número de señales dadas en la lista más un 20%, previstas para futuras señales. Los módulos deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Todas las entradas serán con contactos libres de potencial
- Tendrán aislamiento optoeléctrico y soportarán un esfuerzo dieléctrico de 1500 voltios, 60 Hz por un minuto.
- Las entradas digitales deberán ser actualizadas por el P.L.C., por lo menos una vez por segundo.

Módulos de entradas analógicas.

Estos módulos de entrada analógica, transformarán las señales analógicas del proceso en valores digitales para su posterior procesamiento por el autómatas. La cantidad de módulos deberá estar de acuerdo con el número de señales proyectadas en la lista de señales y un 20% más para señales futuras. Tendrán las siguientes características:

- El convertor A / D será por lo menos de una resolución de 12 bits
- Todas las entradas serán del tipo 4 - 20 mA.
- Tendrán un rechazo a las interferencias en modo común de 120 dB., en modo normal de 60 dB a 60 Hz, una tensión en modo común de 200 pico.
- Los módulos se enchufarán a prueba de errores en los elementos de bus y al hacerlo se establecerá el contacto con el bloque de bornes que recibe los cables de señales. El cambio de un módulo no exigirá aflojar los cables de señales (Cableado fijo).
- Conexión al Sensor: 2 hilos.
- Tiempo de codificación Max: 50 ms para 60 Hz.
- Supresión de interferencias.

Módulos de salidas Digitales.

Estos módulos transformarán el nivel interno de señales del autómatas en el necesario para las señales binarias externas al proceso. Las salidas digitales serán tipo relé con contactos normalmente abierto y capacidad de manejo de corriente de 2 A / 250 V A.C. / D.C.

En caso de utilizar equipos que manejen cargas mayores se deberán utilizar relés de interposición para adaptar el módulo a la carga. Estos elementos adicionales serán suministrados por el contratista con el sistema. La cantidad de módulos deberán estar de acuerdo con el número de señales proyectadas en la lista de señales y un 20% más para señales futuras. Tendrán las siguientes características:

- Intensidad de salida con señal a "1": 0,5 A.
 - margen admisible con 1 E.D.: 5 mA a 0,5 A.
 - en operación paralelo 1 S.D.: 0,4 A.
 - intensidad suma: 2 A.
- Carga tipo lámparas máx.: 5 W.
- Protección contra cortocircuitos: electrónica.
- Posibilidad de diagnosis de averías: sí.
- Limitación interna de la tensión inductiva de corte: -15 V.
- Frecuencia de conmutación:
 - con carga óhmica máx. 100 Hz.
 - con carga inductiva 2 Hz.

- Intensidad residual con señal "0": 0,5 mA.
- Nivel de señal de salidas con señal "1" min.: L+ -1,2 V.
- Longitud de cable sin apantallar: 100 m.
- Aviso de avería "Cortocircuito, falta L+,L1": LED rojo.
- Tensión de aislamiento (+9 V respecto a tierra): 12 V CA según VDE 0160: 500 V CA.

Cables y Borneras

El contratista realizará la instalación y el suministro de todos los cables de señales necesarios para el sistema, con sus identificaciones desde la bornera fuente hasta los módulos respectivos en la R.T.U.

Las señales a ser monitoreadas por el sistema de Telemando se organizarán en forma ordenada de acuerdo a su naturaleza (entrada digital, entrada análoga, salida digital) en unas Borneras de conexiones antes de entrar a la R.T.U. Deberá haber un espaciamiento de por lo menos 5 cm entre Borneras de diferente naturaleza.

El número de Borneras será la necesaria para conectar las señales proyectadas más 20 % para futuras expansiones. Todas las señales serán aterrizadas en las Borneras correspondientes a esta función para efectos de protección contra interferencias.

Cableado para entradas análogas (4-20 mA.)

Para las señales de 4- 20 mA se utilizará cable de instrumentación de dos hilos con pantalla común THW # 18 A.W.G., el cual debe ser aterrizado en el tablero de la R.T.U. Todos los cables deben ir con su cubierta hasta el momento de llegar a la bornera de la R.T.U, es decir, se deben descubrir lo estrictamente necesario para conectarlos, para evitar interferencias en las señales.

De igual forma todo cable tendrá su identificación, correspondiente a la numeración en el plano.

Cableado entradas digitales

Las señales de entradas digitales se conectarán directamente desde la Borneras de conexiones hasta la R.T.U. En caso de requerirse aislamiento galvánico, se utilizarán relevos de interposición entre los módulos de entradas digitales y los respectivos elementos generadores de las señales. Los cables serán numerados de acuerdo con el plano de control.

Cableado salidas Digitales

En caso de las salidas digitales todas deberán tener relevos de interposición con las siguientes características:

- ✓ Bobina a 24 V D.C
- ✓ Capacidad de contacto 10 A, 250 V.

Puesta a tierra

Los equipos de Telemando deberán ser conectados a una tierra común en las Borneras de entrada al P.L.C. Estas Borneras serán conectadas a la tierra del tablero por un conductor THW # 8 A.W.G.

Equipos y elementos exteriores a la celda de telemando

Sensor de nivel

El sensor de nivel a utilizar en el pozo húmedo será de la tecnología ultrasónica, apropiado para trabajar en ambientes altamente corrosivos y en medición de niveles de aguas residuales, cumpliendo las siguientes características:

- Alimentación de 18 a 30 V D.C.
- Rango de medición 0 - 8 m.
- Precisión del 0.25 % de la escala total
- Debe tener display local.
- Programación local por teclado. En caso de necesitarse software para programación el contratista deberá suministrarlo.
- Temperatura de operación -40 a 70 grados centígrados.
- Debe tener compensación de temperatura.
- Salida de corriente de 4- 20 mA. con carga máxima de 800 Ohmios a 24 V D.C.
- Resolución mínima 3 mm.
- Salida de relé programable para falta de energía, límites de nivel ó falla del dispositivo
- Material resistente a ambiente de aguas residuales
- Encerramiento NEMA 4.

Flotadores de respaldo (Control de Nivel electromecánico)

Cada flotador consistirá de un interruptor de mercurio colocado dentro de una envoltura hermética de polipropileno y suspendida de un cable de P.V.C. a través del cual se llevará la señal del interruptor a la caja de conexiones.

Los flotadores serán colocados al nivel de respaldo previsto en los planos, por medio de elementos de anclaje apropiados de acuerdo a las instrucciones del fabricante y serán conectadas de tal manera que la señal se mantenga aun con fallos de energía eléctrica. Cuando el nivel del agua alcance el flotador, este flotará actuando el interruptor de mercurio.

Las características principales que deberá tener el interruptor serán las siguientes:

- Tipo de contacto: N.O.
- Voltaje máximo : 250 V A.C./ V D.C.
- Corriente máxima: 8 A A.C. / 5 A D.C.
- Temperatura de operación : 0 - 70 ° C.
- Longitud del Cable: 12 m.

Detector de Rebose (Pozo Húmedo).

El contratista deberá instalar un sistema que permita detectar condiciones de rebose en el pozo húmedo y realizar los trabajos necesarios para poder llevar esta señal, desde el elemento generador de señal hasta los módulos de I / O del P.L.C. (Condición de alarma).

Transductores de señales

Para la adaptación de las señales analógicas del sistema eléctrico se utilizarán transductores de corriente y voltaje, los cuales deberán tener las siguientes características.

Transductor de voltaje

Este recibirá el voltaje de las barras y lo convertirá en una señal de 4-20 mA. Las características que este deberá tener son las siguientes:

- Rango de medida 0 - 460 V A.C.
- Rango de Frecuencias de funcionamiento: 48 a 65 Hz. Nominal =60 Hz.
- Autoalimentado ó con alimentación exterior de 24 V D.C.
- Salida aislada de 4-20 mA. 800 Ohmios.
- Precisión 0.25 % de la escala total a 60 Hz..
- Montaje en riel de 35 mm.
- Rango de temperatura de -40 a 70 grados centígrados.

Transductor de corriente.

Los transductores usados para la adaptación de la salida de corriente de los transformadores de medida de la variable mencionada, tendrán las siguientes características:

- Rango de medida de 0 - 5 A A.C.
- Rango de frecuencias de funcionamiento: 48 a 65 Hz. Nominal= 60 Hz.
- Autoalimentado ó con alimentación exterior de 24 V D.C.
- Salida Aislada de 4-20 mA., Impedancia de lazo 800 Ohmios.
- Precisión =0.25% de la escala total a 60 Hz.
- Montaje en riel de 35 mm
- Rango de temperatura de -40 a 70 grados centígrados.

Transductor de Presión

El transductor de presión utilizado para el monitoreo de la presión del Manifold de salida tendrá las siguientes características técnicas:

- Alimentación: 18 - 30 V D.C.
- Rango de presión : 0 - 200 P.S.I.
- Presión máxima: 2 veces la presión nominal.
- Exactitud: 0.25 % de la escala Total
- Histeresis: + / - 0.1 % escala total
- Rango de Temperatura: - 40 a 85 Grados centígrados.
- Salida de corriente: 4-20 mA.
- Grado de protección: NEMA 4

Además no deberá permitir la acumulación de sólidos en la cara sensora, de manera que produzcan errores de lectura en la presión.

Cargador de Baterías

El Cargador de baterías tendrá las siguientes características técnicas:

- Alimentación monofásica de 115 V A.C. +/- 15 %
- Frecuencia de Trabajo : 60 Hz
- Corriente de Salida máxima : 10 A.
- Factor de potencia a plena carga y voltaje mínimo: 0.8
- Eficiencia a plena carga:78 %
- Voltaje de salida Nominal: 24 V D.C.
- Rango de ajuste de tensión 24 - 29 V D.C.

- Regulación de voltaje: +/- 1%
- Voltaje de rizado: 150 mV p-p
- Temperatura de operación 0 - 70 °C.
- Deberá poseer indicación local de corriente y voltaje de suministro a las baterías. Tendrá señalización de encendido
- Suministrará señalización de alarmas de fallo de A.C., voltaje alto de batería, voltaje bajo, desconexión de batería, rotura de fusible rápido, etc. Estas deben ser conectadas
- Tendrá protecciones de limitación de corriente, contra transitorios en la red.

Banco de baterías

Conformado por dos baterías y su estructura de soporte aislada de tierra, el tipo de batería a utilizar será estacionaria de plomo ácido, libre de mantenimiento. Con las siguientes características:

- Tensión nominal por celda : 2 V D.C.
- Tensión nominal del Banco: 24 V D.C.
- Número de Celdas : 2
- Capacidad : 30 A.h.
- Número de bloques :2
- Tensión nominal de flotación: 2.27 a 25 °C
- Tensión final de cada celda: 1.8 V D.C.
- Tiempo de vida esperado: 10 años.

Pararrayos

Este deberá ser instalado en la misma estructura de la antena, en mástil independiente a 4 mts por encima de ésta.

El tipo de pararrayos a utilizar será del tipo de efecto corona y será suministrado por el contratista con las siguientes especificaciones técnicas:

- Radio de acción : 90 m
- Diámetro de protección : 180 mts
- Ionización : efecto corona

Antena de Comunicaciones

La antena de comunicaciones a utilizar será del tipo omnidireccional con una ganancia mínima de 6 dB. El tipo de cable a utilizar desde el sitio de la R.T.U. a la antena será Heliax de 1/2", el cual deberá ser llevado a través de

tubería metálica para evitar interferencias con las señales de instrumentación.

El cable que va de la antena de comunicaciones al radio deberá tener necesariamente un dispositivo de protección contra las sobretensiones que se generen en el cable de comunicaciones al caer una descarga en el pararrayos. El valor estará incluido en el precio de suministro de la antena.

Detector de Intrusismo.

Se instalará en todos los puntos donde se encuentre una estación remota un contacto magnético de puerta, para detección de intrusos en las instalaciones.

El detector de robo será un relé del tipo Reed, en el que actuarán las siguientes partes:

- Un relé que se acciona a distancia por medio de un cuerpo imantado, que se sujeta a la puerta de la estación.
- Un imán que se sitúa enfrente del relé.
- De tal modo que cuando la puerta está cerrada, el sensor tiene el estado de circuito abierto, y cuando se abre cambia de estado.

Medidor de caudal

El medidor de caudal a usar será del tipo electromagnético y estará compuesto por el sensor y el convertidor de señal, los cuales deberán incluir un sistema automático de limpieza de los electrodos del sensor, además de permitir el montaje remoto entre el sensor y el convertidor hasta una distancia mínima de cincuenta metros (50 mts) .

El sensor irá en línea con la tubería y se encargará de generar la señal de voltaje proporcional a la velocidad del fluido, deberá proveer bornera de conexiones, con encerramiento IP 68 para evitar la entrada de agentes externos que puedan afectar las señales del sensor.

El convertidor tendrá la función de interpretar las señales del sensor y convertirlas en un valor continuo de caudal el cual se visualizara en el convertidor. De igual forma, el convertidor permitirá la programación y ajuste de parámetros en forma local, este mismo se encargará de generar la señal de 4-20 mA proporcional al caudal, el pulso del totalizador, señales de tubería vacía, dirección de flujo, etc.

La conexión del transmisor y del sensor debe ser realizada con cable de instrumentación según las recomendaciones y especificaciones técnicas del fabricante.

Especificaciones técnicas

Sensor:

- Diámetro Nominal = 800 mm
- Tipo de Fluido = Agua Residual
- Flujo máximo = mayor o igual a 18000 mt³ /hr
- Flujo mínimo = menor o igual a 400 mt³ /hr
- Recubrimiento interior de Neopreno.
- Electrodo: AISI 316 Ti.
- Bridas: St. 35 / DIN 2501.
- Protección IP 68.
- PN 10.
- Rango de temperatura: -20 a 180 grados centígrados
- El sensor deberá tener los electrodos necesarios para permitir la igualación de potenciales entre éste y el líquido conductor.

Convertidor :

- Alimentación: 24 V D.C.
- Salida: 0/4 - 20 mA, proporcional al caudal instantáneo, programable.
- Salida de pulsos ajustables para totalizar.
- Diferentes unidades de medidas.
- Display alfanumérico con visualización del caudal instantáneo, totalizador, memoria de errores, etc.
- Programación local por teclado. Microprocesador.
- Ajuste del cero automático.
- Relé indicador de fallo ó dirección de flujo.
- Dos totalizadores para flujos bidireccionales.
- Detección de tubería vacía.
- Autorrango.
- Protección IP 68.
- Precisión: 0,5% del caudal real circulante.
- Repetibilidad: 0,1% para velocidades mayores o iguales a 0,5 m/s.
- El equipo deberá proveer el soporte necesario para el montaje remoto del convertidor.
- El equipo tendrá la utilidad de limpieza de los electrodos y esta será programable por teclado.

Programa para el plc en la estacion de bombeo

Descripción general del programa

El contratista desarrollará un programa que controle el funcionamiento de las bombas de acuerdo al nivel del pozo húmedo, horas de funcionamiento de los equipos y las condiciones eléctricas en que estos se encuentren. El programa debe cumplir como mínimo con las especificaciones aquí dadas y con los requisitos necesarios para asegurar la confiabilidad del sistema.

Sistema de telecontrol

Los motores de las diferentes bombas estarán disponibles para trabajar siempre y cuando no haya condiciones de alarma tales como:

- Interruptores disparados
- Alta temperatura en devanados
- Agua en el estator del motor
- Actuación de los relevos de protección en general
- Nivel bajo en pozo húmedo

Si todas estas condiciones se cumplen, el control quedará dispuesto a trabajar en manual o en remoto.

En condición de manual los motores solo se podrán arrancar desde el tablero local respectivo en la estación.

En condición de Remoto el equipo quedará listo para trabajar desde el P.L.C. y este a su vez, habilitará el mando desde el Centro de Control si se requiere. Los motores en este modo funcionarán de acuerdo a los niveles, horas de operación y disponibilidad eléctrica de los equipos. En estas condiciones el sistema trabajará en forma automática sin la necesidad de intervención humana.

El paso del selector de local a remoto o viceversa, no deberá causar parada del equipo en caso de estar en marcha y debería quedar disponible para trabajar en la nueva posición del selector.

Funcionamiento por nivel

Estando el Control en Remoto-Automático y partiendo del hecho que los equipos estén disponibles para entrar en funcionamiento deben cumplirse los siguientes pasos:

Al estar el sistema en nivel 0 (N0), no debe haber ningún equipo en funcionamiento.

Al pasar de nivel N0 a N1, después de una temporización de 30 Sg, debe arrancar la primera bomba con menos horas de servicio.

Si a pesar de haber puesto en servicio la primera bomba, el nivel sigue subiendo hasta llegar a un nivel N2, debe ponerse en funcionamiento la segunda bomba (después de haber transcurrido el retardo de 30 sg).

Si el nivel continua creciendo hasta llegar al nivel N3, se pondrá en servicio la tercera bomba con menos horas de servicio.

Si se llega al nivel N4, se activará la cuarta bomba con menos horas de servicio y en el programa se activará una alarma digital - local para indicarle al operador en el centro de control, que los niveles están bastante altos en la estación.

Si el nivel empieza a bajar y pasa de una etapa a otra, después de una temporización de 30 sg, se apagará la bomba que tenga menos horas de servicio, una a la vez en cada nivel consigna.

Nota: los intervalos de niveles No, N1, N2, N3, N4 serán establecidos por el interventor en el transcurso de la obra, luego que el pozo húmedo esté terminado.

Funcionamiento manual-remoto

En este modo de funcionamiento el operador desde el Centro de Control podrá efectuar el encendido / apagado de los motores, y el programa no le permitirá maniobras que ateten contra el sistema y los equipos podrán arrancar individualmente sin tener en cuenta las horas de funcionamiento, lo único que se requiere es que el nivel del pozo este por encima del nivel mínimo y que no exista la posibilidad que los equipos arranquen ó apaguen simultáneamente.

Transmisión de eventos

El programa deberá enviar datos al central cada vez que ocurra un evento importante en la estación, ya sea, encendido/ apagado de equipos, disparos de interruptores, fallas de energía, condiciones de emergencia, etc.

En caso de no haber ningún evento el programa deberá actualizar al central en un tiempo máximo de 5 minutos todas las señales de la estación.

Funcionamiento en caso de falla del sensor de nivel

En caso de fallo del sensor ultrasónico de nivel, habrá un respaldo permanente de los flotadores de mercurio, los cuales quedarán siempre operativos para reemplazar al sensor ultrasónico

Lista de señales

El número de señales mínimas requeridas para el funcionamiento adecuado del sistema de control automático será el siguiente:

Entradas digitales

- Marcha / Paro motores 1,2,3,4.
- Local / Remoto motores 1,2,3,4.
- Intervención de protección motores 1,2,3,4.
- Listo arranque motores 1,2,3,4.
- Fallo arrancadores motores 1,2,3,4.
- Estado interruptor general
- Disparo interruptor general
- Red Normal (Indicación de energía Normal)
- Disparo interruptor U.P.S.
- Intervención de protección planta.
- On / Off Planta
- Estado Seccionador 13.2 Kv.
- Disparo Seccionador 13.2 Kv
- Disparo Condensadores motores 1,2,3,4.
- Disparo por temperatura del transformador.
- Nivel mínimo.
- Nivel máximo.
- Intrusismo
- Rebose pozo húmedo.
- Pulsos del totalizador del caudalímetro
- Estado acoplador de barra
- Disparo acoplador de barra

Salidas Digitales

- Arranque motores 1,2,3,4.
- Paro motores 1,2,3,4.
- Cierre interruptor de baja del transformador (460 V A.C.)
- Apertura interruptor de baja transformador (460 V A.C)
- Cierre acoplador de barra
- Apertura acoplador de barra

Entradas Análogas

- Corrientes motores 1,2,3,4.
- Corriente de lado de baja del transformador
- Nivel pozo húmedo.
- Presión del Manifold de Descarga
- El software efectuará el contéo de las horas de funcionamiento de cada motor (motores 1,2,3,4.), e indicará las mismas, al centro de control.
- Voltaje de barra (460 V A.C)
- Caudal Salida Bombeo

Alcance de los trabajos para telemando

El contratista deberá suministrar, realizar el montaje y puesta en marcha de todos los equipos y elementos necesarios para el completo y correcto funcionamiento de todos los sistemas de Telemando en la estación de bombeo. Dichas actividades se resumen así:

- Suministro, montaje y puesta en marcha de la celda de Telemando
- Suministro y montaje de toda la ductería necesaria para llevar las señales desde los transmisores y sensores de señales hasta las borneras en la celda de Telemando y desde las borneras hasta la R.T.U.
- Suministro y montaje de todo el cableado necesario para llevar las señales desde los transmisores y sensores de señales hasta las borneras correspondientes en la celda de Telemando y desde las borneras hasta los módulos correspondientes en la R.T.U.
- Suministro y montaje de todo el cableado de señales de alimentación desde las fuentes de alimentación hasta las borneras de la celda de Telemando y desde las borneras hasta la R.T.U.
- Suministro, Instalación y puesta en servicio del sensor de nivel en el pozo húmedo en una base soporte de acero inoxidable, de acuerdo a recomendaciones del Departamento de Telemando.
- Suministro, Instalación y puesta en servicio del sensor de caudal en la tubería de descarga de la estación según se indica en los planos de esta, y del transmisor de caudal en la sala de celdas de acuerdo a las recomendaciones del Departamento de Telemando.

- Suministro e Instalación de torre para antena de transmisión de datos de Telemando y pararrayos.
- Suministro e instalación de Antena Omnidireccional, conectores y protección contra sobre tensiones del cable de comunicaciones.
- Suministro y montaje del cableado desde la Antena de Telemando hasta el radio de comunicaciones ubicado en la R.T.U, incluyendo conectores y protección contra sobre tensiones en el cable de comunicaciones.
- Programación del radio de la R.T.U para comunicación con el centro de control.
- Suministro, instalación, cableado y puesta en servicio del cargador con sus baterías para alimentación de circuitos de 24 V D.C.
- Suministro e instalación de los relevos de interposición necesarios para adaptar las señales de los módulos de entrada y/o salidas de la R.T.U al mundo físico.
- Suministro e Instalación de pararrayos para protección de sistema de comunicaciones
- Construir puesta a tierra para conectar pararrayos.
- Programación del P.L.C. de la R.T.U para cumplir con los requisitos de funcionamiento dados en este pliego y todos aquellos que aseguren la estabilidad y seguridad del sistema.
- Puesta en marcha de todo el sistema de Telemando de la estación para entregarla en comunicación con el Centro de Control.
- Elaboración de las pruebas de rigor para verificar el comportamiento operativo de la estación, de manera automática, manual y remota.

Pruebas de recepción.

Después de haberse realizado la instalación de todos los equipos y señales se procederá a realizar las comprobaciones de las señales instaladas de acuerdo a la los planos finales entregados por el contratista.

Las pruebas se realizarán observando en un computador portátil y en los propios módulos del P.L.C, la activación de cada señal bajo prueba. En caso de no activarse, el contratista hará los arreglos necesarios para corregir el problema.

Se deberá tener especial cuidado con las posibles interferencias que pudieran ocasionarse en las señales, así como también en la disposición lógica y secuencial de las mismas, ya que deberá entregarse un listado detallado de las señales y su denominación en el programa local

Después de revisar todas las señales entrantes al P.L.C se procederá a probar el equipo en modo manual, para verificar que las señales siguen comportándose bien con los equipos en funcionamiento.

Concluida la anterior etapa se coloca el sistema en automático y se observa el comportamiento de los motores de acuerdo a los requisitos mínimos de programación requeridos por este documento.

Cumplidas las etapas anteriores se procederá a observar la recepción de todas las señales desde el Centro de Control de Telemando y el cumplimiento de los mandos enviados por el centro de control hacia la estación.

3.5.2 Equipos de bombeo

El siguiente capítulo trata de los equipos de bombeo para estaciones de acueducto y alcantarillado.

3.5.2.1 Bombas

3.5.2.1.1 Bombas para estaciones de acueducto

El equipo ofrecido deberá especificar las siguientes condiciones:

- Número de unidades idénticas
- Altura de carga total máxima
- Altura de carga total mínima
- Altura de carga total para el punto de diseño o máxima eficiencia
- Caudal unitario en el punto de diseño o máxima eficiencia

Condiciones complementarias

- Nivel del piso de soporte de la bomba
- Nivel del fondo del foso de succión
- Nivel máximo de operación en el foso de succión
- Nivel mínimo de operación
- Nivel normal de operación
- Energía eléctrica disponible para los motores
- Energía eléctrica disponible para control y operación

Condiciones esperadas

- Mínima eficiencia en el punto de diseño
- Máxima velocidad

El equipo ofrecido deberá cumplir con las condiciones anteriores, de tal manera que para la altura de carga total en el punto de diseño, el caudal correspondiente no varíe en 5% del caudal especificado.

Las bombas serán del tipo turbina de columna vertical, de una o varias etapas, con descarga horizontal por encima de la base de soporte, lubricadas con el agua que bombean, directamente acopladas a un motor eléctrico vertical de eje hueco o eje sólido.

En particular las bombas requeridas en estas especificaciones deberán cumplir con las secciones aplicables de la norma ANSI B58.1-71 (AWWA E 101-71) con las excepciones y/o modificaciones que se establecen en estas especificaciones. Además, las bombas se deberán ajustar a las normas y recomendaciones del Instituto de Hidráulica de los Estados Unidos de Norteamérica.

El extremo del codo de descarga de las bombas deberá llevar una brida, donde se conectará una unión flexible de montaje, y a continuación de esta unión una válvula de retención y una válvula de mariposa, como se muestra en los planos de licitación.

Requisitos especiales

Se prefiere que los impulsores sean del tipo cerrado, balanceados estática y dinámicamente.

Las bombas con impulsores del tipo cerrado deberán proveerse con anillos de sello o desgaste colocados en los impulsores y en los tazones.

La velocidad crítica del eje de la bomba deberá estar al menos 20% arriba o 30% debajo de la velocidad de operación de la bomba.

Se deberá suministrar una coladera en la campana de succión de las bombas.

Materiales

A continuación se definen los materiales, para determinadas partes; que se prefieren para la construcción de las bombas de agua cruda. Para las partes no incluidas en la siguiente lista el fabricante puede utilizar los materiales descritos en la tabla No1 de la norma ANSI B58.1-1971 o los materiales usados por el fabricante, siempre y cuando sean equivalentes o superiores a los especificados en dicha norma.

Tabla 3.35 Requisitos de materiales equipos de bombeo para acueducto

<i>Nombre de la parte</i>	<i>Material</i>	<i>Designación ASTM</i>
Tuerca paera ajuste del eje superior	Acero	A 108-61 Gr B 1113
Brida de la columna superior	Acero	A 108-61 Gr C 1018
Cojinete del tazón superior	Bronce o Bronce y Caucho	B 144-52 3 B
Cojinete de los tazones intermedios	Bronce o Bronce y Caucho	B 144-52 3 B
Impulsores	Bronce	B 145-63
Cojinete en la campana de succión	Bronce	B 145-52
Anillo de sello de los impulsores	Bronce - Aluminio	B 148
Anillo de sello de los tazones	Bronce - Aluminio	B 148

3.5.2.1.2 Bombas para estaciones de alcantarillado

Todas las partes de la bomba deben ser diseñadas y dimensionadas de tal manera que tengan una amplia resistencia, estabilidad y rigidez, y para que estén especialmente adaptadas para el servicio que van a prestar. Deberán proveerse amplio espacio para inspección, reparación y ajuste.

El codo de descarga de cada bomba debe ser rígido y seguramente fijado en su puesto sobre una platina de montaje. Todos los pernos de anclaje, tuercas, arandelas y empaques deberán ser suministrados por el fabricante de la bomba a través del Proveedor. Los pernos de anclaje, tuercas y arandelas deberán ser de acero inoxidable, Tipo 304, ASTM A276.

Cada unidad de bombeo y su equipo de accionamiento deberá ser diseñado y construido para resistir la máxima velocidad de embalamiento de la tubería de la unidad debido a inversión de flujo a través de la bomba con la máxima cabeza dinámica total especificada disponible en la brida de descarga de la bomba.

Las bombas deberán ser del tipo sumergible autorefrigeradas, diseñadas para bombear aguas negras, del tipo no atascable (non - clogging). Cuando opere a la velocidad de salida de diseño de su motor de inducción de jaula de ardilla, cada bomba deberá tener una curva característica de rendimiento que cumpla todas las condiciones mínimas descritas en el diseño. Las bombas y los motores deberán ser capaces de operar satisfactoriamente bajo el rango completo de condiciones definidas en el diseño. La capacidad, cabeza y eficiencia intermedias de la bomba definidas en el diseño deben ser el "Punto de Diseño". La eficiencia de la bomba como se define aquí, toma en

consideración todas las pérdidas desde la entrada en la succión de la bomba hasta la brida de descarga de la bomba.

No deberá haber cambio significativo en el nivel de vibración y ruido dentro del rango completo listado de flujo para el sistema de bombeo.

Las velocidades máximas del motor no deben exceder a aquellos definidos en el diseño para satisfacer los requerimientos de servicios hidráulicos especificados. La "velocidad de diseño" de la bomba deberá ser la velocidad de salida del motor cuando opere con la capacidad y cabeza "intermedias" de la bomba.

Con las unidades de bombeo operando a plena velocidad del motor, la máxima potencia al freno requerida por las bombas no deberá exceder a la máxima potencia definida por el diseño.

Se rechazarán las unidades de bombeo que requieran en el eje de salida del motor más potencia que la máxima listada en la tabla mencionada, en el eje de salida del motor en cualquier punto de operación, con el motor a plena velocidad, entre la cabeza primaria y secundaria de descarga o en la cabeza de corte para las bombas.

Para todas las bombas se requerirán ensayos en fábrica de acuerdo con los estándares de Institutos de Hidráulica reconocidos. Deberán suministrarse curvas certificadas de rendimiento de las bombas, incluyendo cabeza, capacidad, potencia al freno, y eficiencia de las mismas para cada unidad que se suministre. Deberán proveerse datos certificados para indicar el NPSH requerido para las bombas en el rango de operación principal definido por el diseño. Antes de ejecutar un ensayo en la bomba, debe enviarse a la Interventoría una notificación de tal ensayo y una lista del equipo de ensayo y de los procedimientos, con 10 días de anticipación en relación con las fechas de ensayo. Todos los transductores electrónicos, medidores, manómetros y otros instrumentos de ensayo deberán ser calibrados dentro de los 30 días de la fecha del ensayo y deberán proveerse datos de calibración certificados.

Todas las bombas deberán ser ensayadas en todo su rango de flujo, y las curvas de cabeza/capacidad/eficiencia a la máxima velocidad de salida deben ser dibujadas. Durante cada ensayo, la bomba deberá operar en cada condición de cabeza por un tiempo suficiente para determinar con precisión la descarga, cabeza, potencia de entrada y eficiencia. Si cualquier bomba ensayada falla en cumplir cualquier requerimiento de especificación, ésta será modificada hasta que cumpla todos los requerimientos especificados.

Si cualquier bomba ensayada falla en cumplir los requerimientos de eficiencia en el punto intermedio de diseño y todos los intentos razonables para corregir la ineficiencia son fallidos, las bombas y motores no serán aceptados.

Las carcasas de las bombas deberán ser construidas de hierro fundido de alta resistencia ASTM A-48 Clase 40B ó DIN 1601 GG20, hidrostáticamente ensayada a 1.5 veces la presión máxima desarrollada por la bomba con la válvula de descarga cerrada. Cada carcasa tendrá anillos de desgaste en acero inoxidable reemplazables, en el lado de succión del impulsor. El exterior de la bomba estará pintado con pintura de caucho clorada de color negro.

La conexión o codo de descarga será de bridas perfiladas y taladradas de acuerdo con la norma ISO 2531 PN 10. Todos los pernos, tuercas y arandelas de sujeción de la carcasa serán de acero inoxidable, ASTM A 276 Tipo 304.

El asa de suspensión será de acero galvanizado en caliente, y ubicado en la parte superior del equipo para facilitar su levantamiento con puente grúa en forma vertical.

El impulsor debe ser del tipo canal cerrado no atascable (non - clogging), diseñado para dejar pasar sólidos y materiales fibrosos hasta de 10 cm de diámetro. Debe ser construido en acero inoxidable AISI 316 ó DIN X5CrNi17, estática y dinámicamente balanceado. Debe tener un anillo de desgaste giratorio en acero inoxidable de las mismas características.

El eje de la bomba debe ser construido en acero inoxidable DIN17440X22CrNi17 o similar, de diámetro adecuado para operar sin distorsión o vibración. Los rodamientos serán fácilmente reemplazables y sus soportes firmes tal que aseguren un alineamiento perfecto para el eje. Debe tenerse un solo eje para motor y bomba. No se admiten ejes acoplados. El extremo inferior del eje que sostiene al impulsor no debe estar expuesto al líquido que se bombea para así evitar la corrosión. Igualmente debe ser lo más corto posible para reducir las vibraciones excesivas.

El eje de las bombas rotará por medio de rodamientos de rodillos en la parte superior y por rodamientos de bola en la parte inferior. Deben ser lubricados con grasa y ser construidos en acero al carbón.

Los sellos mecánicos deben ser fabricados en carburo de tungsteno u otro material de superior calidad. El motor y la parte hidráulica deben estar aislados por dos sellos mecánicos independientes. No se admite el sello mecánico doble. Los sellos mecánicos deben ser lubricados por aceite, o uno por aceite y el otro por el líquido bombeado.

Las uniones de las partes que conforman la carcaza deben ser selladas con arosellos de caucho nitrilo o vitan de alta resistencia a grasas y aceites. No se aceptan empaques planos de papel húmedo u otro material.

El conjunto motor-bomba debe conectarse automáticamente a la conexión de descarga instalada en la estación, sin necesidad de utilizar pernos y tuercas.

Para bajar o subir el conjunto motor-bomba a su posición de trabajo dentro de la estación, la motobomba debe proveerse de un medio deslizante que debe ser de acero inoxidable ASTM A276 TIPO 304.

Todos los elementos metálicos del conjunto bomba-motor expuestos a la vista, excepto por el interior de las carcazas deberán ser protegidos de acuerdo con siguiente esquema:

- a) Preparación de las superficies: sandblasting gris comercial, según norma sueca S.A. 20.
- b) Aplicación de 2 manos de anticorrosivo epóxico hasta obtener 6 mills de película seca
- c) Aplicación de 2 manos de acabado epóxico hasta obtener 6 mill de película seca

Todas las porciones de los elementos a suministrar del elemento bomba-motor no expuestas a la vista deberán tener un recubrimiento interior y exterior epóxico de construcción densa (high build) de 6 a 8 milésimas de pulgada de película seca, compatible con el servicio a desempeñar. La preparación de las superficies deberá estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante sobre revestimientos.

De manera general el Contratista deberá especificar las siguientes características:

- Número de unidades idénticas a suministrar e instalar
- Temperatura de bombeo °C
- Diámetro de descarga en la tubería (mm)
- Número de bombas en operación simultánea del conjunto diseñado (U)
- Cabeza dinámica total correspondiente al número de bombas en operación simultanea del conjunto diseñado (m)
- Caudal correspondiente al número de bombas en operación simultanea del conjunto diseñado (LPS)
- Eficiencia hidráulica mínima
- Sumergencia mínima disponible sobre impulsor (m)
- NPSH disponible (m)
- Velocidad máxima del motor a plena rpm (preferible)

- Máximo nivel de presión de sonido del motor a 1.52 m (dbA)
- Mínima eficiencia del motor a plena carga
- Máxima potencia permitida (hp) (Sin factor de servicio)

3.5.2.2 Accesorios de bombas

3.5.2.2.1 Accesorios de bombas para acueducto

Las bombas para acueducto tendrán como accesorios: codos de descarga, campanas de succión y válvulas de pie de igual material al cuerpo de la bomba y por lo tanto deben cumplir los mismos requerimientos exigidos para tal material.

3.5.2.2.2 Accesorios de bombas para alcantarillado

Codos de descarga

El proveedor del conjunto motor-bomba debe suministrar el codo de bridas que se encuentra adosado a la bomba antes de la reducción con sus pernos, tuercas y arandelas en acero inoxidable ASTM A 276 Tipo 304. Las bridas de este codo deben ser norma ISO 2531 Taladrada a PN 10.

Guías para bombas

Para bajar o subir el conjunto motor – bomba a su posición de trabajo dentro de la estación, la motobomba debe proveerse de un medio deslizante que puede ser de cables de acero inoxidable que cumpla con la norma ASTM A 276 tipo 316 o tubos de acero galvanizado en caliente.

3.5.2.3 Calderería

Esta especificación se refiere al diseño, fabricación, pruebas de taller, pintura, embalaje y suministro de los tipos de válvulas, compuertas deslizantes, accesorios y niples requeridos para el sistema de bombeo de de acueducto y alcantarillado, tal como se muestran en los planos de diseño.

3.5.2.3.1 Válvulas Tapón

La válvula tapón se usa generalmente para estaciones de aguas residuales ya que por su sistema de funcionamiento evita obstrucciones y daños ocasionados por el ambiente agresivo producido por el agua residual. La válvula de tapón tiene como característica principal que actúa en forma excéntrica. El tapón gira alrededor de un eje localizado en el centro de la

válvula, pero ubicado en un extremo del tapón, lo cual hace que el movimiento sea excéntrico.

Las válvulas de tapón deberán cumplir con los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO 7259, 5752,7005-2, 5208), o similar. El proponente deberá presentar junto con el suministro de las válvulas de tapón, los certificados de fábrica de todos los ensayos efectuados y exigidos por las normas antes mencionadas.

Las bridas serán fundidas integralmente con el cuerpo de la válvula y deberán ser dimensionadas y taladradas según norma internacional ISO 2531, PN10. Las características principales de las válvulas de tapón serán las siguientes:

Tabla 3.36 Requisitos de materiales válvulas de tapón

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>MATERIAL</i>
Cuerpo y Tapa Superior	Hierro fundido ASTM A 126 Clase B,
Tapón	Hierro fundido dúctil ASTM A 536, recubierto en elastómero resistente a las aguas residuales, integrado a las partes
Eje	Hierro fundido dúctil ASTM A 536
Sellos	Material elastómero de alta dureza, resistente a las aguas residuales
Rueda de manejo	Hierro fundido ASTM A 126 Clase B
Revestimiento Exterior	Epoxy de 12.5 mills mínimo, con dos manos de pintura anticorrosiva .
Tornillos	Acero al Carbón ASTM A 307, Grado A

Debe poseer accionamiento manual por volante con posibilidad de colocarlo en un futuro, actuador eléctrico para trabajo alternativo.

La caja de engranaje debe tener un engrase permanente, de tal forma que tenga carga completa de grasa fluida y exento de mantenimiento. Eje de tornillo sin fin, en las posiciones de abierto y cerrado, dotado de topes de final de carrera, por consiguiente alta seguridad contra rotura causada por fuerzas excesivas de maniobra.

En caso de ser necesario, el engranaje completo puede ser girado en escalones de 90°. El mecanismo será calculado de tal forma que permita accionar la válvula por medio de un operario contra la máxima presión nominal actuando en un solo sentido.

Deberá contar con indicador mecánico de la posición exacta de la válvula, con posibilidad de conectarse en un futuro al PLC o Modulo I/O y sea monitoreada desde el Centro de Control del Telemando de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Las válvulas al interior y exterior tendrán preparación desde fábrica de la superficie con chorro de arena cercano al metal blanco, según la norma SSPC-SP6, aplicándosele la siguiente protección u homologada: 2 capas de pintura anticorrosiva epóxica poliaminoamidas, una capa de pintura intermedia epóxica y dos capas de pintura epóxica de acabado. Cada capa tendrá un espesor mínimo de 2.5 Mills y máximo de 3 Mills, de tal forma que la protección final deberá tener 12.5 Mills mínimo de película seca. La pintura de acabado interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua. La pintura exterior de acabado será apta para ser cubierta posteriormente con cualquier pintura epóxica existente en el mercado para igualar con los colores convencionales de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

El diseño de la válvulas deberá producir la mínima pérdida de carga posible. Deberá demostrarse que las válvulas ofrecidas cumplen como mínimo con el valor de coeficiente de resistencia con válvula totalmente abierta de 0.41. El proponente deberá adjuntar a su propuesta la curva correspondiente de resistencia en función del ángulo de cierre, o bien, % de apertura.

El proponente deberá indicar los límites de operación segura y libre de cavitación de las válvulas. Debe adjuntarse la curva de cavitación en función de la presión aguas arriba y aguas abajo de las válvulas.

El diseño de la válvula deberá permitir que todos los elementos sean lo suficientemente rígidos, incluso los mecanismos de accionamiento, para que ésta pueda operarse contra la máxima presión nominal, actuando unilateralmente. Por tanto todas las válvulas deberán poder cerrar contra una velocidad de flujo máxima de 3 m/sg, cuando la presión diferencial sea de 100 m.c.a.

Las presiones diferenciales menores a la presión nominal, permitirán un aumento proporcionado en la velocidad de flujo máxima admisible. El proponente deberá adjuntar la curva de máxima velocidad de flujo admisible en función de la presión diferencial a través de la válvula.

El proponente deberá suministrar con su oferta las curvas que permitan evaluar el desarrollo de ruidos y vibraciones (mínimas y máximas) producidas por Cavitación. Los anteriores parámetros deberán por tanto ser graficados en función del ángulo de cierre del tapón de la válvula.

3.5.2.3.2 Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa deberán cumplir con los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), en particular con el estándar “Condiciones Técnicas para la entrega de válvulas para instalaciones de agua potable DIN 3230, parte 4”; Normas AWWA C504 o similar. Serán de cuerpo corto, longitud entre caras según la norma Internacional DIN 3202-F4. El proponente deberá presentar junto con el suministro de las válvulas mariposa, los certificados de fábrica de todos los ensayos efectuados y exigidos de acuerdo a la últimas adiciones de las Normas ASTM, ANSI y las antes mencionadas, incluyendo: a) Ensayo del cuerpo de la Válvula completamente abierta a la presión máxima de servicio + el 50%; b) Ensayo del asiento con la válvula totalmente cerrada a la presión máxima de trabajo + el 50%; c) Ensayo neumático para prueba de estanqueidad DIN 3230, parte 5, pg1. Igualmente las válvulas deberán resistir condiciones extremas de funcionamiento de hasta 10 maniobras por hora de servicio continuo.

El cuerpo debe ser fundido en una sola pieza para presiones nominales = 25 bar, en hierro fundido con grafito esferoidal (fundición nodular) GGG40 DIN 0.7040 con una resistencia a la tracción mínima de 400 N/mm² y con la siguiente composición: C=3.0 - 4.0%, Si: 1.2 - 1.6%, Mn=0.7 - 0.9% (Porcentajes en peso)

El disco será de hierro fundido dúctil revestido por espolvoreado epoxy, en una sola pieza, tendrá disposición de doble excentricidad con respecto al eje de la válvula, asegurando el menor desgaste del anillo de sello durante la operación de cierre y la tendencia natural del disco a permanecer en la posición cerrada aún si el eje de la válvula, por efectos de mantenimiento, se encuentra desacoplado temporalmente del mecanismo de accionamiento.

La superficie de asiento en el cuerpo deberá ser de níquel puro, resistente a la abrasión y al desgaste, con maquinado de alta precisión, totalmente liso y libre de poros. La superficie de asiento deberá formar con el cuerpo una sola pieza homogénea, de tal forma que el material del asiento sea inseparable del material del cuerpo.

Deberá ser fabricado en caucho, resistente al estiramiento, incolapsable y a prueba de estallidos, podrá ser a base de Etileno-Propileno-Termopolímero. Se fijará al disco por medio de segmentos retenedores de Acero inoxidable y tornillos prisioneros de acero inoxidable u otro mecanismo que garantice un solo cuerpo con el disco.

El disco estará sujeto al cuerpo por medio de dos semiejes de acero inoxidable X20 Cr 13 DIN 1.4021.05 con resistencia a la tracción de 800 a 950 N/mm² y la siguiente composición: C=0.18 - 0.22%, Si = 1.0%, Mn=1.0%, Cr= 12-14% (porcentaje en peso). Los sellos de los ejes serán del tipo O-Rings, y garantizarán la estanqueidad del eje contra agentes externos.

Deberán ser fabricados en acero fundido austenítico con grafito esferoidal GGG -Ni Cr 2 DIN 17006 con resistencia a la tracción mínima de 373 N/mm², y protegerá convenientemente el eje contra deformaciones, conteniendo la siguiente composición: C max. = 2.8%, Si = 1.8%, Mn = 1.13%, Ni = 18.7%, Cr = 1.97, Nb = 0.15% (Porcentajes en peso).

Las válvulas al interior y exterior tendrán preparación desde fábrica de la superficie con chorro de arena cercano al metal blanco, según la norma SSPC-SP6, aplicándosele la siguiente protección u homologada: 2 capas de pintura anticorrosiva epóxica poliaminoamidas, una capa de pintura intermedia epóxica y dos capas de pintura epóxica de acabado. Cada capa tendrá un espesor mínimo de 2.5 Mills y máximo de 3 Mills, de tal forma que la protección final deberá tener 12.5 Mills mínimo de película seca. La pintura de acabado interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua, así como ningún producto susceptible de transmitir sabor y olor al agua, cualesquiera que fueren. La pintura exterior de acabado será apta para ser cubierta posteriormente con cualquier pintura epóxica existente en el mercado para igualar con los colores convencionales de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Las bridas serán fundidas integralmente con el cuerpo de la válvula y deberán ser dimensionadas y taladradas según norma internacional ISO 2531, PN10.

El diseño de la válvulas deberá producir la mínima pérdida de carga posible. Se deberá demostrar que las válvulas ofrecidas cumplen como mínimo con el valor de coeficiente de resistencia con válvula totalmente abierta de 0.41. El proponente deberá adjuntar a su propuesta la curva correspondiente de resistencia en función del ángulo de cierre, o bien, % de apertura.

El proponente deberá indicar los límites de operación segura y libre de Cavitación de la válvulas. Se debe adjuntar la curva de Cavitación en función de la presión aguas arriba y aguas abajo de las válvulas.

El diseño de la válvula deberá permitir que todos los elementos sean lo suficientemente rígidos, incluso los mecanismos de accionamiento, para que ésta pueda operarse contra la máxima presión nominal, actuando unilateralmente. Por tanto todas las válvulas deberán poder cerrar contra

una velocidad de flujo máxima de 3 m/sg, cuando la presión diferencial sea de 100 m.c.a.

Las presiones diferenciales menores a la presión nominal permitirán un aumento proporcionado en la velocidad de flujo máxima admisible. El proponente deberá adjuntar la curva de máxima velocidad de flujo admisible en función de la presión diferencial a través de la válvula.

El proponente deberá suministrar con su oferta las curvas que permitan evaluar el desarrollo de ruidos y vibraciones (mínimas y máximas) producidas por Cavitación. Los anteriores parámetros deberán por tanto ser graficados en función del ángulo de cierre del disco de la válvula.

Las válvulas de mariposa deberán estar provistas de accionador manual y accionador eléctrico, para ser operadas manual o eléctricamente de manera alternativa.

El accionamiento manual por volante integrado al actuador eléctrico para trabajo alternativo, deberá ser de engranaje irreversible, de tornillo sinfín o integrado por segmento dentado y tornillo sinfín; resistente a la corrosión, bajo cárter de hierro fundido; nivel de protección IP 67; eje de tornillo sin fin, en las posiciones de abierto y cerrado, dotado de topes de final de carrera, por consiguiente alta seguridad contra rotura causada por fuerzas excesivas de maniobra; exento de mantenimiento; carga completa de grasa fluida; tornillos de fijación en acero inoxidable.

En caso de ser necesario, el engranaje completo puede ser girado en escalones de 90°. El mecanismo será calculado de tal forma que permita accionar la válvula por medio de un operario contra la máxima presión nominal actuando en un solo sentido.

Las válvulas de mariposa deberán ser provistas también de un actuador eléctrico según Norma ISO 5210, con tipo de servicio para regulación, alimentado a 110 VCA monofásico, 60 Hz, que permita la maniobra local eléctrica sobre el mismo actuador y un tablero de control adicional para colocar en un gabinete auxiliar externo con sus respectivos leds de señalización. Este tablero deberá ser apropiado para ser conectado directamente al PLC o Modulo I/O (de 24 VCC). contará con un selector para la posiciones LOCAL-REMOTO-ABIERTO, pulsadores para los comandos ABRIR-PARAR-CERRAR, indicadores ABIERTO, CERRADO, ABRIENDO, CERRANDO, LIMITE TORQUE CERRANDO, LIMITE TORQUE ABRIENDO Y PROTECCIÓN. El mismo deberá ser diseñado para poder ser integrado al Sistema de Telemando y Telecontrol de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.

Los valores del Máximo torque de accionamiento, Relación de reducción y Número de vueltas por carrera deberán ir de acuerdo al diámetro de la válvula mariposa ofertada de 500 mm. Los actuadores serán de diseño robusto, protegidos totalmente contra entrada de agua, con posibilidad de ser montados en cualquier posición y de bajos requerimientos de mantenimiento.

El motor tipo jaula ardilla, con sentido de giro reversible y diseño y montaje según DIN IEC 34 parte 7 o similar, deberá constar con un alto par de arranque para el desenclavamiento de las válvulas totalmente cerradas, así como el cierre estanco por par, incluso con caída de tensión.

El actuador completo, incluyendo el motor, deberá tener una protección IP 68 según DIN 40050 IEC, Norma EN 60 529, o similar. Igualmente deberán tener protección anticorrosión elevada tipo KN

El devanado deberá ser tropicalizado con un aislamiento clase F según VDE 0530, apropiado para soportar una máxima temperatura en el devanado de 155° C.

El devanado del motor debe estar provisto de tres (3) interruptores térmicos, para proteger el motor contra daños por excesiva temperatura.

El actuador debe desconectarse en la posición final de la válvula, ya sea por final de carrera o torque. Contará por tanto con interruptores de final de carrera e interruptores de sobre torque que interrumpirán el circuito de control y desconectarán el motor en caso necesario. Los interruptores de límite además podrán ser utilizados para señalar que la posición final ha sido alcanzada.

La operación de emergencia deberá ser posible a través de un volante manual cuando el motor eléctrico arranque, deberá desconectar automáticamente el volante manual.

Deberá contar con indicador mecánico de la posición exacta de la válvula.

El actuador deberá contar con un Transductor electrónico de posición con una salida de 4 - 20 mA y con potenciómetro de posición.

Para evitar la posibilidad de condensación de humedad dentro del actuador, éste deberá estar provisto de un calentador de espacio en el compartimiento de los interruptores.

Los actuadores eléctricos y su cuadro de control local, deberán ser apropiados para ser conectados directamente aun PLC, o bien, al Módulo I/O correspondiente, contando con un selector para las posiciones LOCAL-

CERRADO-ABIERTO y con pulsadores para las ordenes de ABRIR-PARAR-CERRAR.

Para indicación en el Centro de Control de Telemando de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P., el cuadro de control del actuador deberá disponer de contactos libres de potencial para las siguientes señales, que provendrán, bien sea de la válvula ó del mismo cuadro de control:

VÁLVULA EN LOCAL: Procede del cuadro de maniobra de la válvula, se activa cuando el conmutador del cuadro se encuentra en posición local.

VÁLVULA EN REMOTO: Procede del cuadro de maniobra de la válvula, se activa cuando el conmutador del cuadro se encuentra en la posición remoto.

LIMITE DE PAR APERTURA: Procede de la válvula, se activa cuando el motor ha desarrollado el máximo par de apertura.

LIMITE DE PAR DE CIERRE: Procede de la válvula, se activa cuando el motor ha desarrollado el máximo par de cierre.

TÉRMICO DE MANIOBRA: Procede del cuadro de control de la válvula (bloque de fuerza), indica que el motor tiene un sobreconsumo en marcha.

TÉRMICO DE DEVANADOS: Procede de la válvula, se activa cuando el motor tiene una elevada temperatura.

FALLO ACOMETIDA: Procede de la válvula, se activa cuando existe una falta de tensión en la red.

VÁLVULA ABIERTA: Procede de la válvula, se activa cuando la válvula esta totalmente abierta.

VÁLVULA CERRADA: Procede de la válvula, se activa cuando la válvula esta totalmente cerrada.

VÁLVULA ABRIENDO: Procede del cuadro de control de la válvula, se activa cuando esta se encuentra en marcha y abriendo.

VÁLVULA CERRANDO: Procede del cuadro de control de la válvula, se activa cuando esta se encuentra en marcha y cerrando.

VÁLVULA PARADA: Procede de la válvula y se activa cuando la válvula se encuentra parada.

3.5.2.3 Válvulas de retención horizontal

Las válvulas de Retención Horizontal (Cheques) deberán cumplir con los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), en especial con el estándar “Condiciones Técnicas para la entrega de válvulas para instalaciones de agua potable DIN 3230, parte 4”; Normas AWWA C504, o similar. Serán de cuerpo corto. El proponente deberá presentar junto con el suministro de las válvulas de retención, los certificados de fábrica de todos los ensayos efectuados y exigidos por las normas antes mencionadas, incluyendo: a) Ensayo del cuerpo de la Válvula completamente abierta a la presión máxima de servicio + el 50%; b) Ensayo del asiento con

la válvula totalmente cerrada a la presión máxima de trabajo + el 50%; c) Ensayo neumático para prueba de estanqueidad DIN 3230, parte 5, pg1. Igualmente la válvula deberá estar garantizada para condiciones extremas de trabajo, para un ritmo de trabajo hasta de 10 maniobras por hora de servicio continuo.

El cuerpo de las válvulas de Retención Horizontal se preferirá del tipo globo de corta longitud, fundido en una sola pieza, en hierro fundido con grafito esferoidal (fundición nodular) GGG40 DIN 0.7040 con una resistencia a la tracción mínima de 400 N/mm² y con la siguiente composición: C=3.0 - 4.0%, Si: 1.2 - 1.6%, Mn=0.7 - 0.9% (Porcentajes en peso)

El disco deberá ser fabricado en acero Inoxidable Z20C13/X20Cr13 DIN 17440 o similar y se preferirá del tipo cuyo desplazamiento sea sobre un eje resortado y de funcionamiento silencioso o similar. Su diseño deberá ser tal que permita mantener disponible la mayor cantidad de sección posible para el paso del flujo previsto y evitar en forma mejorada el reflujo de retorno.

La superficie de asiento en el cuerpo deberá ser de níquel puro, resistente a la abrasión y al desgaste, con maquinado de alta precisión, totalmente liso y libre de poros. La superficie de asiento deberá formar con el cuerpo una sola pieza homogénea, de tal forma que el material del asiento sea inseparable del material del cuerpo.

Deberá ser fabricado en caucho, resistente al estiramiento, incolapsable y a prueba de estallidos, podrá ser a base de Etileno-Propileno-Termopolímero. Estará adecuadamente fijo al disco para soportar grandes impactos.

El eje resortado estará unido a el disco por rosca, será de una sola pieza en acero inoxidable X20 Cr 13 DIN 1.4021.05 con resistencia a la tracción de 800 a 950 N/mm² y la siguiente composición: C=0.18 - 0.22%, Si = 1.0%, Mn=1.0%, Cr= 12-14% (porcentaje en peso).

Deberán ser fabricados en acero fundido austenítico del mismo material de cuerpo y tendrá convenientemente instalados bujes antifricción en teflón o material similar de alta calidad para proteger el eje contra deformaciones y/o desgaste excesivo.

Las válvulas de retención, tendrán al interior y exterior preparación desde fábrica de la superficie con chorro de arena cercano al metal blanco, según la norma SSPC-SP6, aplicándosele la siguiente protección u homologada: 2 capas de pintura anticorrosiva epóxica poliaminoamidas, una capa de pintura intermedia epóxica y dos capas de pintura epóxica de acabado. Cada capa tendrá un espesor mínimo de 2.5 Mills y máximo de 3 Mills, de tal forma que la protección final deberá tener 12.5 Mills mínimo de película seca. La

pintura de acabado interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua, así como ningún producto susceptible de transmitir sabor y olor al agua, cualesquiera que fueren. La pintura exterior de acabado será apta para ser cubierta posteriormente con cualquier pintura epóxica existente en el mercado para igualar con los colores convencionales de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Las bridas serán fundidas integralmente con el cuerpo de la válvula y deberán ser dimensionadas y taladradas según norma internacional ISO 2531, PN10. Para el acople particular de las bombas del tanque Nariño, las reducciones de Succión y descarga deberán tener, del lado de la bomba, bridas según norma ANSI B16.5. Sin embargo, antes de fabricarse definitivamente las bridas de las reducciones del lado de la bombas, deberán tomarse plantillas de las bridas de la bombas, tanto en la succión como en la descarga, para ratificar las dimensiones de la bridas a fabricar.

El diseño de la válvulas de retención deberá producir la mínima pérdida de carga posible. El proponente deberá adjuntar a su propuesta la curvas correspondiente a la perdida de cabeza contra el flujo, velocidad de derrame para gran apertura y pérdida de carga en velocidad de derrame.

El proponente deberá indicar los limites de operación segura y libre de cavitación de la válvulas de retención. Se debe adjuntar la curva de cavitación en función de la presión aguas arriba y aguas abajo de las válvulas de retención.

El diseño de la válvula deberá permitir que todos los elementos sean lo suficientemente rígidos, incluso los mecanismos de accionamiento, para que ésta pueda operarse contra la máxima presión nominal, actuando unilateralmente. Por tanto todas las válvulas deberán poder cerrar contra una velocidad de flujo máxima de 3 m/sg.

Deberá contar con un mecanismo eléctrico para indicar la posición en todo momento de la válvula de Retención. El dispositivo será capaz de generar una señal digital que indique las posiciones ABIERTO y CERRADO, tendrá lamparas de señalización para cada condición y dicha señal podrá llevarse a panel correspondiente para conectarse al PLC o Módulo I/O y sea monitoreada desde el centro de Control del Telemando de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Se aclara que este tipo de válvula de retención se usa en estaciones de bombeo de agua cruda y potable al igual que la de disco oscilante, sin embargo para aguas residuales sólo es aplicable esta última.

3.5.2.3.4. Válvulas de retención horizontal de disco oscilante

Las válvulas de Retención Horizontal de Disco Oscilante (Swing Check Valve) se usan en estaciones de bombeo de aguas residuales porque su funcionamiento es el adecuado para el tipo de flujo que transporta. Estas Válvulas deberán cumplir con los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), DNI, o similar. Serán de disco de cuerpo corto. El proponente deberá presentar junto con el suministro de las válvulas de retención, los certificados de fábrica de todos los ensayos efectuados y exigidos por las normas antes mencionadas, incluyendo: a) Ensayo del cuerpo de la Válvula completamente abierta a la presión máxima de servicio + el 50%; b) Ensayo del asiento con la válvula totalmente cerrada a la presión máxima de trabajo + el 50%; c) Ensayo neumático para prueba de estanqueidad DIN 3230, parte 5, pg1. Igualmente la válvula deberá estar garantizada para condiciones extremas de trabajo, para un ritmo de trabajo hasta de 10 maniobras por hora de servicio continuo. La válvula deberá fabricarse para una presión mínima 10 kg/cm².

A continuación se resumen las principales características de materiales que deben cumplir las válvulas de retención de disco oscilante.

Tabla 3.37 Requisitos materiales válvulas de retención

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>MATERIAL</i>
Cuerpo	Hierro fundido dúctil GGG-40, (Mat no 0.7040) DIN 1693, ó similar.
Disco	Hierro fundido dúctil GGG-40, (Mat no 0.7040) DIN 1693, ó similar, Recubierto en elastómero resistente a las aguas residuales.
Ventana de inspección	Hierro fundido dúctil GGG-40, (Mat no 0.7040) DIN 1693, ó similar.
Eje	Acero inoxidable X20 Cr13, DIN 17440 ó similar
Revestimiento Exterior	Epoxy de 12.5 mills mínimo, con dos manos de pintura anticorrosiva.

Cada una de las partes más importantes de las válvulas se describen a continuación:

El cuerpo de las válvulas de Retención Horizontal será del tipo de disco oscilante de corta longitud serie F4 DIN 3202, fundido en una sola pieza, en hierro fundido con grafito esferoidal (fundición nodular) GGG40 W. Nr./ Mat. no 0.7040 DIN 1693, ó similar con una resistencia a la tracción mínima de 400 N/mm². El cuerpo de la válvula deberá fabricarse con una ventana de

inspección, con una tapa fácil de desmontar y hacer la limpieza de dicha válvula cuando se requiera. El proponente deberá revisar los planos con el fin de asegurarse, que la válvula de retención propuesta pueda instalarse y funcionar debidamente en la parte de la estructura señalada para tal fin.

El disco deberá ser fabricado en hierro fundido dúctil GGG 40 W. Nr./ Mat. no 0.7040 DIN 1693 ó similar, con una resistencia a la tracción mínima de 400 N/mm²., el disco debe girar alrededor de uno o dos ejes, los cuales deben estar fijos al cuerpo de la válvula. Los ejes en donde gira el disco deben ser de acero inoxidable X20 Cr13, DIN 17440. El disco debe estar recubierto de un elastómero resistente a la abrasión y corrosión de los químicos y ácidos que se encuentran en las aguas residuales. Su diseño deberá ser tal que permita mantener disponible el paso del flujo previsto y evitar en forma mejorada el reflujo de retorno.

La superficie de asiento en el cuerpo deberá ser de níquel puro, resistente a la abrasión y al desgaste, con maquinado de alta precisión, totalmente liso y libre de poros. La superficie de asiento deberá formar con el cuerpo una sola pieza homogénea, de tal forma que el material del asiento sea inseparable del material del cuerpo.

Las válvulas de retención, tendrán al interior y exterior preparación desde fábrica de la superficie con chorro de arena cercano al metal blanco, según la norma SSPC-SP6, aplicándosele la siguiente protección u homologada: 2 capas de pintura anticorrosiva epóxica poliaminoamidas, una capa de pintura intermedia epóxica y dos capas de pintura epóxica de acabado. Cada capa tendrá un espesor mínimo de 2.5 Mills y máximo de 3 Mills, de tal forma que la protección final deberá tener 12.5 Mills mínimo de película seca. La pintura de acabado interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua, así como ningún producto susceptible de transmitir sabor y olor al agua, cualesquiera que fueren. La pintura exterior de acabado será apta para ser cubierta posteriormente con cualquier pintura epóxica existente en el mercado para igualar con los colores convencionales de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

Las bridas serán fundidas integralmente con el cuerpo de la válvula y deberán ser dimensionadas y taladradas según norma internacional ISO 2531, PN10.

El diseño de la válvulas de retención deberá producir la mínima pérdida de carga posible. El proponente deberá adjuntar a su propuesta la curvas correspondiente a la pérdida de cabeza contra el flujo, velocidad de derrame para gran apertura y pérdida de carga en velocidad de derrame

El proponente deberá indicar los límites de operación segura y libre de cavitación de las válvulas de retención. Se debe adjuntar la curva de cavitación en función de la presión aguas arriba y aguas abajo de las válvulas de retención.

El diseño de la válvula deberá permitir que todos los elementos sean lo suficientemente rígidos, incluso los mecanismos de accionamiento, para que ésta pueda operarse contra la máxima presión nominal, actuando unilateralmente. Por tanto todas las válvulas deberán poder cerrar contra una velocidad de flujo máxima de 3 m/sg.

Deberá contar con un mecanismo eléctrico para indicar la posición en todo momento de la válvula de Retención. El dispositivo será capaz de generar una señal digital que indique las posiciones ABIERTO y CERRADO, tendrá lámparas de señalización para cada condición y dicha señal podrá llevarse a panel correspondiente para conectarse al PLC o Módulo I/O y sea monitoreada desde el centro de Control del Telemando de AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.

3.5.2.3.5 Válvulas de compuertas

Las válvulas de compuertas serán de vástago no ascendente y deberán cumplir con los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO 7259, 5208), y/o las equivalentes Normas AWWA correspondientes. El proponente deberá presentar junto con el suministro de las válvulas de compuertas, los certificados de fábrica de todos los ensayos efectuados y exigidos por las normas antes mencionadas. Las válvulas de compuerta se suministrarán para ser operadas con cuadradillo de maniobra.

Las válvulas de compuertas se instalarán en los sitios marcados en los planos; se fabricarán con bridas taladradas a PN 10 y cumplir la Norma ISO 2531, y sus principales características se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 3.38 Requisitos materiales válvulas de compuerta

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>MATERIAL</i>
Cuerpo y tapa	Hierro fundido dúctil.
Eje de maniobra de la válvula	Acero Inoxidable 13% Cr.
Compuerta	Hierro fundido dúctil, completamente revestido EPDM
Revestimiento	Epoxy de 150micras de espesor mínimo
Vástago no ascendente	Acero inoxidable X20 Cr13
Prensa	Bronce
Asiento y Anillo	Bronce

Cuadradillo de maniobra	Hierro fundido dúctil
-------------------------	-----------------------

El cuerpo de las válvulas de compuerta serán en hierro fundido con grafito esferoidal (fundición nodular) con una resistencia a la tracción mínima de 400 N/mm² y con la siguiente composición: C=3.0 - 4.0%, Si: 1.2 - 1.6%, Mn=0.7 - 0.9% (Porcentajes en peso).

La instalación de la válvula de compuerta se considerará en el precio global del sistema de agua potable para la estación.

Estas válvulas se usarán por igual en estaciones de bombeo de agua cruda, potable y residual.

3.5.2.3.6 Compuertas laterales deslizantes fijadas a la pared en acero inoxidable

Esta especificación se refiere al diseño, fabricación, pruebas de taller, pintura, embalaje y suministro de los tipos de compuertas de esclusa, la cual se fijará a la pared, tal como se muestra en los planos.

En el sitio en donde se instalarán las compuertas se colocará un niple pasamuro de hierro fundido dúctil GGG 40 ó ASTM 536, el cual será extremo liso de ambos lados, su longitud será igual al espesor del muro y deberá instalarse a ras y perpendicular sobre la cara del muro del pozo húmedo de la estación. El diámetro del niple se define en los planos, pero en ningún caso será inferior al definido para las compuertas.

Las compuertas de esclusa circular y con vástago no ascendente se fabricará toda de acero inoxidable X5 Cr Ni 189 ASTM 276 tipo 304, de operación manual, completa con su mecanismo de alce, anclajes y accesorios, con columna de maniobra. El tablero, el marco y la guía deberán ser estructuras construidas en acero inoxidable X5 Cr Ni 189 ASTM 276 tipo 304. Serán también en acero inoxidable X5 Cr Ni 189 ó ASTM 276 tipo 304, el accesorio en donde se aloja el sello de la compuerta.

El sistema de rodamiento de la compuerta estará preferiblemente integrado al marco, de tal forma que el metal de la compuerta no rueda sobre el marco sino por medio de un elastómero resistente a las aguas residuales.

Los sellos de la compuerta se harán por medio de un elastómero EPDM, caucho el cual deberá tener como condición especial ser resistentes a los ataques de las aguas residuales de conformidad con la Norma Internacional ISO 4633 y 1817.

El vástago de operación con un diámetro mínimo de 38 mm (1 1/2") deberá ser de acero inoxidable X5 Cr Ni 189 ASTM 276 tipo 304, y deberá tener una extensión hasta la parte superior del piso en donde se colocará la columna de maniobra con su rueda de maniobra.

La columna de maniobra y la rueda de manejo se fabricará en hierro fundido dúctil ASTM 536 , GGG 40 ó acero galvanizado en caliente, y deberá fijarse al piso de la estación mediante pernos de acero grado 8 galvanizado en caliente u otro material de superior calidad autorizado por el INTERVENTOR.

Las dimensiones de cada compuerta están indicadas en los planos de construcción de las estaciones de bombeo.

Toda la tornillería, pernos de anclaje, remaches etc, que se requiera en la fabricación e instalación de las compuertas que queden dentro del pozo húmedo de la estación serán de acero inoxidable X5 Cr Ni 189 ASTM 276 tipo 304. Se exceptúan los tornillos de fijación de la columna de maniobra, descritos en el párrafo anterior.

Los soportes y anclajes serán fabricados y suministrados por el CONTRATISTA y deberán ser de óptima calidad, cuidadosamente acabados, libres de rebordes, rebabas, salpicaduras de soldadura, imperfecciones, etc.

Si los soportes y anclajes requieren soldadura, los cordones no podrán presentar grietas, escorias, poros, cavidades, ni cualquier otro tipo de defectos. La apariencia de toda soldadura será uniforme con contornos continuos y consistentes.

Los soportes para tubería serán suministrados por el CONTRATISTA, y serán instalados en los sitios indicados en los planos y en los indicados por EL INTERVENTOR de tal manera que los sistemas de tubería queden adecuadamente apoyados y/o sujetos mediante anclaje, teniendo en cuenta las vibraciones y la flexibilidad para absorber esfuerzos por dilataciones.

El CONTRATISTA instalará todos estos soportes y anclajes en forma adecuada para recibir cargas y esfuerzos provenientes de la tubería y deberá revisarlas y ajustarlas después que la tubería haya sido puesta en operación.

Durante el montaje deberá usarse una adecuada soportería temporal, donde quiera que sea necesario, de tal forma que las compuertas y niples pasamuros de los sistemas parcialmente montados queden seguramente presentados, hasta que todas las juntas sean hechas y el sistema de soportería pueda tomar la carga respectiva.

Toda obra rechazada por deficiencia en el material suministrado por el CONTRATISTA, o por defecto de construcción, deberá ser reemplazada o reparada por el CONTRATISTA a sus expensas, según lo ordene EL INTERVENTOR y en el plazo que el fije.

El CONTRATISTA ejecutará la totalidad de las pruebas hidrostáticas de las tuberías de acuerdo con las últimas adiciones de las Normas ASTM y ANSI. En caso de discrepancias entre los códigos regirán las decisiones de EL INTERVENTOR.

El CONTRATISTA ejecutará todas las demás pruebas que sean solicitadas por los fabricantes y/o por EL INTERVENTOR, para comprobar que los equipos han sido montados correctamente y que se encuentran listos para su operación.

El CONTRATISTA suministrará toda la mano de obra y los materiales necesarios para hacer las pruebas y reparará por su cuenta, cualquier daño que resulte a causa de ellos.

Todos los sistemas de tuberías serán probados a una presión de 1.25 veces la presión de diseño, sin que se excedan las presiones máximas permisibles. La presión de prueba será sostenida todo el tiempo que sea necesario para permitir la inspección detallada de todas las uniones y conexiones. El trabajo de pruebas de tuberías comprenderá las obras de aislamiento de la sección por probar, la presurización por agua y la reparación de uniones defectuosas.

Todos los preparativos necesarios para la instalación de la instrumentación de operación serán hechos por el CONTRATISTA de común acuerdo con EL INTERVENTOR.

3.5.2.3.7 Chapaletas o Charnelas en hierro fundido dúctil

Se fabricará el pasamuro y cuerpo de la chapaleta o charnela en hierro fundido dúctil GS 400-15 y/o Norma ASTM A-536, todos los tornillos, pernos y pasadores, tuercas serán de acero inoxidable Norma ASTM A 276 tipo 304. La chapaleta deberá fabricarse para que se abra o funcione con una diferencia de cabeza menor de 0.06 mts. El sello entre el cuerpo de la chapaleta y el pasamuro debe ser elástico, que cumpla la norma ASTM B-62/AISI 410, resistente a los ataques de las aguas residuales.

El pasamuro de la chapaleta será circular, por lo tanto la chapaleta será circular también.

La dimensión tanto de la chapaleta como de los pasamuros, aparecen en los planos.

El cuerpo de la chapaleta deberá llevar un recubrimiento con epóxico con espesor mínimo de 150 micrones.

3.5.2.3.8 Medidor de Caudal Electromagnético.

El medidor de caudal a usar será del tipo electromagnético y estará compuesto por dos partes principales: El sensor y el convertidor de señal.

El sensor irá en línea con la tubería y se encargará de generar la señal de voltaje proporcional a la velocidad del fluido.

El convertidor tendrá la función de interpretar la señal de voltaje y convertirla en caudal, de acuerdo a los datos que se le suministren por teclado. Este mismo se encargará de generar la señal de 4-20 ma proporcional al caudal, el pulso del totalizador, señales de tubería vacía, dirección de flujo, etc.

La siguiente información es requerida para el suministro del sensor:

- Diámetro Nominal
- Tipo de Fluido: Agua Residual, agua cruda o agua potable
- Flujo máximo
- Cuerpo y bridas: Acero al Carbono St 37.2
- Recubrimiento interior de NeopreNo.
- Recubrimiento Exterior : Protección anticorrosiva resistente al agua, con dos (2) componentes epóxicos (espesor mínimo 150 mills)
- Electroodos: AISI 316 Ti.
- Bridas: ISO 2531 taladrada para PN10.
- Protección IP 68.
- PN 10.
- Rango de temperatura: -20 a 180 grados centígrados
- El sensor deberá tener los electrodos necesarios para permitir la igualación de potenciales entre éste y el liquido conductor.

Para el convertidor de señal se tendrá:

- Alimentación: 24 V D.C.
- Salida: 0/4 - 20 mA, proporcional al caudal instantáneo.
- Salida de pulsos ajustables para totalizar.
- Diferentes unidades de medidas.
- Display alfanumérico con caudal instantáneo, totalizador, memoria de errores, etc.

- Programación con teclado. Microprocesador.
- Ajuste del cero automático.
- Relé indicador de fallo ó dirección de flujo.
- Dos totalizadores para flujos bidireccionales.
- Detección de tubería vacía.
- Autorrango.
- Protección IP 68.
- Precisión: 0,25% del caudal real.
- Repetibilidad: 0,1% para velocidades mayores o iguales a 0,5 m/s.
- El equipo deberá contener el soporte necesario para el convertidor, en caso que se requiera instalar éste en forma remota.
- El equipo tendrá la utilidad de limpieza de los electrodos y esta será programable por teclado.

3.5.2.3.9 Accesorios de hierro fundido dúctil generales

Denominaremos así, a todos los accesorios bridados de Hierro Fundido Dúctil GGG 50, que sean necesarios fabricar para la conexión con un elemento especial. Todas las bridas deben ser fabricadas y taladradas bajo la Norma ISO 2531 PN 10, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas.

La resistencia mínima a la tracción será de 400 N/mm². El límite convencional de elasticidad a 0.2%, mínimo será de 300 N/mm². El alargamiento mínimo a la rotura será de un 5%.

Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien con agua, en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1991.

Las piezas especiales o accesorios de hierro fundido dúctil, serán de junta de bridas.

La arandela de junta o empaque de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuere necesario.

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será un elastómero EPDM, caucho el cual deberá tener como condición especial ser resistentes a los ataques de las aguas residuales de conformidad con la Norma Internacional ISO 4633 y 1817.

En la Norma Internacional ISO 2230-10973 se determinan las condiciones mas adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

Para todos los accesorios bridados deben incluirse el empaque o arandela descrita en el párrafo anterior por lo menos para una de las bridas, sin embargo el fabricante debe incluir un número adicional de los empaques para cualquier eventualidad. Además deben incluir los pernos las bridas.

Todos los pernos a utilizar en las juntas que tengan bridas serán de acero al carbón grado 8, y deben cumplir la Norma ISO 4014, 4032, a menos que en algún aparte se exija una especificación de mejor calidad.

La clase de espesor de las piezas especiales, con excepción las tees, será K12; la clase de espesor de las tees será K 14 en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531-1991.

Las piezas especiales estarán revestidas interiormente y exteriormente de pintura bituminosa con un espesor mínimo de 100 micrones o de un revestimiento epoxy asegurando una protección equivalente.

Los accesorios comúnmente usados en estaciones de bombeo de agua cruda, potable y residual son: pasamuros, nipples, codos, reducciones, brida ciega, tees, uniones de desmontaje, bridas universales.

Estos accesorios deben cumplir todas las normas en cuanto a calidad de materiales descritos en los apartados 3.3.3 y 3.4.4. Los pasamuros, codos, reducciones, bridas ciegas serán bridados y deben fabricarse de conformidad a las normas ISO, taladrado PN 10.

3.5.2.3.10 Múltiple y codos de acero

Se refiere esta especificación a los accesorios tipo yee que se unen entre si por medio de bridas, luego esta yee deberá ir soldada a un codo de 45° el cual deberá ser extremo liso para ser soldado a la yee y brida por el otro extremo, toda esta pieza forma un solo accesorio así definida en el cuadro de cantidades. La unión de todos estos accesorios forman el múltiple. El múltiple y los codos que se unen a él, serán de acero con una costura longitudinal. Las láminas de fabricación deben ser como mínimo Schedule 40 para diámetros iguales o menores a 300mm (12"). Para diámetros mayores utilizar lámina de acero de 3/8". Todas deben cumplir la Norma ASTM-A53 Clase A tipo S y ser aptas para trabajar a 150 psi; el proponente debe indicar las presiones de diseño y prueba. Las bridas deber ser de acero, para soldar a la tubería, y serán taladradas según las Normas ISO 2531 PN 10. Las yees con sus codos tendrán las medidas definidas en los planos.

El proceso de soldadura para la unión de niples y codos y bridas se debe especificar en la propuesta. Además del material de aporte. La calificación de las soldaduras se hará según Norma AWSD-10.9 calidad AR2 y el procedimiento para su aplicación según Norma AWS-30.

Las yeas y codos de acero deben tener protección según el procedimiento indicado en el aparte de “Pinturas” correspondiente a la “Instalación de bombas y accesorios”.

3.5.3 Mecanismos de limpieza

Se aplica a las estructuras especiales usadas en las estaciones de bombeo de aguas residuales para limpiar las tuberías de objetos grandes que puedan ocasionar daños serios en los equipos de bombeo de la estación.

3.5.3.1 Rejilla de limpieza automática

El equipo debe estar cubierto para eliminar olores nocivos en el ambiente y tener una ventanilla de inspección visual para control de la operación. La cubierta protectora debe ser de fácil desmontaje para mantenimiento de equipo.

Los elementos eléctricos: motores, cables, arrancadores, timer, instrumentos, deben traer protección contra intemperie, el equipo va a ser instalado al aire libre.

Facilidades para hacerle mantenimiento: herramientas especiales para cambio de partes.

Estructura

Fabricada en platina o lamina de un espesor mínimo de 4 mm para acomodar el mecanismo recolector de desechos, guías de la banda piñones de transmisión y soportar el filtro al ancho del canal de aguas residuales.

Debe quedar instalada de manera precisa con las dimensiones del canal existente.

La construcción entera de la estructura y la banda deben ser capaces de soportar sin distorsionarse, fuerzas de por lo menos tres veces la presión del agua a la máxima profundidad en caso de taponamiento completo de la banda.

Banda de cribado

La banda de cribado no debe hacer contacto metal a metal con otras partes del equipo; las guías deben tener revestimiento de caucho u otro material resistente al agua de alcantarillado.

Los ejes superior e inferiores deben ser en acero inoxidable.

Las barras de cribado deben tener dimensiones exactas y colocadas en forma precisa sin distorsionarse para dar la tolerancia de filtro permanentemente.

Todos los rodamientos sobre el nivel del agua deben ser de bolas; los que están dentro del agua deben ser autolubricantes de polipropileno.

Parte inferior del equipo

La parte inferior del filtro en contacto con el canal debe estar fabricada de tal manera que no se acumule o sedimente material pesado, sino que la corriente induzca a este material dentro de la banda para que lo recoja.

Mecanismo recolector de desechos

Sistema conformado por banda simple continua de suficiente anchura que permita retener los materiales de desecho sin torcerse, ni deformarse, con un perfil apropiado para retener y a la vez dejar liberar los desechos fácilmente en el mecanismo de limpieza.

Las barras recolectoras deben estar montadas y alineadas en forma muy precisa con elementos que no permitan desalineamientos laterales. Estos elementos son conducidos por cadenas laterales con rodillos y guías en polipropileno o caucho, aseguradas firmemente a la estructura (frame) en todo el recorrido de la cadena para evitar distorsiones.

Los piñones conducidos deben estar instalados en el extremo inferior de la estructura y tener un espesor mínimo de 20 mm; deben estar montados en ejes de acero inoxidable con rodamientos de polipropileno autolubricados e instalados en tal forma que sean fáciles de remover cuando se requieran cambiar por daño o deterioro.

El eje motriz (de acero inoxidable) debe ir en la parte superior de la estructura con dos piñones de cadena montados y asegurados firmemente con cuñas, los rodamientos deben ser del tipo pista bola.

El mecanismo de recolección debe estar diseñado de tal manera que cada componente del cribado se limpie completamente al dejar los desechos.

Unidad motriz

La unidad motriz debe ser seleccionada para trabajo continuo y capacitada para trabajar a la intemperie, acoplada directamente al filtro a través de una caja reductora de velocidad.

Debe tener un mecanismo de fácil montaje para tensionar las cadenas sin desmantelar ninguna parte de la estructura.

Para evitar sobrecargas al motor, debe tener un dispositivo de seguridad incorporado al centro de control del motor con alarmas visual y sonora.

Dispositivo temporizador para trabajo intermitente de acuerdo a la cantidad de sólidos retenidos.

Mecanismo de limpieza

La barra raspadora debe ser fabricada y montada para que limpie completamente cada barra recolectora de desechos.

Los rodamientos deben ser autolubricantes en polipropileno.

El mecanismo completo de limpieza debe garantizar una eficiencia de por lo menos el 90% de los sólidos removidos.

Sistema de autolimpieza

El equipo de cribado debe tener incorporados un sistema de autolimpieza que garantice que el material transportado por las barras recolectoras no depositado en la banda recolectora final, sea devuelto al canal de acceso al cribado para someterlo a recirculación.

3.5.3.2 Canasta de limpieza

La canasta para limpieza se utiliza principalmente para estaciones elevadoras de aguas residuales en las cuales no se dispone de espacio suficiente para instalar un equipo de limpieza automática.

Se construirá e instalará una canasta metálica para cribado, con varillas de 1/2" en el sentido vertical cada 5 cm cara a cara, y dos varillas de 3/8" en forma horizontal.

En el borde de la canasta se colocarán ángulos de 1-1/2" x 1-1/2" x 3/16", tal como se muestran en los planos, los huecos de la rejilla serán de 5 x 5 cm. La canasta será de 1.0 m x 1.0 m y de altura 0.40m.

Las varillas deberán soldarse fijamente a los ángulos, y entre si para asegurar una rigidez adecuada. Los soldadores que emplee EL CONTRATISTA deberán ser calificados por la INTERVENTORIA para las clases de soldadura que van a efectuar, de acuerdo con el código de la AWS.

La canasta deberá fabricarse de acuerdo con la Norma ASA B. 16.25, última revisión o equivalente aprobada por la INTERVENTORÍA, la soldadura debe quedar libre de rebabas e imperfecciones.

Para la protección definitiva se aplicará un sistema epoxi-ester de tres capas: Anticorrosiva, capa intermedia y pintura de acabado, además toda la pintura deberá aplicarse de acuerdo a lo señalado en el aparte de "Pinturas" correspondiente a la "Instalación de bombas y accesorios".

En la parte superior de la canasta se dejarán dos orejas por cara en donde se colocará una cadena de acero galvanizado en caliente de 1/2" de espesor y la cual se colocará en una varilla a manera de gancho localizada en la estructura de izaje diseñada especialmente para este fin. Dicha estructura debe construirse de acuerdo con el detalle señalado en los planos de diseño y su función es izar la canasta para retirar el sucio que se acumule en ella. La longitud de la cadena debe ser de la altura del pozo y 2.0m mas, por lo menos.

3.6 Obras civiles asociadas a los sistemas de acueducto y alcantarillado

El siguiente capítulo trata de las obras civiles más comunes relacionadas con la construcción de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

3.6.1 Materiales de relleno

Los materiales para los rellenos se obtendrán, según el caso, de las excavaciones o de las fuentes seleccionadas por EL CONTRATISTA y aprobadas por EL INTERVENTOR.

Por lo menos 30 días antes de que EL CONTRATISTA se proponga iniciar los trabajos de relleno, deberá someter a la consideración del INTERVENTOR las fuentes de materiales y deberá presentar muestras representativas y los resultados de los ensayos de laboratorio. El suministro de las muestras y los ensayos no serán objeto de pago adicional. No se hará pago por separado por la explotación, procesamiento, selección, apilamiento o transporte de cualquier material de relleno.

3.6.1.1 Tipos de relleno

Los rellenos se clasifican en Relleno Tipo I (arena), Relleno Tipo II (material arenoso), Relleno Tipo III (material proveniente de la excavación), Relleno Tipo IV (sub-base para pavimentos), Relleno Tipo V (zahorra), Relleno Tipo VI (triturado), Relleno Tipo VII (base para pavimentos), Rellenos en concreto.

3.6.1.1.1 Relleno Tipo I (Arena)

Se denomina relleno Tipo I el constituido por arena lavada convenientemente colocada y compactada. La arena para éste relleno será limpia, su contenido de fino (porcentaje que pasa el tamiz # 200) será menor del 5% de su peso y su gravedad específica mayor de 2.4.

Los ensayos de laboratorio mínimos que se deberán efectuar son: granulometría y abrasión en Máquina de los Ángeles.

Tabla 3.39 Requisitos de granulometría para el relleno tipo I (arena)

<i>PORCENTAJE QUE PASA EN PESO</i>	
<i>TAMIZ</i>	<i>ARENA</i>
1"	
1/2"	
3/8"	100
No.4	95 - 100
No.8	80 - 100
No.16	50 - 85
No.30	25 - 60
No.50	10 - 30
No.100	2 - 10
No. 200	0 - 5

3.6.1.1.2 Relleno Tipo II (Material Arenoso)

Se denomina relleno Tipo II el constituido por, materiales seleccionados que no contengan limo orgánico, materia vegetal, basuras, desperdicios o escombros. Los ensayos de laboratorio mínimos que se deberán efectuar son: granulometría, límites de Atterberg, compactación y peso específico.

El tamaño máximo del material no deberá exceder de cinco (5) centímetros. El contenido de finos (porcentaje que pasa por el tamiz No 200) deberá ser inferior al quince por ciento (15%) y superior al cinco por ciento (5%), y el índice de plasticidad del material que pasa por el tamiz No 40 será cero (0%)

El material deberá cumplir la siguiente granulometría:

Tabla 3.40 Requisitos de granulometría para el relleno tipo II

<i>Tamiz</i>	<i>Porcentaje que pasa</i>
3"	100
2"	100
1"	100
3/4"	100
1/2"	100
1"	100
No 40	95-100
No.200	5 - 15

El relleno de recebo se colocara en capas uniformes, que no pasen de 20 cm de espesor, y deberán compactarse al 95% de la máxima densidad del Proctor Modificado.

De acuerdo a esta granulometría el material debe tener limite liquido y limite plástico 0.00.

3.6.1.1.3 Relleno Tipo III

Se denomina relleno Tipo III el constituido por material proveniente de las excavaciones o fuentes cercanas, siempre que éste no sea limo orgánico, arcillas con límite líquido mayor de 60%, sobrantes de construcción o cualquier material inconveniente a juicio de la INTERVENTORÍA. Los ensayos de laboratorio mínimos que se deberán efectuar son: límites de Atterberg y compactación.

Este material deberá compactarse en capas de 10 cm de espesor, utilizando pisones neumáticos, vibro compactadores o manualmente, de acuerdo con lo señalado por la INTERVENTORÍA.

3.6.1.1.4 Relleno Tipo IV (Sub-base para pavimentos)

La sub-base para los pavimentos se hará con relleno Tipo 4.

El material debe ser el producto de trituración, clasificación o mezcla de varios materiales aprobados por el Interventor. Este material al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles no deberá presentar un desgaste mayor del 50%. La fracción del material que pasa por el tamiz #40 deberá tener un índice de plasticidad menor de 6, y un límite líquido no mayor de 25%, determinado de acuerdo con la norma D 424 de la ASTM.

La granulometría del material podrá cumplir con una de las mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 3.41 Requisitos de granulometría para el relleno tipo IV

<i>Tamiz</i>	<i>PASA EN PESO</i>		
	<i>TIPO A</i>	<i>TIPO B</i>	<i>TIPO C</i>
3"	100		
1 -1/2"		100	
1"			100
1/2"		50 - 90	60 - 100
# 4	30-70	30 - 70	30 - 70
# 200	0 - 15	0 - 15	0 - 20

3.6.1.1.5 Relleno Tipo V (Zahorra)

Se denomina relleno tipo 5 el constituido por materiales de Zahorra que no contenga limo orgánico, materiales vegetales, basuras desperdicios o escombros.

El tamaño máximo del material no deberá exceder de cinco centímetros. El contenido de finos (porcentajes que pasa el tamiz #200) deberá ser inferior al 15%, y el índice de plasticidad del material que pasa por el tamiz #40, será menor de 6. El material deberá cumplir la siguiente granulometría:

Tabla 3.42 Requisitos de granulometría para el relleno tipo V

<i>TAMIZ</i>	<i>PORCENTAJE QUE PASA EN PESO</i>
2	100

#1	50-100
#4	20-70
#40	0-40
#200	0-15

3.6.1.1.6 Relleno Tipo VI (Triturado)

Se denomina relleno tipo 6 el constituido por triturado y se utilizará como material de filtro en los sitios en donde se requiera o halla que reemplazar algún filtro existente, también se puede utilizar como material de base en los pavimentos tanto flexibles como rígidos.

El material debe ser producto de trituración, debidamente aprobado por el Interventor. Este material al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles no deberá presentar un desgaste mayor del 40% según la Norma Icontec 98, no deberá tener una pérdida en peso mayor al 12% al someterlo a cinco ciclos alternados en la prueba de solidez con sulfato de sodio.

El triturado no debe tener un tamaño mayor de 1" y debe cumplir la siguiente granulometría:

Tabla 3.43 Requisitos de granulometría para el relleno tipo VI

<i>TAMIZ</i>	<i>PORCENTAJE QUE PASA EN PESO</i>
1"	100
1/2"	90-100
3/8"	40-70
#4	00-15
#8	00-05

3.6.1.1.7 Rellenos Tipo VII (Base para pavimentos)

Se refiere este relleno al material seleccionado que se coloca sobre la sub-base, ejecutada de acuerdo con estas especificaciones y con el espesor determinado en los planos, y el formulario de cantidades o lo que ordene el Interventor.

Podrán usarse gravas naturales angulosas o materiales resultantes de trituración de piedra o de grava que sean duros y estables mezclados con arena, suelos seleccionados o con cualquier material ligante incorporado naturalmente o por mezcla artificial, de manera que pueda obtenerse una

capa firme y compactada. El material deberá estar libre de bolas de arcilla y partículas orgánicas y deberá cumplir con la siguiente gradación:

Tabla 3.44 Requisitos de granulometría para el relleno tipo VII

<i>TAMIZ</i>	<i>% QUE PASA EN PESO</i>
1-1/2"	100
1"	70 – 100
3/4"	60 – 90
3/8"	45 – 75
No 4	30 – 60
No 10	20 – 45
No 40	10 – 30
No 200	5 – 15

La relación del porcentaje en peso que pasa el Tamiz # 200 al que pasa el #40 no deberá ser mayor de 0.50.

Además el material que pasa el Tamiz #40 debe tener un índice de plasticidad inferior a 6 y el límite líquido no debe ser superior a 25%. El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de Los Angeles deberá presentar un desgaste menor del 50%. Su CBR mínimo debe ser 60%.

3.6.2 Entibados

El entibado y acodamiento se usará para sostener las paredes de las zanjas en las excavaciones de terrenos inestables o con aguas subterráneas, con el objeto de evitar hundimiento o desplomes de paredes laterales. También para proteger el personal, las edificaciones vecinas, el tránsito, o para la ejecución misma de las obras, en los sitios indicados por EL INTERVENTOR.

El tipo de entibado y los límites señalados obedecerán a la interpretación obtenida de los sondeos y estudios de suelos y podrán variar de acuerdo con las condiciones que se encuentren en el proceso de excavación.

3.6.2.1 TIPOS DE ENTIBADOS

EL CONTRATISTA podrá usar, entre otros, los siguientes tipos de entibados: Apuntalamiento en Madera (Entibado Tipo 1), Entibado Discontinuo en madera (Entibado Tipo 1 A), Entibado Continuo en Madera (Entibado Tipo 2), Entibado

Metálico Madera (Entibado Tipo 3), Entibado Metálico (Entibado Tipo 4). Se describirán cada uno de ellos.

3.6.2.1.1 Apuntalamiento en Madera (Entibado Tipo 1)

La superficie lateral de la zanja será cubierta por tablas de 0.04 m x 0.20 m x 3.0 m espaciados 1.60 m entre ejes, sostenida con dos codales metálicos telescópicos, o de madera, de 0.15 m. de diámetro, de sección tal como lo indique EL INTERVENTOR.

3.6.2.1.2 Entibado Discontinuo en Madera (Entibado Tipo 1A)

Los taludes de la excavación serán cubiertos por tableros constituidos por tablas de 0.04 m x 0.20 m y longitud mayor o igual a la profundidad de la zanja, con espacios libres de 0.20 m, trabados horizontalmente por largueros de madera de 0.10 m x 0.20 m, en toda su longitud, y apoyados con codales metálicos telescópicos, o de madera, de 0.15 m de diámetro, con separación máxima de 1.50 m en las cuales los codales estarán a 0.70 m, tal como lo indique EL INTERVENTOR.

3.6.2.1.3 Entibado Continuo en Madera (Tipo 2)

Las paredes de las zanjas serán sostenidas totalmente por tableros continuos de madera. Este entibado se diferencia del anterior en que no quedan espacios libres y las tablas irán continuas las unas a las otras. Tendrán el mismo espaciamiento vertical del anterior y el acodamiento transversal se hace a intervalos alternados de 1.40 m y 1.20 m, respectivamente, utilizando siempre paralelas ajustables.

3.6.2.1.4 Entibado Metálico - Madera (Entibado Tipo 3)

Las paredes de la zanja serán sostenidas totalmente por tableros continuos de madera, constituidos de elementos de madera de 0.10 m x 0.20 m x 3.0 m o de 0.10 m x 0.20 m x 2.0 m, debidamente acuñados en perfiles metálicos W8" x 17 o W10" x 25 (puntales) hincados a una profundidad mínima de 2.50 m por debajo del fondo de la zanja, o según lo indique EL INTERVENTOR, y trabados horizontalmente por dos (2) largueros metálicos en perfiles 2W8" x 17 ó 2W10 x 15 espaciados cada 2.00 m como máximo, de acuerdo con los detalles indicados por EL INTERVENTOR. El hincado de los puntales se hace con anterioridad a la excavación.

En los estudios de geotecnia se estipula la utilización de todos los tipos de entibados y se hacen observaciones respecto a los suelos.

La utilización de otros tipos de entibados se podrá hacer previa autorización por parte del INTERVENTOR.

3.6.2.1.5 Entibado Metálico (Entibado Tipo 4)

Las paredes de la zanja serán sostenidas totalmente por tableros continuos metálicos compuestos por láminas de espesor mínimo de ½" y ancho 1.20m, con una longitud variable dependiendo de la profundidad de la excavación. Estas láminas serán acuñadas con perfiles metálicos mínimos HEA 200 hincados por lo menos 1.50 m por debajo del fondo de la zanja, de tal forma que aseguren la estabilidad de la excavación. En la parte superior del entibado se colocará una viga cabecera compuesta por un perfil metálico mínimo HEA 200 a todo lo largo de ambas caras de la zanja. Igualmente se arriostrará todo este conjunto en su parte superior con tubería de acero schedule 40 entre las dos caras de la excavación. Será responsabilidad del Contratista el diseño, fabricación e instalación del entibado metálico, para lo cual deberá basarse en el estudio de suelos adjuntos, que le permitan calcular las cargas sobre los perfiles, láminas, riostras y en general sobre todos los elementos que hacen parte del entibado metálico. El diseño del entibado metálico deberá ser aprobado por la Interventoría antes de su fabricación. El hincado de los perfiles metálicos se hace con anterioridad a la excavación.

Los puntales y perfiles deberán ensayarse a la compresión y flexión respectivamente, de conformidad con el diseño aprobado por la Interventoría, durante el ensayo no debe presentarse ninguna falla para evitar su pandeo durante el proceso de excavación.

3.6.3 Concreto

Si EL CONTRATISTA opta por montar su propia planta de mezclas, tales equipos e instalaciones deben satisfacer los mínimos requerimientos técnicos que señale EL INTERVENTOR.

Para los materiales que entran en el concreto para su dosificación, mezcla, transporte, colocación y curado; para los ensayos de resistencia y durabilidad; para las formaletas, juntas, refuerzos, y en general, para todo lo relacionado con especificaciones de concreto simple, reforzado o ciclópeo, EL CONTRATISTA debe cumplir con los requisitos y especificaciones, normas e indicaciones contenidas en las últimas revisiones del Código Colombiano de Construcción Sismoresistente (Decreto Ley 1400), de las Normas Icontec, del American Concrete Institute (ACI) y de la ASTM.

Las especificaciones de los materiales para el concreto mezclado en el sitio deben ser:

Cemento

El cemento a usar en las diferentes estructuras descritas anteriormente será tipo Portland que cumpla con las Normas ICONTEC 30, 121 y 321. Debe ser de una sola marca de fábrica y de un solo tipo de cemento Portland.

Cuando el cemento esté empacado en sacos, estos deben ser fuertes, herméticos e impermeables, para que no sufran roturas o daños durante el cargue, transporte y descargue.

Debe ser almacenado en lugar seco, ventilado y bajo techo. Los sacos deben colocarse en una plataforma de madera, separada 10 cm del piso, para que no entren en contacto con la tierra o pisos de concreto sujetos a humedad. El período de almacenamiento no debe ser superior a 30 días.

Para evitar su envejecimiento se debe usar primero el cemento que tenga mayor tiempo de almacenado. No se permitirá la utilización de cemento endurecido o con grumos.

Agregados Finos (Arenas)

El agregado fino o arena debe cumplir con la Norma ICONTEC 174 actualizada y la Norma ASTM-C-33.

Debe estar formado por partículas limpias, resistentes, libres de materias orgánicas o químicas, arcillas, materias vegetales y cualquier otro elemento que altere la calidad o adherencia de la pasta de cemento. Las partículas deben ser redondas o angulosas y deberán cumplir con los límites de gradación establecidos para el análisis del tamiz standard (AASHO-T-27).

Tabla 3.45 Requisitos de granulometría para la arena en el concreto

<i>Designación del Tamiz (Abertura Cuadrada)</i>	<i>Porcentaje en Peso que pasa el Tamiz</i>
3/8 (9.50 mm)	100
No. 4 (4.75 mm)	95 – 100
No. 8 (2.36 mm)	80 – 100
No. 16 (1.16 mm)	50 – 85
No. 30 (0.60 mm)	25 – 60
No. 50 (0.30 mm)	10 – 30
No. 100 (0.15 mm)	2-10

Los análisis granulométricos y los ensayos colorimétricos, de durabilidad y los que se requieran, según EL INTERVENTOR, serán por cuenta del CONTRATISTA.

En general el módulo de finura debe estar comprendido entre 2.2 y 3.4. Las arenas gruesas o finas se rechazarán. Igualmente, si la gravedad específica (superficie saturada base seca) es menor de 2.60, el agregado fino será rechazado.

El grado de uniformidad del material se controlará en tal forma que las muestras nuevas que varíen en un 0.20 en más o menos del módulo de finura de las muestras originales serán rechazadas.

Agregados Gruesos (Gravas o Triturados)

Los agregados gruesos deben cumplir con la Norma ICONTEC 174 actualizada. Deberán estar constituidos por piedras trituradas, provenientes principalmente de cantos rodados de los cauces de los ríos o de canteras, previamente seleccionadas y aprobadas por EL INTERVENTOR.

Las gravas deben cumplir con las especificaciones, dureza y gradación especificadas al respecto.

El tamaño no deberá exceder de 1/5 de la menor dimensión entre formaletas, ni en 3/4 de la separación entre refuerzos. No se deben aceptar tamaños mayores de 6 cm.

La dureza del agregado grueso se controlará por medio de la resistencia al desgaste, por el ensayo en la Máquina de los Ángeles, según las Normas ICONTEC 93 y 98. En términos generales se clasifica como bueno el material con desgaste menor del 30%, regular con desgaste entre el 30% y 40%, y malo con desgaste superior al 40%.

El triturado estará bien gradado en sus diferentes tamaños, lo cual se verificará por medio de los análisis granulométricos que se ordenarán por EL INTERVENTOR y, cuyo costo será por cuenta del CONTRATISTA. Dichos tamaños corresponden a las siguientes mallas de abertura cuadrada.

Tabla 3.46 Requisitos de granulometría para los agregados gruesos

<i>Designación del Tamiz (Abertura Cuadrada)</i>	<i>Porcentaje en Peso Retenido</i>

No. 4 (4.75 mm)	11 – 22
3/8" (9.50 mm)	16 – 27
3/4" (19.05 mm)	26 – 41
1 1/2" (38.10 mm)	27 – 44
2" (50.80 mm)	0 – 0

Cuando el material no cumpla con las limitaciones de gradación y dureza especificados, y en la región no se pueda conseguir otro tipo de material, se exigirá al CONTRATISTA la dosificación adecuada de la mezcla para lograr la resistencia buscada, manteniéndose una estricta supervisión por medio de la toma de muestras y las pruebas de laboratorio.

Los diferentes tipos de agregados finos y gruesos se deberán almacenar en montones separados, y se deberá evitar la mezcla de los mismos con tierra o con otro material que le cause suciedad o impurezas. El lugar de almacenamiento debe estar limpio de grasas, aceite, lodos, materias orgánicas, etc.

Agua

El agua que se utilice en la fabricación del concreto o mortero, como también en el proceso de curado, deberá ceñirse a lo especificado en el Código Colombiano de Construcciones Sismo-resistentes o en su defecto, con la Norma ACI 318-83, actualizada.

El agua de mezcla debe ser fresca, limpia, libre de aceite, y potable. Agua no potable podrá utilizarse si ésta produce resistencia en cilindros de morteros a los 7 y 28 días igual o por lo menos al 90% de resistencia de los morteros hechos con agua potable. Además de los anteriores requerimientos el agua para el curado de concreto, no debe tener impurezas en cantidades que puedan causar decoloración del concreto o agrietamiento en la superficie.

Aditivos

De acuerdo con las instrucciones del INTERVENTOR, o lo indicado en los planos, EL CONTRATISTA incluirá en el concreto el aditivo o aditivos que sean del caso.

Cuando EL INTERVENTOR ordene la inclusión de un aditivo en el concreto, éste se pagará al CONTRATISTA por su precio de costo puesto en la obra. El costo de las operaciones de medida, mezcla y aplicación de los aditivos deberá incluirse en el precio unitario cotizado para el concreto. La dosificación

y calidad del aditivo estará sujeta a la aprobación del INTERVENTOR y según la recomendación del fabricante.

Cuando un aditivo se coloque para conveniencia del CONTRATISTA, sin que lo ordene EL INTERVENTOR, este aditivo no se pagará.

EL INTERVENTOR exigirá el uso de aditivos impermeabilizantes en todas las estructuras que puedan tener humedad. Se debe incorporar impermeabilizante en el concreto, en los muros cortina y en todos los muros que queden enterrados. No se permitirá el uso de aditivos que contengan cloruro de calcio u otras sustancias corrosivas.

3.6.3.1 Clases de concreto

EL CONTRATISTA preparará las diferentes clases de concreto que se requieran, de acuerdo con lo estipulado en la siguiente tabla, además de cualesquier otras mezclas que ordene EL INTERVENTOR.

3.6.3.1.1 Resistencias de Diseño a los 28 días f'c

Tabla 3.47 Tamaño máximo

<i>CLASE</i>	<i>kg / cm²</i>	<i>lb / pulg²</i>	<i>Milímetro</i>	<i>Pulgada</i>
A	210	3000	19	3/4
B	175	2500	38	1 1/2
C	140	2000	38	1 1/2
D	105 (Pobre)	1500	38	1 1/2
E	Ciclópeo			

Las clases de concreto se podrán usar en las estructuras de acuerdo con lo indicado en los planos u ordenado por EL INTERVENTOR. El concreto para las estructuras hidráulicas deberá incluir un aditivo impermeabilizante integral.

El concreto ciclópeo clase E consistirá en una mezcla de piedras grandes y concreto Clase C, y se usará donde indiquen los planos o lo ordene EL INTERVENTOR. Las piedras para este concreto ciclópeo deberán ser de 15 a 30 cm (media zonga) de calidad aprobada, sólidos y libres de segregaciones, fracturas, grietas y otros defectos estructurales o imperfecciones. Las piedras deberán estar exentas de superficies redondeadas o meteorizadas. Todas las piedras meteorizadas serán rechazadas.

Las piedras deberán mantenerse libres de polvo, aceite o de cualquier otra impureza que pueda afectar su adherencia con el mortero.

Ensayos de concreto

Los ensayos de concreto para pavimento se harán sobre viguetas moldeadas, curadas y rotas, de acuerdo con los métodos especificados por la ASTM y los ensayos para otras estructuras se hará sobre cilindros rotos a la compresión, Especificación C-39 de la ASTM.

Antes de iniciar la colocación del concreto y durante la ejecución del mismo, habrá necesidad de tomar muestras de ensayo a la compresión en cilindros de 6" de diámetro y 12" de altura, de acuerdo con el Método para Fabricar y Curar Muestras de Concreto en el Campo, Ensayos a la Compresión y Flexión (ASTM C-31). Deberá tomarse un mínimo de tres cilindros para cada ensayo, y no menos de un ensayo para cada 5.0 m³ de cada clase de concreto. Los cilindros de ensayos se curarán en el laboratorio pero EL INTERVENTOR podrá ordenar que se preparen cilindros adicionales que se curen en la obra.

Tanto para la determinación del asentamiento (Slump Test), como para la preparación de los cilindros de prueba, deberán retirarse del concreto los tamaños superiores de 1½", cuando se utilicen agregados gruesos que excedan este valor.

Las muestras deberán ser ensayadas de acuerdo con el "Método para Ensayos de Cilindros de Concreto a la Compresión", según la Norma ASTM C-39 y las Normas ICONTEC 454 y 550.

En caso que la resistencia media a la compresión del concreto a los 28 días determinada ya sea por la relación entre la resistencia de los cilindros de prueba a los 7 días y la resistencia a los 28 días, resulte inferior a la especificada, o que la durabilidad sea deficiente, EL INTERVENTOR ordenará que se cambien las condiciones de trabajo o de materiales para corregir tal deficiencia.

En cuanto al concreto ya colocado será opcional para EL INTERVENTOR rechazarlo, ordenando la demolición y reconstrucción a costa del CONTRATISTA, de las estructuras o partes de ellas en que se haya utilizado el concreto deficiente, o aceptarlo.

Antes de decidir sobre la aceptación o rechazo del concreto deficiente, EL INTERVENTOR podrá ordenar que se tomen muestras de las estructuras o que se hagan ensayos de resistencia del concreto "in situ", conforme con lo previsto por el Código de la ACI.

Todos los costos de toma de muestras, ensayos, roturas y reconstrucción de concretos estarán a cargo del CONTRATISTA.

Formaletas

EL CONTRATISTA suministrará e instalará todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por EL INTERVENTOR. Las formaletas deberán instalarse y mantenerse dentro de los límites especificados en la Sección de Tolerancias, con el fin de asegurar que el concreto permanezca dentro de dichos límites. El concreto que exceda los mismos deberá ser corregido o demolido y reemplazado por y a cuenta del CONTRATISTA.

Por lo menos 30 días antes de iniciar la construcción de las formaletas para cualquier estructura, EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación del INTERVENTOR, los planos que muestren detalles de las formaletas propuestas y los métodos de soporte de las mismas. La aprobación por parte del INTERVENTOR no eximirá al CONTRATISTA respecto a la seguridad y calidad de la obra.

Las formaletas y la obra falsa deberán ser lo suficientemente fuertes para soportar todas las cargas a que vayan a estar sujetas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y vibración del concreto. Todas las formaletas y obras falsas deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero del concreto. Dichas formaletas y andamios deberán permanecer rígidamente en sus posiciones desde el momento en que se comience el vaciado del concreto hasta cuando éste se haya endurecido lo suficiente para sostenerse por sí mismo.

Las formaletas se construirán en tal forma que las superficies del concreto terminado sean de textura y color uniforme, y de acuerdo con la clase de acabado que se especificó.

Los límites de tolerancia para el concreto, y las irregularidades de las superficies permitidas, no constituyen límites para la construcción de formaletas o límites dentro de los cuales se pueden utilizar formaletas defectuosas. Se prohibirán los procedimientos y materiales que, a juicio del INTERVENTOR, den origen a irregularidades que puedan evitarse, aunque dichas irregularidades estén dentro de los límites especificados.

No se permitirá el uso de alambres o sujetadores de resorte, y si se usan travesaños de madera, éstos no deberán estropear o deformar la formaleta y deberán removerse antes de que los cubra la superficie libre de concreto.

Las formaletas se podrán fabricar de madera o de metal y estarán sujetas a la aprobación del INTERVENTOR, sin que esta aprobación releve al CONTRATISTA de su responsabilidad.

Cuando la formaleta usada sea de madera, deberá ser de una calidad tal que ningún deterioro o descomposición afecte las caras expuestas del concreto. La madera que se use debe estar libre de nudos, huecos o irregularidades.

3.6.4 Geotextil

El material a utilizar será el nombrado como Geotextil o similar, el cual debe cumplir con los siguientes requisitos de acuerdo a las normas que se mencionan en la tabla siguiente:

Tabla 3.48 Requisitos del geotextil

<i>PROPIEDADES</i>	<i>NORMA</i>	<i>Requisito Mínimo</i>
Resistencia a la tensión	ASTM D-4632	1250 N
Elongación	ASTM D-4632	Mayor de 80%
Resistencia al punzonamiento	ASTM D-4833	760 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D-4533	440N
Resistencia al estallido	ASTM D-3786	3443 kPa
Tamaño de apertura aparente	ASTM D-4751	0.106mm
Permeabilidad	ASTM D-4491	0.26 cm/s
Permitividad	ASTM D-4491	0.7 - 1/s
Espesor	ASTM D 5199	3.7 mm
Relación Peso/Area	ASTM D-5261	500 g/m ²