



**Infraestructura  
y Obra Pública**

# **Elaboración de complemento de ingeniería básica y proyecto ejecutivo electromecánico, hidráulico e instrumentación y control y manual de operaciones para la ampliación de 2,000 lps de la planta potabilizadora número 1 "PP1 Miravalle", en el municipio de Guadalajara, Jalisco.**

## **1. Proyecto Ejecutivo**

### **1.4 Proyecto Mecánico**

#### **PP1-ESOM-20 Especificación de Tuberías**

Rev. A



# Sección ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

## Tuberías

### CONTENIDO E ÍNDICES

|        |                                                                        |      |
|--------|------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.     | TUBERÍAS.....                                                          | 1-1  |
| 2.     | TUBERÍAS METÁLICAS.....                                                | 2-1  |
| 2.1    | DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO .....                                         | 2-1  |
| 2.2    | ALCANCE.....                                                           | 2-1  |
| 2.3    | NORMATIVIDAD.....                                                      | 2-2  |
| 2.3.1  | <i>Normas nacionales</i> .....                                         | 2-2  |
| 2.3.2  | <i>Normas internacionales</i> .....                                    | 2-2  |
| 2.4    | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....                                        | 2-4  |
| 2.4.1  | <i>Condiciones de operación</i> .....                                  | 2-4  |
| 2.4.2  | <i>Espesor de tubería</i> .....                                        | 2-4  |
| 2.4.3  | <i>Accesorios de tubería</i> .....                                     | 2-7  |
| 2.4.4  | <i>Requisitos de fabricación</i> .....                                 | 2-7  |
| 2.4.5  | <i>Tubería en acero galvanizado</i> .....                              | 2-8  |
| 2.4.6  | <i>Tubería en acero inoxidable</i> .....                               | 2-9  |
| 2.5    | RECUBRIMIENTO.....                                                     | 2-9  |
| 2.5.1  | <i>Recubrimiento y revestimiento de fábrica</i> .....                  | 2-9  |
| 2.5.2  | <i>Pintura</i> .....                                                   | 2-9  |
| 2.6    | CORTE Y SOLDADURA .....                                                | 2-12 |
| 2.7    | SUMINISTRO .....                                                       | 2-13 |
| 2.8    | CONTROL DE CALIDAD.....                                                | 2-14 |
| 2.9    | CERTIFICACIONES .....                                                  | 2-14 |
| 2.10   | INSPECCIÓN EN FÁBRICA.....                                             | 2-15 |
| 2.11   | INSTALACIÓN.....                                                       | 2-16 |
| 2.11.1 | <i>Aspectos generales</i> .....                                        | 2-16 |
| 2.11.2 | <i>Preparación</i> .....                                               | 2-16 |
| 2.11.3 | <i>Aplicación de recubrimientos</i> .....                              | 2-18 |
| 2.11.4 | <i>Excavación y preparación de zanjas (líneas enterradas)</i> .....    | 2-19 |
| 2.11.5 | <i>Colocación en la zanja (líneas enterradas)</i> .....                | 2-19 |
| 2.11.6 | <i>Colocación en soportaría y sujetadores (líneas expuestas)</i> ..... | 2-19 |
| 2.11.7 | <i>Unión de tuberías y accesorios</i> .....                            | 2-19 |
| 2.11.8 | <i>Inspección y pruebas</i> .....                                      | 2-19 |
| 2.12   | IDENTIFICACIÓN .....                                                   | 2-21 |
| 2.12.1 | <i>Colores de identificación</i> .....                                 | 2-21 |
| 2.12.2 | <i>Contenido de la etiqueta</i> .....                                  | 2-21 |
| 2.12.3 | <i>Dimensiones de etiquetas y flechas</i> .....                        | 2-21 |
| 2.12.4 | <i>Material de las etiquetas</i> .....                                 | 2-23 |
| 2.12.5 | <i>Colocación de etiquetas</i> .....                                   | 2-23 |
| 2.12.6 | <i>Diagramas y señales adicionales</i> .....                           | 2-23 |
| 2.13   | SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.....                                 | 2-23 |
| 2.13.1 | <i>Manejo de residuos</i> .....                                        | 2-24 |
| 2.14   | PLACA DE IDENTIFICACIÓN .....                                          | 2-24 |
| 2.15   | EMBARQUE Y TRANSPORTE.....                                             | 2-24 |
| 2.15.1 | <i>Transporte</i> .....                                                | 2-24 |
| 2.15.2 | <i>Manejo y manipulación</i> .....                                     | 2-25 |
| 2.15.3 | <i>Almacenamiento</i> .....                                            | 2-25 |

|           |                                                        |             |
|-----------|--------------------------------------------------------|-------------|
| 2.15.4    | <i>Inspección al recibir los materiales</i> .....      | 2-25        |
| 2.16      | PLAZO DE ENTREGA.....                                  | 2-26        |
| 2.17      | GARANTÍAS .....                                        | 2-26        |
| 2.18      | MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.....                          | 2-26        |
| <b>3.</b> | <b>TUBERÍA DE PEAD</b> .....                           | <b>3-27</b> |
| 3.1       | DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO .....                         | 3-27        |
| 3.2       | ALCANCE .....                                          | 3-27        |
| 3.3       | NORMATIVIDAD .....                                     | 3-28        |
| 3.3.1     | <i>Normas nacionales</i> .....                         | 3-28        |
| 3.3.2     | <i>Normas internacionales</i> .....                    | 3-28        |
| 3.4       | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....                        | 3-29        |
| 3.4.1     | <i>Condiciones de operación</i> .....                  | 3-29        |
| 3.4.2     | <i>Características generales</i> .....                 | 3-29        |
| 3.4.3     | <i>Material de la tubería</i> .....                    | 3-29        |
| 3.4.4     | <i>Dimensiones</i> .....                               | 3-29        |
| 3.4.5     | <i>Propiedades</i> .....                               | 3-31        |
| 3.4.6     | <i>Uniones de tubería</i> .....                        | 3-32        |
| 3.5       | MANO DE OBRA Y EQUIPO .....                            | 3-32        |
| 3.6       | SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE .....                | 3-32        |
| 3.6.1     | <i>Manejo de residuos</i> .....                        | 3-32        |
| 3.7       | CONTROL DE CALIDAD .....                               | 3-32        |
| 3.8       | CERTIFICACIONES.....                                   | 3-33        |
| 3.9       | INSPECCIÓN EN FÁBRICA .....                            | 3-33        |
| 3.10      | INSTALACIÓN .....                                      | 3-33        |
| 3.10.1    | <i>Aspectos generales</i> .....                        | 3-33        |
| 3.10.2    | <i>Recepción y almacenamiento</i> .....                | 3-33        |
| 3.10.3    | <i>Excavación y preparación de zanjas</i> .....        | 3-34        |
| 3.10.4    | <i>Manejo de la tubería</i> .....                      | 3-34        |
| 3.10.5    | <i>Colocación en la zanja</i> .....                    | 3-34        |
| 3.10.6    | <i>Unión de tuberías y accesorios</i> .....            | 3-34        |
| 3.10.7    | <i>Inspección y pruebas</i> .....                      | 3-35        |
| 3.11      | IDENTIFICACIÓN Y MARCADO .....                         | 3-35        |
| 3.12      | CRITERIOS DE MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO ..... | 3-35        |
| 3.12.1    | <i>Transporte</i> .....                                | 3-36        |
| 3.12.2    | <i>Manejo y manipulación</i> .....                     | 3-36        |
| 3.12.3    | <i>Almacenamiento</i> .....                            | 3-36        |
| 3.12.4    | <i>Inspección al recibir los materiales</i> .....      | 3-37        |
| 3.13      | PLAZO DE ENTREGA.....                                  | 3-37        |
| 3.14      | GARANTÍAS .....                                        | 3-37        |
| 3.15      | MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.....                          | 3-37        |
| <b>4.</b> | <b>TUBERÍA DE PVC</b> .....                            | <b>4-38</b> |
| 4.1       | DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO .....                         | 4-38        |
| 4.2       | ALCANCE .....                                          | 4-38        |
| 4.3       | NORMATIVIDAD .....                                     | 4-39        |
| 4.3.1     | <i>Normas nacionales</i> .....                         | 4-39        |
| 4.3.2     | <i>Normas internacionales</i> .....                    | 4-39        |
| 4.4       | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....                        | 4-40        |
| 4.4.1     | <i>Condiciones de operación</i> .....                  | 4-40        |
| 4.4.2     | <i>Características generales</i> .....                 | 4-40        |
| 4.4.3     | <i>Material de la tubería</i> .....                    | 4-40        |
| 4.4.4     | <i>Uniones de tubería</i> .....                        | 4-40        |
| 4.4.5     | <i>Accesorios</i> .....                                | 4-40        |
| 4.5       | MANO DE OBRA Y EQUIPO .....                            | 4-41        |
| 4.6       | SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE .....                | 4-41        |

|           |                                                                |             |
|-----------|----------------------------------------------------------------|-------------|
| 4.6.1     | Manejo de residuos .....                                       | 4-41        |
| 4.7       | CONTROL DE CALIDAD.....                                        | 4-41        |
| 4.8       | CERTIFICACIONES .....                                          | 4-42        |
| 4.9       | INSPECCIÓN EN FÁBRICA.....                                     | 4-42        |
| 4.10      | INSTALACIÓN.....                                               | 4-42        |
| 4.10.1    | Aspectos generales .....                                       | 4-42        |
| 4.10.2    | Preparación.....                                               | 4-42        |
| 4.10.3    | Excavación y preparación de zanjas (líneas enterradas).....    | 4-43        |
| 4.10.4    | Preparación de la tubería .....                                | 4-43        |
| 4.10.5    | Colocación en la zanja (líneas enterradas).....                | 4-43        |
| 4.10.6    | Colocación en soportería y sujetadores (líneas expuestas)..... | 4-43        |
| 4.10.7    | Unión de tuberías y accesorios .....                           | 4-43        |
| 4.10.8    | Inspección y pruebas .....                                     | 4-44        |
| 4.11      | PLACA DE IDENTIFICACIÓN .....                                  | 4-44        |
| 4.12      | EMBARQUE Y TRANSPORTE.....                                     | 4-45        |
| 4.12.1    | Transporte .....                                               | 4-45        |
| 4.12.2    | Manejo y manipulación .....                                    | 4-45        |
| 4.12.3    | Almacenamiento .....                                           | 4-46        |
| 4.12.4    | Inspección al recibir los materiales .....                     | 4-46        |
| 4.13      | PLAZO DE ENTREGA .....                                         | 4-46        |
| 4.14      | GARANTÍAS .....                                                | 4-46        |
| 4.15      | MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....                                 | 4-47        |
| <b>5.</b> | <b>BRIDAS Y ACCESORIOS.....</b>                                | <b>5-48</b> |
| 5.1       | DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO .....                                 | 5-48        |
| 5.2       | ALCANCE.....                                                   | 5-48        |
| 5.3       | NORMATIVIDAD.....                                              | 5-49        |
| 5.3.1     | Normas nacionales.....                                         | 5-49        |
| 5.3.2     | Normas internacionales .....                                   | 5-49        |
| 5.4       | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....                                | 5-50        |
| 5.4.1     | Condiciones de operación.....                                  | 5-50        |
| 5.4.2     | Criterios de selección.....                                    | 5-50        |
| 5.4.3     | Bridas para diámetros de tubería ½" a 24" .....                | 5-50        |
| 5.4.4     | Bridas para Diámetros 26" y Mayores .....                      | 5-52        |
| 5.4.5     | Bridas ciegas.....                                             | 5-53        |
| 5.4.6     | Tornillería .....                                              | 5-53        |
| 5.5       | MANO DE OBRA Y EQUIPO.....                                     | 5-54        |
| 5.6       | SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.....                         | 5-54        |
| 5.6.1     | Manejo de residuos .....                                       | 5-54        |
| 5.7       | CONTROL DE CALIDAD.....                                        | 5-54        |
| 5.8       | CERTIFICACIONES .....                                          | 5-54        |
| 5.9       | INSTALACIÓN.....                                               | 5-55        |
| 5.10      | PLACA DE IDENTIFICACIÓN Y MARCADO .....                        | 5-55        |
| 5.10.1    | Requisito adicional.....                                       | 5-56        |
| 5.11      | CRITERIOS DE TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO .....         | 5-56        |
| 5.11.1    | Transporte .....                                               | 5-56        |
| 5.11.2    | Manejo y manipulación .....                                    | 5-57        |
| 5.11.3    | Almacenamiento .....                                           | 5-57        |
| 5.11.4    | Inspección al recibir los materiales .....                     | 5-57        |
| 5.12      | PLAZO DE ENTREGA .....                                         | 5-57        |
| 5.13      | GARANTÍAS .....                                                | 5-58        |
| 5.14      | MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....                                 | 5-58        |
| <b>6.</b> | <b>JUNTAS DE DESMONTAJE .....</b>                              | <b>6-59</b> |
| 6.1       | DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO .....                                 | 6-59        |
| 6.2       | ALCANCE.....                                                   | 6-59        |

|           |                                                                    |             |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|-------------|
| 6.3       | NORMATIVIDAD .....                                                 | 6-60        |
| 6.3.1     | <i>Normas nacionales</i> .....                                     | 6-60        |
| 6.3.2     | <i>Normas internacionales</i> .....                                | 6-60        |
| 6.4       | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....                                    | 6-61        |
| 6.4.1     | <i>Condiciones de operación</i> .....                              | 6-61        |
| 6.4.2     | <i>Juntas Expansibles</i> .....                                    | 6-61        |
| 6.4.3     | <i>Juntas mecánicas para diámetros igual o menores a 48"</i> ..... | 6-63        |
| 6.4.4     | <i>Juntas mecánicas para diámetros mayores a 48"</i> .....         | 6-64        |
| 6.5       | MANO DE OBRA Y EQUIPO .....                                        | 6-66        |
| 6.6       | SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE .....                            | 6-66        |
| 6.6.1     | <i>Manejo de residuos</i> .....                                    | 6-66        |
| 6.7       | CONTROL DE CALIDAD .....                                           | 6-66        |
| 6.8       | CERTIFICACIONES .....                                              | 6-66        |
| 6.9       | INSTALACIÓN .....                                                  | 6-67        |
| 6.10      | PLACA DE IDENTIFICACIÓN .....                                      | 6-68        |
| 6.11      | CRITERIOS DE TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO .....             | 6-68        |
| 6.11.1    | <i>Transporte</i> .....                                            | 6-68        |
| 6.11.2    | <i>Manejo y manipulación</i> .....                                 | 6-69        |
| 6.11.3    | <i>Almacenamiento</i> .....                                        | 6-69        |
| 6.11.4    | <i>Inspección al recibir los equipos</i> .....                     | 6-69        |
| 6.12      | PLAZO DE ENTREGA .....                                             | 6-69        |
| 6.13      | GARANTÍAS .....                                                    | 6-70        |
| 6.14      | MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....                                     | 6-70        |
| 6.14.1    | <i>Criterios de medición</i> .....                                 | 6-70        |
| 6.14.2    | <i>Criterios de pago</i> .....                                     | 6-70        |
| <b>7.</b> | <b>VÁLVULAS CHECK .....</b>                                        | <b>7-71</b> |
| 7.1       | DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO .....                                     | 7-71        |
| 7.2       | ALCANCE .....                                                      | 7-71        |
| 7.3       | NORMATIVIDAD .....                                                 | 7-72        |
| 7.3.1     | <i>Normas nacionales</i> .....                                     | 7-72        |
| 7.3.2     | <i>Normas internacionales</i> .....                                | 7-72        |
| 7.4       | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....                                    | 7-73        |
| 7.4.1     | <i>Condiciones de operación</i> .....                              | 7-73        |
| 7.4.2     | <i>Válvula check para lodo y agua</i> .....                        | 7-73        |
| 7.4.3     | <i>Válvula check para líneas de aire</i> .....                     | 7-74        |
| 7.4.4     | <i>Válvula check para químicos</i> .....                           | 7-75        |
| 7.4.5     | <i>Requisitos de fabricación y suministro</i> .....                | 7-76        |
| 7.5       | MANO DE OBRA Y EQUIPO .....                                        | 7-77        |
| 7.6       | SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE .....                            | 7-77        |
| 7.6.1     | <i>Manejo de residuos</i> .....                                    | 7-77        |
| 7.7       | CONTROL DE CALIDAD .....                                           | 7-77        |
| 7.8       | CERTIFICACIONES .....                                              | 7-78        |
| 7.9       | INSTALACIÓN .....                                                  | 7-78        |
| 7.10      | PAQUETE DE REFACCIONES DE DESGASTE .....                           | 7-79        |
| 7.11      | PLACA DE IDENTIFICACIÓN .....                                      | 7-79        |
| 7.12      | EMBARQUE Y TRANSPORTE .....                                        | 7-79        |
| 7.12.1    | <i>Transporte</i> .....                                            | 7-79        |
| 7.12.2    | <i>Manejo y manipulación</i> .....                                 | 7-80        |
| 7.12.3    | <i>Almacenamiento</i> .....                                        | 7-80        |
| 7.12.4    | <i>Inspección al recibir los equipos</i> .....                     | 7-80        |
| 7.13      | GARANTÍAS .....                                                    | 7-81        |
| 7.14      | MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....                                     | 7-81        |
| <b>8.</b> | <b>VÁLVULAS BOLA .....</b>                                         | <b>8-82</b> |
| 8.1       | DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO .....                                     | 8-82        |

|            |                                                                |               |
|------------|----------------------------------------------------------------|---------------|
| 8.2        | ALCANCE.....                                                   | 8-82          |
| 8.3        | NORMATIVIDAD.....                                              | 8-83          |
| 8.3.1      | <i>Normas nacionales.....</i>                                  | 8-83          |
| 8.3.2      | <i>Normas internacionales.....</i>                             | 8-83          |
| 8.4        | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....                                 | 8-84          |
| 8.4.1      | <i>Condiciones de Operación.....</i>                           | 8-84          |
| 8.4.2      | <i>Válvula bola para manejo de agua limpia y químicos.....</i> | 8-84          |
| 8.5        | MANO DE OBRA Y EQUIPO.....                                     | 8-85          |
| 8.6        | SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.....                         | 8-86          |
| 8.6.1      | <i>Manejo de residuos.....</i>                                 | 8-86          |
| 8.7        | CONTROL DE CALIDAD.....                                        | 8-86          |
| 8.8        | CERTIFICACIONES.....                                           | 8-87          |
| 8.9        | INSTALACIÓN.....                                               | 8-87          |
| 8.10       | PAQUETE DE REFACCIONES DE DESGASTE.....                        | 8-87          |
| 8.11       | PLACA DE IDENTIFICACIÓN.....                                   | 8-87          |
| 8.12       | EMBARQUE Y TRANSPORTE.....                                     | 8-88          |
| 8.12.1     | <i>Transporte.....</i>                                         | 8-88          |
| 8.12.2     | <i>Manejo y manipulación.....</i>                              | 8-88          |
| 8.12.3     | <i>Almacenamiento.....</i>                                     | 8-89          |
| 8.12.4     | <i>Inspección al recibir los equipos.....</i>                  | 8-89          |
| 8.13       | PLAZO DE ENTREGA.....                                          | 8-89          |
| 8.14       | GARANTÍAS.....                                                 | 8-89          |
| 8.15       | MEDICIÓN FORMA DE PAGO.....                                    | 8-90          |
| <b>9.</b>  | <b>VÁLVULAS DE CUCHILLA.....</b>                               | <b>9-91</b>   |
| 9.1        | DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO.....                                  | 9-91          |
| 9.2        | ALCANCE.....                                                   | 9-91          |
| 9.3        | NORMATIVIDAD.....                                              | 9-92          |
| 9.3.1      | <i>Normas nacionales.....</i>                                  | 9-92          |
| 9.3.2      | <i>Normas internacionales.....</i>                             | 9-92          |
| 9.4        | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....                                 | 9-93          |
| 9.4.1      | <i>Condiciones de operación.....</i>                           | 9-93          |
| 9.4.2      | <i>Válvula de cuchilla para líneas de lodos.....</i>           | 9-93          |
| 9.4.3      | <i>Requisitos de fabricación y suministro.....</i>             | 9-94          |
| 9.5        | MANO DE OBRA Y EQUIPO.....                                     | 9-94          |
| 9.6        | SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.....                         | 9-95          |
| 9.6.1      | <i>Manejo de residuos.....</i>                                 | 9-95          |
| 9.7        | CONTROL DE CALIDAD.....                                        | 9-95          |
| 9.8        | CERTIFICACIONES.....                                           | 9-96          |
| 9.9        | INSTALACIÓN.....                                               | 9-96          |
| 9.10       | PAQUETE DE REFACCIONES DE DESGASTE.....                        | 9-96          |
| 9.11       | PLACA DE IDENTIFICACIÓN.....                                   | 9-96          |
| 9.12       | EMBARQUE Y TRANSPORTE.....                                     | 9-97          |
| 9.12.1     | <i>Transporte.....</i>                                         | 9-97          |
| 9.12.2     | <i>Manejo y manipulación.....</i>                              | 9-97          |
| 9.12.3     | <i>Almacenamiento.....</i>                                     | 9-98          |
| 9.12.4     | <i>Inspección al recibir los equipos.....</i>                  | 9-98          |
| 9.13       | GARANTÍAS.....                                                 | 9-98          |
| 9.14       | MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.....                                  | 9-99          |
| <b>10.</b> | <b>VÁLVULAS MARIPOSA.....</b>                                  | <b>10-100</b> |
| 10.1       | DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO.....                                  | 10-100        |
| 10.2       | ALCANCE.....                                                   | 10-100        |
| 10.3       | NORMATIVIDAD.....                                              | 10-101        |
| 10.3.1     | <i>Normas nacionales.....</i>                                  | 10-101        |
| 10.3.2     | <i>Normas internacionales.....</i>                             | 10-101        |

|         |                                                                                   |        |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 10.4    | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....                                                   | 10-102 |
| 10.4.1  | Condiciones de operación .....                                                    | 10-102 |
| 10.4.2  | Válvula mariposa para manejo de aire y agua limpia, diámetros 2" a 24" .....      | 10-102 |
| 10.4.3  | Válvula mariposa para manejo de aire y agua limpia, diámetros mayores a 24" ..... | 10-103 |
| 10.5    | MANO DE OBRA Y EQUIPO .....                                                       | 10-105 |
| 10.6    | SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE .....                                           | 10-106 |
| 10.6.1  | Manejo de residuos .....                                                          | 10-106 |
| 10.7    | CONTROL DE CALIDAD .....                                                          | 10-106 |
| 10.8    | CERTIFICACIONES .....                                                             | 10-106 |
| 10.9    | INSTALACIÓN .....                                                                 | 10-107 |
| 10.10   | PAQUETE DE REFACCIONES DE DESGASTE .....                                          | 10-107 |
| 10.11   | PLACA DE IDENTIFICACIÓN .....                                                     | 10-107 |
| 10.12   | EMBARQUE Y TRANSPORTE .....                                                       | 10-108 |
| 10.12.1 | Transporte .....                                                                  | 10-108 |
| 10.12.2 | Manejo y manipulación .....                                                       | 10-108 |
| 10.12.3 | Almacenamiento .....                                                              | 10-109 |
| 10.12.4 | Inspección al recibir los equipos .....                                           | 10-109 |
| 10.13   | PLAZO DE ENTREGA .....                                                            | 10-109 |
| 10.14   | GARANTÍAS .....                                                                   | 10-109 |
| 10.15   | MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....                                                    | 10-110 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|          |                                                                                          |                               |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Tabla 1  | Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 .....               | 2-4                           |
| Tabla 2  | Dimensiones para tuberías en acero al carbón e inoxidable .....                          | 2-5                           |
| Tabla 3  | Características principales en accesorios para tubería en acero al carbón .....          | 2-7                           |
| Tabla 4  | Composición química para tuberías de acero al carbón Grado B .....                       | 2-8                           |
| Tabla 5  | Composición química para Tuberías de Acero al Carbón, AWWA C-200 .....                   | 2-8                           |
| Tabla 6  | Protección anticorrosiva en función del material y su aplicación .....                   | 2-9                           |
| Tabla 7  | Tabla de propiedades de recubrimiento aplicado en laboratorio .....                      | 2-10                          |
| Tabla 8  | Registro de Pruebas en los Puntos Principales de Fabricación .....                       | 2-15                          |
| Tabla 9  | Métodos de prueba y propiedades de recubrimiento para tubería en AC .....                | 2-19                          |
| Tabla 10 | Dimensiones del Etiquetado de Acuerdo con el Tamaño de la Tubería .....                  | 2-23                          |
| Tabla 11 | Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 .....               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 12 | Comparativa de Principales Características Entre Tuberías RD 32.5 y RD 21 .....          | 3-29                          |
| Tabla 13 | Dimensiones y Pesos de Tuberías RD 32.5 en PEAD para 4 kg/cm <sup>2</sup> (57 psi) ..... | 3-30                          |
| Tabla 14 | Dimensiones de Tuberías RD 21 en PEAD para 7 kg/cm <sup>2</sup> (100 psi) .....          | 3-31                          |
| Tabla 15 | Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 .....               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 16 | Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 .....               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 17 | Dimensiones en Pulgadas para Bridas Slip-On ANSI/ASME B16.5 Clase 150 lbs .....          | 5-51                          |
| Tabla 18 | Dimensiones en Pulgadas para Bridas AWWA C207 tipo Steel-Ring Clase D, 150 psi .....     | 5-52                          |
| Tabla 19 | Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 .....               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 20 | Clasificación de Presión para Diferentes Diámetros Nominales .....                       | 6-62                          |
| Tabla 21 | Movimiento Permisible para Juntas Expansibles J-1W de un Arco .....                      | 6-63                          |
| Tabla 22 | Dimensiones Principales de Juntas Mecánicas JT5200 .....                                 | 6-64                          |
| Tabla 23 | Dimensiones Nominales y de Espárragos para Juntas JT4202 .....                           | 6-65                          |
| Tabla 24 | Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 .....               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 25 | Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 .....               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 26 | Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 .....               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 27 | Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020 .....               | ¡Error! Marcador no definido. |

*Tabla 28 Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020..... ¡Error! Marcador no definido.*  
*Tabla 29 Temperatura Estaciones Climatológicas de la Zona, Periodo: 1991-2020..... ¡Error! Marcador no definido.*



# Sección ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

## Tuberías

### 1. TUBERÍAS

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

### 2. TUBERÍAS METÁLICAS

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO

El presente concepto se refiere al suministro, fabricación, transporte, instalación y pruebas de tuberías metálicas destinadas a los sistemas de conducción, impulsión, distribución o proceso del proyecto, conforme a lo indicado en planos y especificaciones.

Las tuberías metálicas se utilizarán en líneas que requieran mayor resistencia mecánica, presión de trabajo elevada, condiciones estructurales especiales o compatibilidad con determinados fluidos del proceso. Formarán parte integral del sistema hidráulico del proyecto y deberán garantizar hermeticidad, resistencia estructural, durabilidad y adecuada protección contra la corrosión.

#### 2.2 ALCANCE

Esta especificación aplica al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación y pruebas de tuberías metálicas consideradas en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

Las tuberías deberán operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la presión de trabajo, integridad estructural y hermeticidad del sistema.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa, lo siguiente:

- Tubería metálica nueva y de primera calidad (acero al carbón, acero inoxidable u otro especificado).
- Accesorios metálicos compatibles (codos, tees, reducciones, bridas, transiciones).
- Uniones soldadas, bridadas o roscadas conforme al diseño.
- Recubrimientos internos y externos anticorrosivos cuando aplique.

- Soportes, abrazaderas y elementos de fijación.
- Mano de obra especializada para instalación y soldadura.
- Pruebas de hermeticidad en sitio.

Todo lo necesario para dejar la tubería completamente instalada, probada y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

### 2.3 NORMATIVIDAD

Para la fabricación e instalación de tuberías y accesorios en acero al carbón, acero inoxidable y acero galvanizado, se deben considerar diversas normativas nacionales e internacionales que aseguren la calidad, durabilidad y seguridad del sistema. A continuación, se presentan las principales normas aplicables:

#### 2.3.1 Normas nacionales

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:

- NOM-001-CONAGUA-2011: Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario - Hermeticidad - Especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-B-10: Tubos de acero al carbono con o sin costura (longitudinal o helicoidal) para usos comunes.
- NMX-B-177: Tubos de acero al carbono en diámetros de 3.175 mm (1/8") hasta 660.4 mm (26").
- NMX-B-179: Tubos de acero con o sin costura, series dimensionales.
- NMX-B-254: Acero estructural (ASTM A-36).
- NOM-026-STPS-2008: Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos en fluidos conducidos en tuberías.

Así como los lineamientos de selección, manipulación e instalación establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos. Comisión Nacional del Agua.

#### 2.3.2 Normas internacionales

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- SSPC (Steel Structures Painting Council)
- NACE- Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ANSI - American National Standards Institute
- ANSI/ASME A13.1: Sistema de identificación de tuberías para plantas industriales.

- API 5L: Especificación para tuberías de acero utilizadas en la industria del petróleo y gas
- API STD 1104: Normas de soldadura para la construcción de tuberías y accesorios.
- ASME B31.4 y B31.8: Código de tuberías de transmisión de líquidos y gas.
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- ASTM A53/A53M: Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless
- ASTM A134: Standard Specification for Pipe, Steel, Electric-Fusion (Arc)-Welded (Sizes NPS 16 and Over)
- ASTM A252: Especificación estándar para tuberías de acero soldadas helicoidalmente y sin costura.
- ASTM D16: Standard Terminology for Paint, Related Coatings, Materials, and Applications
- ASTM D2240: Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness
- ASTM D4417: Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel.
- ASTM D4541: Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers.
- ASTM D570: Standard Test Method for Water Absorption of Plastics
- ASTM G8: Standard Test Methods for Cathodic Disbonding of Pipelines Coatings.
- ASTM G14: Standard Test Method for Impact Resistance of Pipeline Coatings (Falling Weight Test)
- AWWA - American Water Works Association
- AWWA C200: Fabricación de tuberías de acero para servicios de agua.
- AWWA C203: Revestimiento y revestimiento exterior de alquitrán de hulla para tuberías de acero.
- AWWA C210: Revestimiento interior y exterior de tubería de acero con resinas epóxicas.
- NSF - National Sanitation Foundation
- ISO 9001: Sistemas de gestión de calidad.
- ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental.
- ISO 3183: Tubos de acero para el transporte de fluidos combustibles.

La normatividad mexicana prevalece sobre la extranjera y en caso discrepancias entre normatividades se deberá adoptar la más exigente.

## **2.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **2.4.1 Condiciones de operación**

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Altitud:                | 1575 msnm    |
| Presión atmosférica:    | 837.8 mmHg   |
| Temperatura del liquido | 20-30 grados |

### **2.4.2 Espesor de tubería**

Deberán respetarse los espesores de pared para cada diámetro según las normas ASTM y ASME (**Tabla 2**) aplicables al uso y presión de la línea.

Se utilizará tubería ASTM A53 Gr. B tipo “S” (seamless, sin costura) para diámetros hasta 36”. Esta clasificación especifica una serie de requisitos y características que aseguran la calidad y adecuación de estas tuberías para diversas aplicaciones, e incluye criterios de fabricación en su composición (**Tabla 2**) que garantizan las propiedades mecánicas requeridas para su aplicación:

- Resistencia a la tracción mínima: 415 MPa (60 ksi)
- Límite de fluencia mínimo: 240 MPa (35 ksi)

Para líneas en diámetros a partir de 40” y mayores, se utilizará tubería reforzada con soldadura helicoidal bajo los lineamientos ANSI / AWWA C200 para garantizar el cumplimiento de los requisitos de calidad y rendimiento para su uso en sistemas de conducción de agua. Gracias a los criterios de fabricación a partir de acero al carbono de alta calidad y reforzamiento de soldadura helicoidal por arco sumergido, esta tubería presenta una alta resistencia a la presión y una buena integridad estructural con excelentes propiedades mecánicas para su aplicación en transporte de agua:

- Resistencia a la Tracción: Mínimo 60,000 psi (415 MPa).
- Límite de Fluencia: Mínimo 35,000 psi (240 MPa).
- Elongación: Debe cumplir con los requisitos específicos establecidos por el estándar, generalmente un mínimo de 20%.

**Tabla 1 Dimensiones para tuberías en acero al carbón e inoxidable**

| Diámetro nominal |         | Diámetro exterior | Espesor | Cédula | Diámetro interno |          | Especificación de tubo        |
|------------------|---------|-------------------|---------|--------|------------------|----------|-------------------------------|
| NPS (Pulgadas)   | DN (mm) | mm                | mm      |        | mm               | Pulgadas |                               |
| 1/8              | 6       | 10,3              | 2.41    | S/C 80 | 5.48             | 0.22     | ASTM A53 Gr. B tipo "S" galv. |
| 1/4              | 8       | 13,7              | 3.02    | S/C 80 | 7.66             | 0.30     | ASTM A53 Gr. B tipo "S" galv. |
| 3/8              | 10      | 17,1              | 3.2     | S/C 80 | 10.7             | 0.42     | ASTM A53 Gr. B tipo "S" galv. |
| 1/2              | 15      | 21,3              | 3.73    | S/C 80 | 13.84            | 0.54     | ASTM A53 Gr. B tipo "S" galv. |
| 3/4              | 20      | 26,7              | 3.91    | S/C 80 | 18.88            | 0.74     | ASTM A53 Gr. B tipo "S" galv. |
| 1                | 25      | 33,4              | 4.55    | S/C 80 | 24.3             | 0.96     | ASTM A53 Gr. B tipo "S" galv. |
| 1 1/4            | 32      | 42,2              | 4.85    | S/C 80 | 32.5             | 1.28     | ASTM A53 Gr. B tipo "S" galv. |
| 1 1/2            | 40      | 48,3              | 5.08    | S/C 80 | 38.14            | 1.50     | ASTM A53 Gr. B tipo "S" galv. |
| 2                | 50      | 60,3              | 5.54    | S/C 80 | 49.22            | 1.94     | ASTM A53 Gr. B tipo "S" galv. |
| 2 1/2            | 65      | 73                | 5,16    | S/C 40 | 62,68            | 2,47     | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 3                | 80      | 88,9              | 5,49    | S/C 40 | 77,92            | 3,07     | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 3 1/2            | 90      | 101,6             | 5,74    | S/C 40 | 90,12            | 3,55     | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 4                | 100     | 114,3             | 6,02    | S/C 40 | 102,26           | 4,03     | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 5                | 125     | 141,3             | 6,55    | S/C 40 | 128,2            | 5,05     | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 6                | 150     | 168,3             | 7,11    | S/C 40 | 154,08           | 6,07     | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 8                | 200     | 219,1             | 8,18    | S/C 40 | 202,74           | 7,98     | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 10               | 250     | 273,1             | 9,27    | S/C 40 | 254,56           | 10,02    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 12               | 300     | 323,9             | 10,31   | 40     | 303,28           | 11,94    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 14               | 350     | 355,6             | 9,53    | 30     | 336,54           | 13,25    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 16               | 400     | 406,4             | 9,53    | 30     | 387,34           | 15,25    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 18               | 450     | 457,2             | 9,53    | Std    | 438,14           | 17,25    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 20               | 500     | 508               | 9,53    | Std    | 488,94           | 19,25    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 22               | 550     | 559               | 9,53    | Std    | 539,94           | 21,26    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 24               | 600     | 610               | 9,53    | Std    | 590,94           | 23,27    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |
| 28               | 700     | 660               | 9,53    | Std    | 640,94           | 25,23    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S"      |

## Sección ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. – Tuberías

| Diámetro nominal |         | Diámetro exterior | Espesor | Cédula | Diámetro interno |          | Especificación de tubo   |
|------------------|---------|-------------------|---------|--------|------------------|----------|--------------------------|
| NPS (Pulgadas)   | DN (mm) | mm                | mm      |        | mm               | Pulgadas |                          |
| 30               | 750     | 711               | 9,53    | Std    | 691,94           | 27,24    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S" |
| 32               | 800     | 762               | 9,53    | Std    | 742,94           | 29,25    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S" |
| 34               | 850     | 813               | 9,53    | Std    | 793,94           | 31,26    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S" |
| 36               | 900     | 914               | 9,53    | Std    | 894,94           | 35,23    | ASTM A 53 Gr. B tipo "S" |
| 40               | 1000    | 1016              | 9,5     | Std    | 996,94           | 39,25    | ANSI / AWWA C200         |
| 42               | 1050    | 1067              | 9,5     | Std    | 1047,94          | 41,26    | ANSI / AWWA C200         |
| 44               | 1100    | 1118              | 9,5     | Std    | 1098,94          | 43,27    | ANSI / AWWA C200         |
| 46               | 1150    | 1168              | 9,5     | Std    | 1148,94          | 45,23    | ANSI / AWWA C200         |
| 48               | 1200    | 1219              | 9,5     | Std    | 1199,94          | 47,24    | ANSI / AWWA C200         |
| 52               | 1300    | 1321              | 9,5     | -      | 1302             | 51,26    | ANSI / AWWA C200         |
| 54               | 1350    | 1372              | 9,5     | -      | 1353             | 53,27    | ANSI / AWWA C200         |
| 56               | 1400    | 1422              | 9,5     | -      | 1403             | 55,24    | ANSI / AWWA C200         |
| 60               | 1500    | 1524              | 9,5     | -      | 1505             | 59,25    | ANSI / AWWA C200         |
| 64               | 1600    | 1626              | 9,5     | -      | 1607             | 63,27    | ANSI / AWWA C200         |
| 68               | 1700    | 1727              | 9,5     | -      | 1708             | 67,24    | ANSI / AWWA C200         |
| 72               | 1800    | 1829              | 9,5     | -      | 1810             | 71,26    | ANSI / AWWA C200         |
| 76               | 1900    | 1930              | 9,5     | -      | 1911             | 75,24    | ANSI / AWWA C200         |
| 80               | 2000    | 2032              | 9,5     | -      | 2013             | 79,25    | ANSI / AWWA C200         |
| 88               | 2200    | 2235              | 9,5     | -      | 2216             | 87,24    | ANSI / AWWA C200         |
| 92               | 2300    | 2337              | 11,9    | -      | 2313,2           | 91,07    | ANSI / AWWA C200         |
| 96               | 2400    | 2438              | 12,7    | -      | 2412,6           | 94,98    | ANSI / AWWA C200         |
| 100              | 2500    | 2540              | 14,3    | -      | 2511,4           | 98,87    | ANSI / AWWA C200         |

Adaptado de ASME/ANSI B36.10/19 y ANSI / AWWA C200

### 2.4.3 Accesorios de tubería

Se seleccionarán accesorios de material similar al de la tubería de la línea. Dichos accesorios deberán cumplir con el tipo de unión y especificaciones de las características en la **Tabla 3**.

**Tabla 2 Características principales en accesorios para tubería en acero al carbón**

| Accesorio                        | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niples                           | ASTM A 53 Gr. B tipo "S" galv., cédula 80 para DN 15 (NPS ½) a DN 50 (NPS 2), dos extremos roscados, usar suavizador PTFE.                                                                                                                                           |
| Brida roscada                    | ASTM A 105 GALV, clase 150 R.F., para DN 15 (NPS ½) a DN 50 (NPS 2), usar suavizador de PTFE.                                                                                                                                                                        |
| Conexión roscada                 | ASTM A 105 galv., clase 3000, para DN 15 (NPS ½) a DN 50 (NPS 2), usar suavizador de PTFE.                                                                                                                                                                           |
| Conexión soldable a tope         | ASTM A 234 Gr. WPB, para DN 65 (NPS 2 ½) a DN 900 (NPS 36), diámetro interior igual al tubo pero con bisel.                                                                                                                                                          |
| Conexión instalaciones a presión | Nipolet extremo roscado, ASTM A 105, clase 3000, de DN 20 (NPS ¾).                                                                                                                                                                                                   |
| Empaque                          | Elastómero 100% de neopreno, prefabricado a cara completa de la brida, con centros de taladro previamente perforados y número según brida. Espesor del empaque 2 mm hasta 4", 3 mm hasta 14", 5 mm hasta 36" y 6 mm en diámetros mayores, clase de acuerdo a bridas. |
| Espárrago                        | ASTM A 193 Gr. B7 galvanizado por inmersión en caliente conforme a la especificación ASTM A 153 o equivalente, de acuerdo al párrafo 5.10 de ANSI/ASME B 1.1, para uniones bridadas de DN 15 (NPS ½) a DN 900 (NPS 36).                                              |
| Tuerca                           | ASTM A 194 Gr. 2H hexagonal, galvanizado por inmersión en caliente conforme a la especificación ASTM A 153 o equivalente, de acuerdo al párrafo 5.10 de ANSI/ASME B 1.1, para uniones bridadas de DN 15 (NPS ½) a DN 900 (NPS 36).                                   |
| Unión normal y mantenimiento     | Bridada roscada para DN 15 (NPS ½) a DN 50 (NPS 2); bridada cuello soldable para DN 65 (NPS 2 ½) a DN 900 (NPS 36).                                                                                                                                                  |

La conexión para toma de presión debe ser con nipolet para DN 65 (NPS 2½) a DN 900 (NPS 36). Para diámetros DN 50 (NPS 2) y menores, se consultarán las observaciones en los planos del ramal-cabezal.

### 2.4.4 Requisitos de fabricación

Los rollos de acero serán producidos proveniente de acero de horno a base de oxígeno (BOF) y planchones por fundición continua. El acero utilizado para fabricar la tubería será de alta resistencia, baja aleación, totalmente muerto, proveniente de grano fino, de-sulfurizado y tratado con calcio para el control de inclusiones. La placa de línea de tubería será termo-mecánicamente controlada y rolada en molino de acero.

Se emplearán los procedimientos de fabricación necesarios que satisfagan la norma de fabricación correspondiente a la tubería seleccionada en función de su diámetro. Además de las certificaciones

requeridas para cada tipo de línea, la empresa fabricante de la tubería contará con las certificaciones de control de calidad ISO-9000.

Para líneas con diámetros menores o iguales a 36", la composición química cumplirá con las especificaciones ASTM A53/A53M-20 para una línea de tubería de clasificación y calidad del acero en grado B (Tabla 4)

Para diámetros mayores, la línea de tubería será fabricada con un proceso de formado y soldado helicoidal mediante el método de arco sumergido espiral, certificado con la calidad del estándar AWWA C200 (Tabla 5) y NOM-001-CONAGUA-2011.

**Tabla 3 Composición química para tuberías de acero al carbón Grado B**

| Elemento       | Límite Máximo (%) |
|----------------|-------------------|
| Carbono (C)    | 0.30              |
| Manganeso (Mn) | 1.20              |
| Fósforo (P)    | 0.05              |
| Azufre (S)     | 0.045             |
| Silicio (Si)   | No especificado   |
| Cobre (Cu)     | 0.40              |
| Níquel (Ni)    | 0.40              |
| Cromo (Cr)     | 0.40              |
| Molibdeno (Mo) | 0.15              |
| Vanadio (V)    | 0.08              |

*Adaptación de ASTM A53/A53M-20*

**Tabla 4 Composición química para Tuberías de Acero al Carbón, AWWA C-200**

| Elemento       | Límite Máximo (%) |
|----------------|-------------------|
| Carbono (C)    | 0.30              |
| Manganeso (Mn) | 1.5               |
| Fósforo (P)    | 0.05              |
| Azufre (S)     | 0.04              |

*Adaptación de AWWA C200*

### 2.4.5 Tubería en acero galvanizado

La tubería galvanizada en diámetros DN 50 (NPS 2) y menores tendrá un espesor mínimo de galvanizado de 0.025 mm (0.001"), con el proceso de galvanizado por inmersión en caliente conforme a la especificación ASTM A 153 o equivalente. Adicionalmente, se le aplicará un acabado primario vinílico modificado de un solo componente, en color rojo mate de 1.3 mm (0.05") de espesor, el color de identificación de la tubería es de acuerdo con el servicio.

## 2.4.6 Tubería en acero inoxidable

A menos que se indique de otra manera, la tubería de acero deberá cumplir con la Norma ASTM A 312 – Especificaciones de tubería de acero austenítico inoxidable sin costura y con costura longitudinal. Se respetarán los espesores de pared y cédulas establecidos tanto para tuberías en acero al carbón como acero inoxidable (**Tabla 2**). Se utilizará acero inoxidable Tipo 316 sin costura cédula 40 con conexiones roscadas hasta 2-1/2 pulgadas y menores y conexiones soldables o bridadas para diámetros de 3 pulgadas y mayores. La tubería de 12 pulgadas de diámetro y mayores deberá cumplir la Norma ASTM A 409 – Especificaciones para tubería de acero austenítico de gran diámetro para servicios corrosivos o de alta temperatura, o A 778 – Especificaciones para productos tubulares de acero inoxidable con costura Tipo 316, de la cédula indicada, con juntas soldadas o bridadas.

La tubería de acero inoxidable de 2-1/2 pulgadas de diámetro y menores deberá tener extremos roscados con cuerdas NPT cubiertas con cinta de Teflón. La tubería de acero inoxidable de 3 pulgadas de diámetro y mayores y donde se indique tendrán conexiones para juntas soldables tipo campana, conexiones de soldadura a tope o bridas soldables tipo Slip-on. Todas las bridas de acero inoxidable tendrán tornillos y tuercas de acero inoxidable. Donde se indique, las tuberías de acero inoxidable tendrán extremos acanalados para coples tipo espiga excepto la tubería con espesor de pared menor a la cédula 40. Donde se indique, la tubería de acero inoxidable tendrá extremos lisos para coples tipo manga.

Rango de presión: A menos que se indique de otra manera, todas las conexiones deberán ser de acuerdo con la clase de presión especificada por la cédula de la tubería.

## 2.5 RECUBRIMIENTO

### 2.5.1 Recubrimiento y revestimiento de fábrica

La tubería contará con recubrimiento anticorrosivo aplicado en fabrica, para lo cual se emplearán los procedimientos necesarios que satisfagan la norma de recubrimiento de poliuretano 100% sólidos de conformidad con la norma AWWA C-222. Los materiales deben cumplir con los requerimientos de seguridad de agua potable, regulaciones federales, estatales y sistemas de aplicables para la transportación de agua.

Los sistemas de revestimiento consistirán en un tipo V de ASTM D16 polímero plástico de poliuretano aromático y termoestable que es el producto de reacción de resina de diisocianato de difenilmetano (MDI) y resina de poliol o resina de poliamida o una mezcla de resinas de poliol y poliamida.

### 2.5.2 Pintura

Todos los materiales, tuberías, en general estructuras metálicas y equipos a instalar deberán contar con protección anticorrosiva (**Tabla 6**). Exceptuando materiales que no requieran de protección adicional por su composición química o tipo de instalación, se cubrirá su superficie con películas protectoras conforme al tipo de material e instalación.

**Tabla 5 Protección anticorrosiva en función del material y su aplicación**

| Concepto | Tubería de Acero/Inmersión | Accesorios y Elementos Mecánicos | Enterrado o Ahogado en Concreto |
|----------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|----------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|

|                                                           |                                                                     |                                                                     |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo de limpieza</b>                                   | Chorro de arena acabado metal blanco                                | Chorro de arena acabado metal cercano a blanco                      | Chorro de arena acabado metal cercano a blanco                               |
| <b>Especificación</b>                                     | SSPC-SP-5                                                           | SSPC-SP-10                                                          | SSPC-SP-10                                                                   |
| <b>Recubrimiento Primario</b>                             |                                                                     |                                                                     |                                                                              |
| <b>Tipo</b>                                               | Epóxico catalizado con poliamidas y derivados de zinc, Color blanco | Epóxico catalizado con poliamidas y derivados de zinc, Color blanco | Poliuretano estructurado 100% sólidos y libre de solventes, Color Gris claro |
| <b>No. de capas y espesor mínimo seco en pulgadas c/u</b> | Dos de dos milésimas                                                | Dos de dos milésimas                                                | Dos de cinco milésimas                                                       |
| <b>Recubrimiento de Acabado</b>                           |                                                                     |                                                                     |                                                                              |
| <b>Tipo, color</b>                                        | Polisiloxano-epóxico de altos sólidos, color acuerdo proyecto       | Polisiloxano-epóxico de altos sólidos, color acuerdo proyecto       | Poliuretano estructurado 100% sólidos y libre de solventes, Color Gris claro |
| <b>No. de capas y espesor mínimo seco en pulgadas c/u</b> | Dos de tres milésimas                                               | Dos de tres milésimas                                               | Dos de cinco milésimas                                                       |

Los materiales a usar en el interior y exterior de la tubería de acero deberán cumplir con todos los requerimientos físicos emitidos o documentados en un TDS (Technical Data Sheet) ficha técnica como los mostrados en la **Tabla 7**. Los recubrimientos a ser probados deberán ser totalmente curados en acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Todas las tuberías deberán llevar un recubrimiento protector exterior para todos los diámetros, mientras que tuberías mayores a 4" de diámetro tendrán también un recubrimiento interior. Se utilizarán recubrimientos internos y externos adecuados, como resinas epóxicas, alquitrán de hulla (de acuerdo con la **Tabla 6**) y/o sistemas de protección catódica para prevenir la corrosión

**Tabla 6 Tabla de propiedades de recubrimiento aplicado en laboratorio**

| Propiedad                                                                                            | Requerimiento                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Desprendimiento Catódico (28 días)                                                                   | 12 mm en radio máximo                                                         |
| Flexibilidad 180° mandril para dobles por arriba de 77 mm                                            | No grietas o de-laminación                                                    |
| Resistencia al impacto                                                                               | 8.5 N-m Mínimo                                                                |
| Resistencia a la abrasión CS17 Wheel, 1kg peso                                                       | 100 mg de pérdida por 1,000 rev., máximo.                                     |
| Resistencia Química 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 30% NaCl, 30% NaOH y #2 combustible diésel. | 5% en cambio de masa, longitud o peso después de 30 días de inmersión máximo. |

| Propiedad             | Requerimiento       |
|-----------------------|---------------------|
| Resistencia eléctrica | 250 V/mil, mínimo   |
| Absorción de agua     | 2.0% Máximo.        |
| Dureza                | 65 Shore D, Mínimo. |
| Adhesión              | 1500 PSI            |

### ***Desprendimiento catódico***

El desprendimiento catódico de los sistemas de recubrimiento debe ser determinado en acuerdo con ASTM G8. Las pruebas deben ser llevadas a cabo a 1.5 volts por 30 días. El radio del desprendimiento debe ser un máximo de 12mm y medido desde el borde hasta el inicio del Holiday (discontinuidad en la película del recubrimiento que exhiba conductividad eléctrica a un voltaje específico).

### ***Flexibilidad***

La flexibilidad de los recubrimientos debe ser determinados en acuerdo con ASTM D522. Los sistemas de recubrimiento deben soportar un doblez a 180° con un mandril por arriba de 76 mm (3 in) no presentando grietas ni de laminaciones.

### ***Resistencia al impacto***

La resistencia al impacto del recubrimiento debe ser determinado con ASTM G14. 5 muestras deben ser ensayadas y promediados sus resultados. Un promedio debajo de 8.4 N-m debe constituir como falla.

### ***Resistencia a la abrasión***

La resistencia a la abrasión del sistema de recubrimiento debe ser determinado en acuerdo con ASTM D4060 usando CS17 balín con un peso a 1 kg. La resistencia de la abrasión debe ser un máximo de 100 mg de pérdida de recubrimiento (promedio de tres ensayos) por 1,000 revoluciones.

### ***Resistencia química***

La resistencia química debe ser determinada en acuerdo con ASTM D543 practica A, procedimiento I, como un mínimo de temperatura de 21°C. preparado de 1.5 in x 5 in aproximadamente, las muestras del recubrimiento solamente. (no empalmadas con cualquier otro sustrato) el espesor es determinado por la sección 7.3. muestras de peso y registro de masa al miligramo más cercano medida la longitud y ancho de cada muestra al más cercano de 10th de un milímetro. Las muestras inmersas completamente situadas adecuadamente en contenedores con las siguientes soluciones (una solución por contenedor):

- 10 % de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y #2 de combustible diésel.
- 30% de cloruro de sodio (NaCl)
- 30% de hidróxido de sodio (NaOH)

En caso de requerirse por condiciones químicamente agresivas en el sitio de instalación (suelo, ambiente, fluido), el fabricante debe facilitar el análisis de reactivos adicionales. La inmersión es

durante 30 días. Durante la prueba se reponen las pérdidas de los reactivos causados por la evaporación, cuando sea aplicable. Después de 30 días se remueven las probetas, se enjuagan y se secan. Se dejan las muestras reposar por 24 hrs antes del pesado y la medición de las dimensiones. Las muestras no ganarán ni perderán más de 5% del total de la masa o el 5% de la longitud o el ancho después de 30 días de inmersión en cada uno de los reactivos. Después de reposo de 24 hrs.

Las muestras deben no exhibir cualquier ampollamiento, agrietamiento o ablandamiento u otra forma de deterioro. Cambios en el color, o mancha debe no considerarse como falla.

### ***Resistencia eléctrica***

La resistencia eléctrica del sistema de recubrimiento debe ser ensayada en acuerdo con ASTM D149 (a 20 mil). Un promedio evaluado por debajo de lo mostrado en la tabla de propiedades debe considerarse una falla.

### ***Absorción de agua***

El sistema de recubrimiento debe tener un máximo de absorción de agua del 2.0% como es determinado por ASTM D570.

### ***Dureza***

El sistema de recubrimiento debe tener un mínimo de dureza de 65 en la escala Shore D de acuerdo con ASTM D2240.

### ***Adhesión***

La adherencia del poliuretano al acero es determinada de acuerdo a ASTM D4541 los parámetros de aceptación se enlistan en la Tabla de propiedades los cuales son homologados con la norma AWWA C-222 vigente.

### ***Mínimo espesor de película seca de poliuretano:***

El mínimo espesor de película seca debe ser de 500  $\mu\text{m}$  (20 mil) en el interior de la línea de tuberías, y 625  $\mu\text{m}$  (25 mil) en el exterior del recubrimiento, o el mínimo espesor requerido por las recomendaciones y requerimientos del fabricante, lo que sea mayor.

### ***Máximo espesor de película seca.***

Los recubrimientos pueden ser aplicados para cualquier espesor máximo de película seca de acuerdo a lo recomendado por el fabricante, sin embargo, no deberán exceder de los 50 mils para esta especificación.

### ***Medición de espesor de película seca.***

El espesor de la película seca debe ser medido en acuerdo con SSPC-PA 2. Los promedios enlistados en SSPC-PA 2 deben ser eliminados y ninguna lectura individual debe ser menor que lo especificado.

## **2.6 CORTE Y SOLDADURA**

Se utilizará soldadura de arco, manual o semiautomática, con electrodos E6010 o E6012. Los tipos de soldadura incluyen soldadura a tope con ranura rectangular o en "V".

La unión de tubos se realizará a tope, con ranura rectangular, en 'V' o doble 'V' y de penetración completa o bien en algunos casos con traslape en cuyo caso la soldadura es de filete o chaflán.

Toda soldadura manual para el acero estructural y de tuberías será realizada con electrodos serie E-70xx que cumplan con la última edición de la especificación “Specification for Mild Steel Arc Welding Electrodes A5.1”, o de la “Specification for Low Alloy Steel Covered Arc Welding Electrodes A5.5” de la American Welding Society (AWS).

El proceso de soldadura debe seguir las indicaciones de la API-1107 para soldadura en campo y asegurarse de cumplir con las normativas de ASME B31.8 para relevado de esfuerzos cuando sea necesario.

Todas las soldaduras se inspeccionarán por medio de radiografías o/y líquidos penetrantes según se especifica, lo que permitirá tener la seguridad de que están correctamente aplicadas. Se efectuará examen visual y corrección necesaria de todas las soldaduras que no cumplan con los requisitos indicados.

- Se probará en su totalidad el diez por ciento de todas las soldaduras a tope y biseladas que se extiendan continuamente por 24 pulgadas (30 cm), de acuerdo con AWS D1.1, Parte B, Pruebas Radiográficas de Soldaduras, Capítulo 6. Todas las soldaduras a tope y biseladas que se extiendan continuamente por más de 24 pulgadas serán probadas aleatoriamente a intervalos no mayores de 36 pulgadas (45 cm).
- Cada junta soldada radiografiada (el 10%) debe radiografiarse al 100 %, el resto de las juntas se deben inspeccionar al 100 % visualmente y con líquidos penetrantes el 100% de las juntas.

## 2.7 SUMINISTRO

El CONTRATISTA suministrará la tubería de acero al carbón completa y en condiciones para su correcta operación.

El FABRICANTE suministrará tubo de acero bajo las especificaciones anteriormente descritas en tramos de hasta 15 metros de longitud. Incluye las siguientes operaciones realizadas en fábrica: biselado, limpieza exterior e interior de tubería de acero a grado metal blanco SSPC-SP-10, protección anticorrosiva exterior e interior con poliuretano 100% de altos sólidos, que cumpla con la norma AWWA C-222 vigente, protección para su acarreo (crucetas interiores) y transporte hasta el sitio de su colocación, maniobras necesarias, mano de obra, equipo, materiales y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Todos los materiales deberán estar claramente identificados con la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Certificado de Calidad del Material.
- Especificaciones Técnicas.
- Identificación del material.
- Número de lote.
- Lugar y fecha de fabricación.
- Fecha de caducidad (según aplique).

- Cantidad por empaque.
- Instrucciones de almacenamiento.

## **2.8 CONTROL DE CALIDAD**

El dossier de calidad será entregado en español por cada tubo fabricado y liberado previo al envío por transporte terrestre. Será entregado en original y en digital y contendrá por lo menos:

1. Hoja de remisión
2. Formato de entrega-recepción en sitio
3. Identificación del fabricante
4. Designación de la especificación
5. Tamaño nominal y cédula
6. Número de lote y/o código de trazabilidad.
7. Certificados de material base (bobina, colada, etc)
8. Certificado de fundente
9. Certificado de electrodo
10. WPS, PQR y WPQ para los trabajos de soldadura DSAW y para preparaciones (validado por CWI)
11. Análisis químico por colada de material base
12. Ensayo de tensión por colada de material base
13. Ensayo de tensión en soldadura lote (por colada o cada 50 ton de fabricación)
14. Inspección por líquidos penetrantes
15. Inspección del recubrimiento por continuidad
16. Inspección del recubrimiento por adherencia
17. Reporte de prueba hidrostática
18. Informe de resultados

El fabricante de acero realizará el análisis de colada para integrarse al dossier de calidad. Los análisis de producto se realizarán subsecuentemente en muestras de rollo terminado (o tubería) rolados de placas. Las muestras de verificación de producto serán analizadas químicamente con equipos y métodos establecidos del fabricante nacional seleccionado.

## **2.9 CERTIFICACIONES**

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones de calidad requeridas para cada etapa del proceso de producción:

- Fabricación de acero: 2009 ISO 9001:2015 / ISO TS 16949.
- Rolado de rollo: ISO 9001: 2015 / ISO TS 16949

- Fabricación de tubería: ISO 9001: 2015 / ASTM A 53 GRADO B / NOM 001 CONAGUA – 2011 / AWWA C-200.
- Recubrimiento: ISO 9001: 2015 / API 5L Licencia: 5L-0831/ API-Q1 /NOM 001 CONAGUA – 2011 / AWWA C-222.
- OHSAS 18001:2007

Cada tubo será identificado por un único número, y todos los datos correspondientes relacionados a esta tubería son registrados de acuerdo con el sistema de gestión de calidad de planta del fabricante nacional seleccionado.

## 2.10 INSPECCIÓN EN FÁBRICA

El FABRICANTE deberá incluir todos los certificados de calidad y de pruebas realizadas en fábrica de todos y cada uno de los elementos que se incluyen en su oferta.

En cada sección de inspección y proceso, los resultados serán registrados adecuadamente.

**Tabla 7. Registro de Pruebas en los Puntos Principales de Fabricación**

| Punto de inspección                  | Registro de pruebas y resultados                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recepción de Rollo                   | Número de rollo y número de colada registrado y verificado contra Remisión. Se evalúan los certificados de calidad y dimensionales y se le asigna un número de lote interno para su identificación y trazabilidad. |
| Entrada de rollo                     | Identificación de rollo que se verifica contra programa de producción. Se realiza la medición de espesor, ancho, peso y se registran.                                                                              |
| Soldadura de Costura de punta y cola | Se realiza la unión de punta y cola en un paso sencillo con SAW.                                                                                                                                                   |
| Preparación de orillas               | Preparación de las orillas de acuerdo a WPS de soldadura.                                                                                                                                                          |
| Molino/Formación.                    | Conformación de tubería, el diámetro es monitoreado y registrado.                                                                                                                                                  |
| Identificación de Soldadura          | Identificación de consumibles. Los parámetros son controlados de acuerdo a WPS y son registrados                                                                                                                   |
| Soldadura Exterior e Interior        | Aplicación de soldadura interna y exterior de acuerdo a parámetros de WPS.                                                                                                                                         |
| Control de ultrasonido del Molino    | Resultados de la prueba son reportados y se le da su disposición correspondiente.                                                                                                                                  |
| Corte de Tubo                        | Corte del tubo a longitudes especificadas. Cada longitud es registrada                                                                                                                                             |
| Marcado de tubo                      | Se asigna identificación a cada tubo único, de acuerdo a programa de lotes asignado.                                                                                                                               |
| Inspección preliminar                | Prueba dimensional preliminar.<br>Se registran las mediciones.                                                                                                                                                     |
| Biselado final                       | Se realiza biselado de acuerdo a dimensiones especificadas.                                                                                                                                                        |

| Punto de inspección                                                                             | Registro de pruebas y resultados                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ultrasonido manual                                                                              | Los resultados de la prueba son registrados por el operador técnico. Y la disposición de las indicaciones detectadas.                                                                                                |
| Inspección visual interior y exterior                                                           | Se realiza inspección visual, aplicando criterios de aceptación/rechazo de acuerdo a AWWA C-200, plan control o procedimiento llevado en el sistema de gestión de calidad de planta TH o especificación del cliente. |
| Inspección ultrasónica a las reparaciones hechas por soldadura con FCAW (Flux Core Arc Welding) | Se realiza a cada reparación realizada conforma al WPS de soldadura.                                                                                                                                                 |
| Prueba Hidrostática                                                                             | La presión y el tiempo será de 3 MPA por 30 segundos como mínimo                                                                                                                                                     |
| Pesaje                                                                                          | Cada tubo es pesado y registrado.                                                                                                                                                                                    |
| Pruebas de laboratorio                                                                          | Se realizan pruebas mecánicas y químicas de acuerdo a la frecuencia y tipo que especifica AWWA C-200.                                                                                                                |
| Cumplimiento de procesos y pruebas de la Tubería.                                               | Cuando han sido satisfactorios todos los procesos y pruebas especificadas, el tubo es aprobado y puede continuar para la aplicación de recubrimientos.                                                               |

## 2.11 INSTALACIÓN

La instalación de tuberías y accesorios en acero al carbón deberá seguir las recomendaciones de fabricante y normatividad aplicable. Éstas incluyen, pero no se limitan a las mencionadas en este apartado.

### 2.11.1 Aspectos generales

Todas las tuberías de acero al carbón serán instaladas de manera adecuada y bien trabajadas, alineadas apropiadamente y cortadas tomando las medidas en el sitio para determinar las interferencias con estructuras, arreglos arquitectónicos y equipos. Se permitirá tener descubiertas las tuberías una máxima altura libre para acceder al equipamiento, y donde sea necesario toda la tubería será instalada con suficiente pendiente para ventilar o drenar los líquidos y condensarlos en los puntos bajos. Toda la instalación deberá ser aceptada por el supervisor.

### 2.11.2 Preparación

#### *Almacenamiento*

Almacenar las tuberías en un área plana y nivelada, protegida del sol directo y agentes químicos que puedan degradar el material.

#### *Inspección del material*

Se realizará una inspección visual a toda la superficie exterior del 100% de los tubos en busca de recubrimientos o barnices temporales del fabricante del tubo, defectos como laminaciones, daños en el bisel, abolladuras, muescas, superficie ovalada (dimensional) y otros daños que el inspector

considere que afecte la calidad del recubrimiento. El inspector decidirá si los tubos que presenten dichos daños pueden continuar el proceso, o si pueden ser reparados o deben ser descartados. En caso de que algunos defectos encontrados se reparen mediante esmerilado, se debe tener cuidado de que no se reduzca el espesor de pared remanente esté dentro de los límites indicados en el estándar AWWA C200.

### ***Limpieza abrasiva:***

El abrasivo a utilizar será granalla de acero tipo Grit y Shot de dureza entre 56 - 60 HRC, para alcanzar los rangos de perfil de anclaje indicados en esta especificación.

Se puede utilizar arena sílica, siempre y cuando garantice el grado de limpieza y el anclaje especificado por el cliente.

Los abrasivos son almacenados en un sitio limpio, seco, techado en las instalaciones. Deberán tomarse todas las medidas necesarias para asegurar que los abrasivos y las arenas no se mojen o contaminen durante su almacenamiento en la planta.

Antes de comenzar la limpieza abrasiva, la superficie del tubo deberá ser calentada para mantener su temperatura a 3 °C (5 °F) por encima del punto de rocío al momento de entrar a la cabina de granallado, sin llegar a superar los 150 °C (302 °F).

Los extremos de los tubos deberán ser protegidos a fin de evitar que entre polvo al interior producto de la limpieza abrasiva; en caso de que esto suceda, este contaminante debe ser eliminado mediante soplado con aire comprimido limpio y seco, antes de la aplicación de los recubrimientos.

Los abrasivos utilizados para preparar la superficie deberán estar limpios y secos, libres de grasa, aceite, sales solubles y otros contaminantes. La pureza del abrasivo deberá ser verificada al menos al inicio de cada turno, según la norma SSPC-AB 2. En caso de que una muestra de abrasivos no cumpla con los criterios de aceptación establecidos en la mencionada norma, se tomarán dos (02) muestras adicionales de abrasivo; si una de éstas dos muestras adicionales no cumple con los criterios de aceptación mencionados, todo el abrasivo ubicado en las máquinas de granallado será rechazado y un nuevo lote de material será utilizado, siempre y cuando cuente con el análisis de control de calidad hecho al momento de la recepción del material.

El punto de rocío se medirá al momento de la limpieza con chorro abrasivo utilizando un Positector o cualquier equipo reconocido por la industria. La temperatura del acero debe ser un mínimo de 5° F (3° C) por encima de la temperatura del punto de rocío durante la limpieza con chorro abrasivo y aplicación del material de recubrimiento. La temperatura ambiente debe estar dentro de las recomendaciones del fabricante del recubrimiento.

La superficie exterior de los tubos será preparada mediante limpieza abrasiva hasta alcanzar el grado NACE No. 2/SSPC-SP 10 o NACE No.1/SSPC-SP 5, según corresponda.

El perfil de anclaje obtenido luego de la limpieza abrasiva deberá presentar una profundidad mínima para sistemas de tubería inmersa de 3 milésimas y en exterior 2.5 milésimas. La medición del perfil de anclaje es de acuerdo al Método C del estándar ASTM D4417.

Se medirá el perfil de anclaje cada dos (02) horas durante el proceso de producción y, una vez por turno, se harán al menos tres (03) mediciones puntuales en diversas zonas de un tubo, para asegurar que se tiene un patrón de anclaje homogéneo a lo largo de la superficie del tubo. Por cada punto de medición, se deberán colocar tres (03) cintras réplicas y se registrará el valor promedio de las tres.

***Reciclaje de abrasivos.***

Cuando los equipos de abrasivos o arena se usen material usado o de reciclaje, estos deben mantenerse libres de cualquier contaminante y secos y pasar por un sistema de recolección de polvos finos. Las cintras réplica se deberán colocar en los registros de inspección.

**2.11.3 Aplicación de recubrimientos**

***General.***

Todas las características que a continuación se documentan son registradas y mantenidas de acuerdo con el Sistema de Gestión de Calidad del fabricante de la tubería.

***Entrenamiento.***

La aplicación de los recubrimientos debe ser completada y supervisada por personal capacitado o inspector calificado y certificado NACE nivel I o II. Los operadores de los equipos de limpieza y de aplicación deben tener la experiencia necesaria para estas funciones.

***Temperatura y calentamiento.***

La temperatura del acero debe estar al menos 3 °C por arriba del punto de rocío durante el proceso de limpieza y las aplicaciones de los recubrimientos.

***Condiciones de medio ambiente.***

La Humedad Relativa deberá ser por debajo del 80% para poder aplicar el Sistema de Recubrimiento.

***Calentamiento de la tubería.***

La superficie del acero puede ser calentada a una temperatura que pueda recomendar el fabricante dentro de los límites sin contaminar la superficie en el proceso de aplicación de recubrimiento. Con el objetivo de cumplir con el punto de rocío o acelerar el curado del recubrimiento.

***Calentamiento de materiales de recubrimiento.***

Calentamiento de material de recubrimiento. Componentes de material de revestimiento precalentado, calentadores en línea, mangueras calentadas u otros métodos pueden ser utilizados para facilitar la aplicación del recubrimiento. El calentamiento debe cumplir con las recomendaciones del revestimiento fabricante.

***Número de capas.***

Se aplicarán de acuerdo con lo especificado en la **Tabla 6**.

***Reparación de recubrimiento.***

Las áreas de reparación deben ser determinadas por un técnico especialista NACE I calificado para tal determinación.

***Eliminación del revestimiento dañado.***

Si es necesario, el recubrimiento dañado o incorrectamente aplicado deberá eliminarse mediante raspado o abrasivo. Todo recubrimiento sin curar debe ser removido. No es necesario eliminar el

revestimiento que está bien unido. Las áreas tales con picaduras pueden no requerir la eliminación de ningún revestimiento, pero debe ser reparado.

#### **2.11.4 Excavación y preparación de zanjas (líneas enterradas)**

- Dimensiones de la Zanja: Las zanjas deben tener un ancho suficiente para permitir el correcto manejo y unión de las tuberías, así como para compactar el relleno alrededor de las mismas.
- Cama de Apoyo: Colocar una capa de material granular bien compactado (arena o grava) de al menos 10 cm de espesor en el fondo de la zanja.

Para mayor información sobre la excavación y preparación de zanjas, deberán consultarse las memorias y planos correspondientes del proyecto civil para la PP1 Miravalle.

#### **2.11.5 Colocación en la zanja (líneas enterradas)**

- Alineación: Alinear las tuberías correctamente para evitar tensiones que puedan causar fracturas.
- Relleno: Rellenar la zanja con material granular compactado en capas, asegurándose de que el material de relleno rodee completamente la tubería.

Para mayor información sobre el material y proceso de relleno de las zanjas, deberán consultarse las memorias y planos correspondientes del proyecto civil para la PP1 Miravalle.

#### **2.11.6 Colocación en soportaría y sujetadores (líneas expuestas)**

Toda la tubería será firmemente sujeta con soportes fabricados o comerciales, de acuerdo con los planos y documentos del Proyecto. Donde sea necesario de acuerdo con el equipamiento o las estructuras, se utilizarán accesorios de sujeción para su fijación.

#### **2.11.7 Unión de tuberías y accesorios**

Se utilizarán métodos como soldadura, bridas, coples o ranuras con juntas mecánicas según la norma correspondiente.

Las uniones en soldadura deberán realizarse según los procedimientos calificados (API 1104, ASME IX), utilizando soldadores calificados.

Las uniones bridadas serán hechas con empaques tipo 316 de acero inoxidable con pernos y tuercas. Los pernos deberán fijarse con cuidado para evitar torsión.

#### **2.11.8 Inspección y pruebas**

##### ***Inspección***

Durante la preparación y recubrimiento de la tubería, todas las áreas deben ser inspeccionadas por continuidad eléctrica espesores e Inspección Visual de acuerdo a esta especificación, se registrará cada prueba realizada para ser documentada de acuerdo con los requerimientos de la **Tabla 9**.

**Tabla 8 Métodos de prueba y propiedades de recubrimiento para tubería en AC**

| Propiedades | Método de prueba. |
|-------------|-------------------|
|-------------|-------------------|

| Prueba de curado         | Por fabricante     |
|--------------------------|--------------------|
| Apariencia visual        | AWWA C-222 vigente |
| Espesor de película Seca | AWWA C-222 vigente |
| Continuidad eléctrica    | AWWA C-222 vigente |
| Pull Off Adhesión.       | AWWA C-222 vigente |

Todos los tubos revestidos deben ser inspeccionados visualmente. El recubrimiento debe ser generalmente liso y sin protuberancias agudas. Una pequeña cantidad de huecos, ojuelos (pinholes), raspaduras y escurrimientos que no excedan el 10 por ciento de la superficie no se considerará como causa de rechazo. El revestimiento no tendrá ampollas, grietas, burbujas, de laminación o cualquier otro defecto visible. No habrá áreas con falta de adhesión en el recubrimiento. Todas las imperfecciones deben ser identificadas y reparadas de acuerdo a esta especificación.

### ***Pruebas de espesor***

El espesor de la película seca se medirá de acuerdo con SSPC-PA 2 para garantizar el cumplimiento de espesor establecido.

La inspección de continuidad eléctrica será conducida de acuerdo con NACE SP-0188 en cualquier momento después de que el recubrimiento alcanzó un curado suficiente. La configuración de voltaje puede ser por recomendación del fabricante, excepto que el mínimo será de 100 V / mil.

### ***Pruebas de adhesión***

Las pruebas de adhesión se realizarán en dos secciones lo suficientemente curadas la frecuencia será una al inicio del turno y uno a la mitad del turno. Las pruebas de adhesión deberán conducirse de acuerdo con ASTM D4541. La adhesión será considerada satisfactoria si el valor de la prueba es un mínimo de 1,500 psi (10,305 kPa). Si la adhesión no es satisfactoria, se realizarán dos pruebas adicionales en dos ubicaciones diferentes en el mismo tubo. Si cualquiera de las pruebas adicionales falla, la tubería debe ser rechazada. Si la tubería es rechazada, se realizará una inspección sistemática de todos los tubos revestidos, y todas las tuberías que no cumplan con este requisito de adhesión serán rechazadas. Áreas de prueba dañadas de las tuberías aceptadas se reparan, y las áreas que se determine que tienen una adhesión insatisfactoria deben ser reprocesadas.

Al terminar toda la instalación será cuidadosamente revisada en cuanto a las uniones adecuadas, los suficientes soportes, interferencias y daños de la tubería, accesorios y recubrimientos. Los daños serán reparados a la satisfacción del supervisor a cargo.

### ***Pruebas de soldadura***

Inspeccionar soldaduras críticas utilizando técnicas no destructivas como radiografía o ultrasonido.

### ***Prueba de presión***

A todo el sistema de tubería se la hará una prueba de presión de acuerdo a los que se indica en el plan de tubería por un período de cuando menos una hora, sin exceder las tolerancias señaladas en el plan de tubería. Las tuberías estarán sujetas a 1.5 veces la máxima presión de trabajo. Se inspeccionará visualmente todas las uniones y accesorios en busca de fugas durante la prueba de presión.

El contratista proveerá todo el equipo para las pruebas, materiales y no representará ningún costo extra.

El método de prueba debe aplicarse será de acuerdo con la NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.

### ***Prueba de fugas***

Las fugas podrán ser determinadas por pérdida de presión, soluciones de jabón, indicadores químicos u otro dispositivo y método aprobado. Todos los accesorios conectados a la línea y susceptibles de ser dañados en las pruebas deberán desconectarse o aislarse de la línea.

Las fugas serán reparadas a satisfacción del supervisor y el sistema será nuevamente probado hasta que no existan fugas.

## **2.12 IDENTIFICACIÓN**

La señalización adecuada de las tuberías de agua o lodos es crucial para asegurar la seguridad y eficiencia operativa en una planta de tratamiento de aguas. A continuación, se detallan los criterios de señalización e identificación que deberán tenerse en cuenta dentro de la PP1 Miravalle:

### **2.12.1 Colores de identificación**

Se usarán códigos de colores de acuerdo con normas nacionales como la NOM-026-STPS-2008, así como estándares internacionales ANSI/ASME A13.1-2015 para identificar el contenido de las tuberías. Dichos colores se dividirán de la siguiente manera:

- Agua potable: Verde
  - En el caso de distintos tipos de agua (cruda, tratada, lodos, etc.), cada tipo deberá llevar un color distinto, el cual será convenido con la supervisión o el organismo operador.
- Fluidos o químicos inflamables: Amarillo
- Fluidos o químicos tóxicos/corrosivos: Naranja
- Líneas para combate de incendios: Rojo

### **2.12.2 Contenido de la etiqueta**

Deberán cumplirse los lineamientos de la NOM-026-STPS-2008 en el etiquetado e identificación de líneas. Las etiquetas deben incluir la información pertinente para la identificación del fluido, dirección y cualquier característica que sea pertinente para garantizar la seguridad de la operación.

- **Nombre del contenido:** Ejemplo: "Agua Potable", "Lodos"
- **Dirección de flujo:** Indicado con flechas en ambos extremos de la etiqueta.
- **Propiedad adicional:** Información de peligros químicos, presión y temperatura si es relevante.

### **2.12.3 Dimensiones de etiquetas y flechas**

Las dimensiones de las etiquetas y flechas, así como la identificación textual del fluido deben ser proporcionales al diámetro de la tubería (**Tabla 10**)



**Tabla 9 Dimensiones del Etiquetado de Acuerdo con el Tamaño de la Tubería**

| Diámetro de tubería | Largo de la etiqueta |
|---------------------|----------------------|
| < 2" (51 mm)        | 8" (200 mm)          |
| 2"-6" (51-150 mm)   | 12" (300 mm)         |
| 6"-10" (150-250 mm) | 24" (600 mm)         |
| > 10" (250 mm)      | 32" (800 mm)         |

*Basado en: NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos en fluidos conducidos en tuberías*

La identificación de los fluidos en las tuberías tendrá un color de seguridad, un color contrastante, información complementaria y una flecha que indicará la dirección del fluido, y se ubicarán de forma que sean visibles desde cualquier punto en la zona o zonas en las que se ubica el sistema de tuberías y en la cercanía de válvulas.

#### **2.12.4 Material de las etiquetas**

Se utilizarán etiquetas resistentes a químicos, radiación solar (en tuberías expuestas a la intemperie) humedad, abrasión y temperaturas extremas. Éstas deberán contar con adhesivos fuertes que se mantengan adheridos en todas las condiciones operativas.

#### **2.12.5 Colocación de etiquetas**

Las tuberías expuestas y visibles deberán contar con etiquetado a intervalos regulares a lo largo de la tubería. En tramos rectos se ubicarán a intervalos regulares no mayores a lo indicado a continuación:

- a) Para un ancho de banda del color de seguridad de hasta 200 mm, cada 10 m.
- b) Para anchos de banda mayores a 200 mm, cada 15 m.

Asimismo, deberán colocarse etiquetas en puntos críticos como uniones, válvulas, cambios de dirección, entradas y salidas de unidades y equipos. Finalmente, al realizar el etiquetado deberá asegurarse de que las etiquetas sean visibles desde todos los ángulos posibles.

#### **2.12.6 Diagramas y señales adicionales**

El plano general de la planta deberá contar con la codificación de colores y una leyenda de los contenidos de las tuberías.

Para el caso de líneas con características especiales de fluido, presión o por el tipo de instalación, deberán colocarse señales de advertencia adicionales o información complementaria en áreas de alto riesgo, indicando peligros específicos (e.g., "Peligro: Contenido Corrosivo"), conforme lo dicta la NOM-026-STPS-2008.

### **2.13 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

### **2.13.1 Manejo de residuos**

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

### **2.14 PLACA DE IDENTIFICACIÓN**

Las tuberías deberán contar con marcado permanente del fabricante, conforme a las normas de fabricación aplicables, que permita identificar sus características principales y garantizar la trazabilidad del material.

El marcado deberá realizarse mediante impresión, grabado o estampado permanente, de manera que permanezca legible durante toda la vida útil del sistema.

El marcado deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Material de la tubería.
- Diámetro nominal de la tubería.
- Clase o presión nominal de diseño (PN o Class).
- Norma de fabricación aplicable.
- Fecha o lote de fabricación.
- Cuando las tuberías formen parte de sistemas críticos o líneas principales del proceso, se deberá contar adicionalmente con identificación del sistema de tuberías, indicando:
  - TAG o identificación de la línea.
  - Fluido transportado.
  - Nombre del proyecto o instalación.

### **2.15 EMBARQUE Y TRANSPORTE**

El alcance será la PP1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de las tuberías deberá realizarse de forma que se preserve la integridad estructural, dimensional y superficial de las tuberías y accesorios, evitando deformaciones, golpes, cortes, contaminación o deterioro de los materiales.

El Contratista será responsable de garantizar que las tuberías lleguen al sitio de la obra en condiciones adecuadas para su instalación y funcionamiento dentro del sistema hidráulico.

#### **2.15.1 Transporte**

Las tuberías deberán transportarse adecuadamente protegidas para evitar daños durante su traslado.

Durante el transporte se deberán cumplir, como mínimo, las siguientes condiciones:

- Las tuberías deberán transportarse sobre soportes, bastidores o superficies adecuadas que eviten deformaciones.

- Se deberán utilizar separadores o material protector entre piezas, evitando contacto directo que pueda provocar abrasión o daños en los recubrimientos.
- Las tuberías deberán asegurarse adecuadamente para evitar desplazamientos o vibraciones excesivas durante el transporte.
- No se permitirá colocar cargas pesadas sobre las tuberías que puedan causar deformaciones.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a humedad, agentes corrosivos o sustancias químicas que puedan afectar el material o los recubrimientos.

### **2.15.2 Manejo y manipulación**

Las maniobras de carga, descarga y traslado dentro del sitio de obra deberán realizarse utilizando equipos adecuados y personal capacitado.

Durante el manejo se deberán observar las siguientes precauciones:

- No se permitirá arrojar, golpear o arrastrar las tuberías sobre superficies abrasivas.
- Las tuberías deberán manipularse utilizando eslingas, bandas o equipos de izaje adecuados, cuando su peso o longitud lo requiera.
- No se deberán utilizar cadenas, cables metálicos o ganchos directamente sobre la tubería sin protección, para evitar daños en la superficie o recubrimientos.
- Se deberá evitar la flexión excesiva o esfuerzos que puedan provocar deformaciones permanentes.
- Las maniobras deberán realizarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

### **2.15.3 Almacenamiento**

Cuando las tuberías deban almacenarse antes de su instalación, deberán mantenerse bajo condiciones que garanticen su conservación.

El almacenamiento deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Las tuberías deberán almacenarse sobre superficies planas, limpias y libres de objetos que puedan causar daños.
- Se deberán colocar sobre tarimas, racks o soportes adecuados, evitando el contacto directo con el suelo.
- Las tuberías deberán almacenarse ordenadas por diámetro, material y tipo, evitando deformaciones por apilamiento inadecuado.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a radiación solar intensa en materiales sensibles como PVC o PEAD, mediante cubiertas o almacenamiento en áreas protegidas.
- Los extremos de las tuberías deberán mantenerse protegidos mediante tapas o cubiertas para evitar la entrada de polvo, agua o materiales extraños.

### **2.15.4 Inspección al recibir los materiales**

A la llegada de las tuberías al sitio de obra se deberá verificar:

- Integridad de las tuberías y accesorios.
- Ausencia de deformaciones, golpes, fisuras o daños visibles.
- Estado de los recubrimientos o protecciones superficiales.
- Correspondencia entre el material recibido y las especificaciones del proyecto.

Cualquier tubería que presente daños, deformaciones o defectos de fabricación deberá ser rechazada o sustituida antes de su instalación.

## **2.16 PLAZO DE ENTREGA**

El plazo estimado de entrega en condiciones normales, para el envío de los elementos ofertados, será de 8 semanas a partir de la fecha de firma del contrato.

## **2.17 GARANTÍAS**

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o reemplazado.

## **2.18 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La medición del concepto se realizará conforme al catálogo de conceptos, ya sea por pieza (pza) o integrada dentro del suministro de tubería o equipo, según se indique en el contrato.

La forma de pago será acordada en el momento de la compra. En caso de retrasos no imputables al FABRICANTE los porcentajes de los pagos se facturarán en la fecha especificada, con independencia de los trabajos pendientes a realizar.

No se reconocerán pagos adicionales por actividades necesarias para garantizar la hermeticidad y correcta operación del sistema.

### **3. TUBERÍA DE PEAD**

#### **Conceptos:**

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO**

El presente concepto se refiere al suministro, transporte, instalación y pruebas de tubería de PEAD (Polietileno de Alta Densidad) destinada a los sistemas de conducción, impulsión, distribución o proceso del proyecto, conforme a lo indicado en planos y especificaciones.

La tubería de PEAD se empleará para la conducción de agua, lodos o fluidos compatibles, ofreciendo alta resistencia química, flexibilidad, baja rugosidad interna y excelente comportamiento ante esfuerzos mecánicos y asentamientos diferenciales. Formará parte integral del sistema hidráulico del proyecto y deberá garantizar hermeticidad, resistencia a presión y durabilidad bajo las condiciones de operación establecidas.

#### **3.2 ALCANCE**

Esta especificación aplica al suministro, transporte, instalación y pruebas de la tubería de PEAD considerada en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

La tubería deberá operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la presión de trabajo, resistencia estructural y hermeticidad del sistema.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa, lo siguiente:

- Tubería de PEAD nueva y de primera calidad.
- Accesorios compatibles (codos, tees, reducciones, coples, transiciones).
- Uniones por termofusión, electrofusión o conexiones mecánicas certificadas.
- Elementos de fijación o anclaje cuando aplique.
- Mano de obra especializada para instalación y soldadura.
- Pruebas de hermeticidad en sitio.

Todo lo necesario para dejar la tubería completamente instalada, probada y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

### **3.3 NORMATIVIDAD**

Para la fabricación e instalación de tuberías y accesorios en PEAD, se deben considerar diversas normativas nacionales e internacionales que aseguren la calidad, durabilidad y seguridad del sistema. A continuación, se presentan las principales normas aplicables:

#### **3.3.1 Normas nacionales**

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:

- NOM-001-CONAGUA-2011: Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario - Hermeticidad - Especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-002-CONAGUA-2021, Aparatos y accesorios de uso sanitario.
- NMX-E-216-SCFI-1994: Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) para sistemas de agua potable y alcantarillado.
- NMX-E-018-CNCP-2012: Industria del plástico – Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para la conducción de agua a presión – Especificaciones y métodos de ensayo.
- NOM-026-STPS-2008: Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos en fluidos conducidos en tuberías.

Así como los lineamientos de selección, manipulación e instalación establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos. Comisión Nacional del Agua.

#### **3.3.2 Normas internacionales**

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- ANSI - American National Standards Institute
- ANSI/ASME A13.1: Sistema de identificación de tuberías para plantas industriales.
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ASTM D3035: Especificación Estándar para Tuberías de Polietileno (PE)
- ASTM F714: Especificación Estándar para Tuberías de Polietileno (PE) de Gran Diámetro para Suministro de Agua y Otras Aplicaciones
- ASTM D3139: Especificación para juntas de anillo de caucho en tuberías de plástico.
- ASTM D3350 Especificación estándar para tubería plástica de polietileno y accesorios
- AWWA - American Water Works Association
- ISO 9001: Sistemas de gestión de calidad.
- ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental.
- NSF - National Sanitation Foundation

### **3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

#### **3.4.1 Condiciones de operación**

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Altitud:                | 1575 msnm    |
| Presión atmosférica:    | 837.8 mmHg   |
| Temperatura del liquido | 20-30 grados |

#### **3.4.2 Características generales**

El CONTRATISTA suministrará la tubería de presión de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) completa y en condiciones de operar.

Las tuberías, conexiones y piezas especiales de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), deberán ser RD 32.5 o RD 21 conforme se indique el listado de tuberías y planos mecánicos, con uniones por termofusión y deberá cumplir con los estándares ANSI/AWWA C906-15, ASTM F-714, ASTM F-894, NMX-E-216, ASTM D-3350, ASTM D-3212 y NMX-E-205.

#### **3.4.3 Material de la tubería**

La tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) deberá cumplir con los requisitos adecuados para su uso en sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, para lo cual el FABRICANTE deberá comprobar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos por las normativas mexicanas e internacionales.

Para su elaboración, el PEAD será virgen o reciclado de alta calidad, diseñado específicamente para aplicaciones de tuberías, y deberá cumplir con los estándares de calidad establecidos por las normativas mexicanas e internacionales.

#### **3.4.4 Dimensiones**

Se utilizarán tramos de 6 o 12 m, mismos que serán cortados o unidos entre sí siguiendo los procedimientos especificados en este documento para ajustarse a los tramos de línea requeridos en los planos mecánicos correspondientes.

Se seleccionaron tuberías con diferentes relaciones de diámetro y espesores en función de sus condiciones operativas, de instalación y fluido a manejar, considerando sus características técnicas principales (**Tabla 12**).

**Tabla 10 Comparativa de Principales Características Entre Tuberías RD 32.5 y RD 21**

| Característica   | RD 32.5                          | RD 21                          |
|------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Espesor de Pared | Menor                            | Mayor                          |
| Presión Nominal  | PN 4 o similar                   | PN 7 o similar                 |
| Aplicaciones     | Riego agrícola, aguas residuales | Agua potable, gas, industrial  |
| Durabilidad      | Menor resistencia a la presión   | Mayor resistencia a la presión |

## Sección ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. – Tuberías

|              |            |            |
|--------------|------------|------------|
| Flexibilidad | Mayor      | Menor      |
| Peso         | Más ligera | Más pesada |

**Tabla 11. Dimensiones y Pesos de Tuberías RD 32.5 en PEAD para 4 kg/cm<sup>2</sup> (57 psi)**

| Tamaño nominal NPS | Diámetro exterior | Espesor RD 32.5 | Diámetro interno |       | Peso  |
|--------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------|-------|
| 2.5                | 73                | 2.3             | 68.4             | 2.69  |       |
| 3                  | 88.9              | 2.7             | 83.5             | 3.29  | 0.73  |
| 4                  | 114.3             | 3.5             | 107.3            | 4.22  | 1.22  |
| 6                  | 168.3             | 5.2             | 157.9            | 6.22  | 2.66  |
| 8                  | 219.1             | 6.7             | 205.7            | 8.1   | 4.46  |
| 10                 | 273.1             | 8.4             | 256.3            | 10.09 | 6.97  |
| 12                 | 323.8             | 10              | 303.8            | 11.96 | 9.83  |
| 14                 | 355.6             | 10.9            | 333.8            | 13.14 | 11.77 |
| 16                 | 406.4             | 12.5            | 381.4            | 15.02 | 15.43 |
| 18                 | 457.2             | 14.1            | 429              | 16.89 | 19.58 |
| 20                 | 508               | 15.6            | 476.8            | 18.77 | 24.07 |
| 22                 | 558.8             | 17.2            | 524.4            | 20.65 | 29.19 |
| 24                 | 609.6             | 18.7            | 572.2            | 22.53 | 34.63 |

*Fuente: fabricantes*

**Tabla 12 Dimensiones de Tuberías RD 21 en PEAD para 7 kg/cm<sup>2</sup> (100 psi)**

| Tamaño nominal<br>NPS | Diámetro exterior | Espesor RD 21 | Diámetro interno |       |
|-----------------------|-------------------|---------------|------------------|-------|
| 2                     | 60.3              | 2.9           | 54.5             | 2.15  |
| 2.5                   | 73                | 3.5           | 66               | 2.6   |
| 3                     | 88.9              | 4.2           | 80.5             | 3.17  |
| 4                     | 114.3             | 5.4           | 103.5            | 4.07  |
| 6                     | 168.3             | 8             | 152.3            | 6     |
| 8                     | 219.1             | 10.4          | 198.3            | 7.81  |
| 10                    | 273.1             | 13            | 247.1            | 9.73  |
| 12                    | 323.8             | 15.4          | 293              | 11.54 |
| 14                    | 355.6             | 16.9          | 321.8            | 12.67 |
| 16                    | 406.4             | 19.4          | 367.6            | 14.47 |
| 18                    | 457.2             | 21.8          | 413.6            | 16.28 |
| 20                    | 508               | 24.2          | 459.6            | 18.09 |
| 22                    | 558.8             | 26.6          | 505.6            | 19.91 |
| 24                    | 609.6             | 29            | 551.6            | 21.72 |

*Fuente: fabricantes*

### 3.4.5 Propiedades

- El material debe ser un polietileno de alto rendimiento clasificación PE4710 con alta resistencia a la tensión, compresión y flexión.
- Debe soportar la presión interna y externa sin deformarse o romperse.
- Las dimensiones de las tuberías deben cumplir con las especificaciones indicadas en el catálogo y planos correspondientes, incluyendo diámetros exteriores e interiores, así como el espesor de la pared.
- Las tuberías deben cumplir con propiedades específicas de resistencia a la tracción, elongación y resistencia al impacto.
- Las tuberías de PEAD deben ser resistentes a una amplia gama de productos químicos, asegurando su funcionalidad en diferentes entornos.
- Para aplicaciones expuestas a la luz solar, el PEAD debe tener aditivos estabilizadores UV en negro de humo para prevenir la degradación por rayos ultravioleta.
- Se utilizarán tuberías con paredes internas lisas, minimizando así pérdida de presión a lo largo de la línea.

### **3.4.6 Uniones de tubería**

Se utilizarán métodos de conexión compatibles con las tuberías de PEAD, incluyendo termofusión y electrofusión. Los accesorios deben ser diseñados para mantener la integridad del sistema de tuberías. En el caso de conexiones bridadas, se utilizarán empaques de elastómero 100% de neopreno, prefabricado a cara completa de la brida, con centros de taladro previamente perforados y número según brida. Espesor del empaque 2 mm hasta 4", 3 mm hasta 14", 5 mm hasta 36" y 6 mm en diámetros mayores, clase de acuerdo a bridas.

## **3.5 MANO DE OBRA Y EQUIPO**

La ejecución de los trabajos deberá realizarse con personal técnico y especializado, debidamente capacitado y con experiencia comprobable en el tipo de obra y equipos a instalar.

El contratista deberá contar en todo momento con la herramienta, maquinaria y equipo necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, sin afectar la calidad, seguridad ni los tiempos establecidos en el programa de obra.

Todo el personal deberá cumplir con las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal y la observancia de los procedimientos de seguridad establecidos.

## **3.6 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

### **3.6.1 Manejo de residuos**

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

## **3.7 CONTROL DE CALIDAD**

Las tuberías quedarán sujetas a las pruebas hidráulicas de la línea donde se encuentren instaladas.

Se verificará:

- Ausencia de fugas en cuerpo y uniones.

**Prueba Hidrostática.**- Para efectos de la prueba hidrostática se dejan libres todas las conexiones y cruceros, sometiendo las tuberías y conexiones instaladas a una prueba hidrostática por medio de presión de agua, en la que se cuantificarán las fugas del tramo instalado.

Los tramos que se probarán deberán estar comprendidos entre cruceros, incluyendo piezas especiales y válvulas de los mismos. En esta prueba la tubería se llenará lentamente de agua y se purgará de aire entrampado en ella mediante la inserción de una válvula de aire en las partes más altas del tramo por probar.

Se aplicará la presión de prueba mediante una bomba apropiada y se mantendrá una hora como mínimo.

Dentro del dossier de calidad se deberá presentar la siguiente información en el idioma español:

- Ficha técnica de la tubería o accesorio
- Certificados de pruebas
- Acreditaciones del fabricante

### **3.8 CERTIFICACIONES**

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones de:

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004
- OHSAS 18001:2007
- NOM-001-CONAGUA-2011
- NMX-E-018-SCFI-2011.

### **3.9 INSPECCIÓN EN FÁBRICA**

El FABRICANTE deberá incluir todos los certificados de calidad y de pruebas realizadas en fábrica de todos y cada uno de los elementos que se incluyen en su oferta.

### **3.10 INSTALACIÓN**

La instalación de tuberías y accesorios en PEAD deberá seguir las recomendaciones de fabricante y normatividad aplicable. Éstas incluyen, pero no se limitan a las mencionadas en este apartado.

#### **3.10.1 Aspectos generales**

La instalación de tubería de PEAD, es un sistema en el que las uniones se llevan a cabo por medio de termofusión; esto es calentado simultáneamente las dos partes por unir hasta alcanzar el grado de fusión necesaria, para que después con una presión controlada sobre ambos elementos, se logre una unión monolítica 100 por ciento hermética y más resistente que la propia tubería.

Todas las tuberías de PEAD serán instaladas de manera adecuada y bien trabajadas, alineadas apropiadamente y cortadas tomando las medidas en el sitio para determinar las interferencias con estructuras, arreglos arquitectónicos y equipos. Toda la instalación deberá ser aceptada por el supervisor en campo.

#### **3.10.2 Recepción y almacenamiento**

- Inspección Inicial: Al recibir las tuberías, verificar que no haya daños visibles en el material, tales como cortes, abolladuras o deformaciones.

- Almacenamiento: Almacenar las tuberías en un área limpia y nivelada, protegidas de la luz solar directa y temperaturas extremas. Evitar el contacto con productos químicos que puedan dañar el material.
- Revisar los certificados de calidad y asegurarse de que todas las tuberías estén correctamente etiquetadas.

### 3.10.3 Excavación y preparación de zanjas

- Dimensiones de la Zanja: Las zanjas deben tener un ancho suficiente para permitir el correcto manejo y unión de las tuberías, así como para compactar el relleno alrededor de las mismas.
- Limpieza y Nivelación: Asegurar que la zanja o área de instalación esté limpia, nivelada y libre de objetos que puedan dañar las tuberías.
- Cama de Apoyo: Colocar una capa de material granular bien compactado (arena o grava) en el fondo de la zanja, conforme a las indicaciones de los planos correspondientes.

Para mayor información sobre la excavación y preparación de zanjas, deberán consultarse las memorias y planos correspondientes del proyecto civil para la PP1 Miravalle.

### 3.10.4 Manejo de la tubería

- Transporte y Manipulación: Manejar las tuberías con cuidado para evitar daños. Utilizar equipos adecuados para levantar y mover las tuberías, como eslingas o grúas, evitando el arrastre sobre superficies ásperas.
- Corte y Preparación: Utilizar herramientas apropiadas para cortar las tuberías a la longitud deseada, asegurando cortes limpios y rectos. Desbarbar los extremos para facilitar las uniones.

### 3.10.5 Colocación en la zanja

- Alineación: Alinear las tuberías correctamente para evitar tensiones que puedan causar fracturas.
- Relleno: Rellenar la zanja con material granular compactado en capas, asegurándose de que el material de relleno rodee completamente la tubería.

Para mayor información sobre el material y proceso de relleno de las zanjas, deberán consultarse las memorias y planos correspondientes del proyecto civil para la PP1 Miravalle.

### 3.10.6 Unión de tuberías y accesorios

Se utilizarán herramientas apropiadas para cortar las tuberías a la longitud deseada, asegurando cortes limpios y rectos. Desbarbar los extremos para facilitar las uniones.

Deberá verificarse la calidad de las uniones mediante pruebas de integridad.

### **3.10.7 Inspección y pruebas**

#### ***Inspección***

Al terminar toda la instalación será cuidadosamente revisada en cuanto a las uniones adecuadas, los suficientes soportes, interferencias y daños de la tubería, accesorios y recubrimientos. Los daños serán reparados a la satisfacción del supervisor a cargo.

#### ***Prueba hidrostática***

A todo el sistema de tubería se la hará una prueba de presión hidrostática para verificar la integridad de la línea, aumentando la presión gradualmente para mantenerla durante el tiempo especificado, observando cualquier caída de presión que indique fugas.

Se inspeccionará visualmente todas las uniones y accesorios en busca de fugas durante la prueba de presión.

El contratista documentará todas las etapas de instalación, inspección y pruebas, y proveerá todo el equipo para dichas pruebas sin representar esto ningún costo extra.

### **3.11 IDENTIFICACIÓN Y MARCADO**

La tubería de polietileno de alta densidad deberá contar con marcado permanente a lo largo de su longitud, conforme a las normas de fabricación aplicables, que permita identificar sus características principales y garantizar la trazabilidad del material.

El marcado deberá realizarse mediante impresión o grabado permanente, de manera que permanezca legible durante toda la vida útil de la tubería.

El marcado deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Material de la tubería (PEAD o PE100, según corresponda).
- Diámetro nominal de la tubería.
- Relación dimensional estándar (SDR).
- Presión nominal de diseño (PN).
- Norma de fabricación aplicable.
- Fecha o lote de fabricación.

La tubería deberá contar con franja o identificación del servicio conforme al fluido transportado, cuando así se indique en los planos o especificaciones del proyecto.

### **3.12 CRITERIOS DE MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El alcance será la PP1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de la tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) deberá realizarse de forma que se preserve la integridad estructural, dimensional y superficial de las tuberías y accesorios, evitando deformaciones, golpes, cortes o deterioro del material.

El Contratista será responsable de garantizar que las tuberías lleguen al sitio de la obra en condiciones adecuadas para su instalación y funcionamiento dentro del sistema hidráulico.

### 3.12.1 Transporte

La tubería de PEAD deberá transportarse adecuadamente protegida para evitar daños durante su traslado.

Durante el transporte se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Las tuberías deberán transportarse sobre superficies limpias y libres de elementos punzantes o abrasivos.
- Se deberán utilizar soportes, bastidores o separadores adecuados para evitar deformaciones durante el transporte.
- Las tuberías deberán asegurarse adecuadamente para evitar desplazamientos o movimientos excesivos durante el traslado.
- No se permitirá colocar cargas pesadas sobre las tuberías que puedan provocar deformaciones.
- Se deberá evitar el contacto con sustancias químicas o combustibles que puedan afectar el material.

### 3.12.2 Manejo y manipulación

Las maniobras de carga, descarga y traslado dentro del sitio de obra deberán realizarse utilizando métodos que eviten daños en las tuberías.

Durante el manejo se deberán observar las siguientes precauciones:

- No se permitirá arrojar, golpear o arrastrar las tuberías sobre superficies abrasivas.
- Las tuberías deberán manipularse utilizando eslingas, bandas o equipos de izaje adecuados, cuando su peso o longitud lo requiera.
- No se deberán utilizar cadenas, cables metálicos o ganchos directamente sobre la tubería que puedan provocar daños en su superficie.
- Se deberá evitar la flexión excesiva o esfuerzos que puedan causar deformaciones permanentes.
- Las maniobras deberán realizarse por personal capacitado y bajo supervisión.

### 3.12.3 Almacenamiento

En caso de que la tubería de PEAD deba almacenarse antes de su instalación, deberá mantenerse bajo condiciones que garanticen su conservación.

El almacenamiento deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Las tuberías deberán almacenarse sobre superficies planas, limpias y libres de objetos que puedan causar daños.
- Se deberán colocar sobre tarimas o soportes adecuados, evitando el contacto directo con el suelo cuando sea posible.
- Las tuberías deberán almacenarse ordenadas por diámetro y tipo, evitando deformaciones por apilamiento inadecuado.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a radiación solar intensa cuando el almacenamiento sea prolongado, mediante cubiertas o almacenamiento en áreas protegidas.
- Los accesorios deberán mantenerse debidamente protegidos y separados por tipo y diámetro.

### **3.12.4 Inspección al recibir los materiales**

A la llegada de las tuberías al sitio de obra se deberá verificar:

- Integridad de las tuberías y accesorios.
- Ausencia de deformaciones, cortes o daños visibles.
- Correspondencia entre el material recibido y las especificaciones del proyecto.
- Presencia de certificados de calidad y documentación del fabricante.

Cualquier tubería o accesorio que presente daños, deformaciones o defectos de fabricación deberá ser rechazado o sustituido antes de su instalación.

### **3.13 PLAZO DE ENTREGA**

El plazo estimado de entrega en condiciones normales, para el envío de los elementos ofertados, será de 8 semanas a partir de la fecha de firma del contrato.

### **3.14 GARANTÍAS**

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o remplazado.

### **3.15 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La instalación será medida en metros con aproximación de un décimo. Al efecto se determinará directamente en la obra las longitudes de tuberías colocadas en función de su diámetro y con base en lo señalado por el proyecto; debiendo incluir las siguientes actividades que se mencionan con carácter enunciativo:

A).- Revisión de tuberías, juntas y materiales para certificar su buen estado.

B).- Maniobras y acarreos para colocar a un lado de la zanja.

C).- Instalación y bajado de la tubería y prueba hidrostática con el manejo del agua; y reparaciones que se pudiesen requerir.

La forma de pago será acordada en el momento de la compra. En caso de retrasos no imputables al FABRICANTE los porcentajes de los pagos se facturarán en la fecha especificada, con independencia de los trabajos pendientes a realizar.

No se reconocerán pagos adicionales por actividades necesarias para garantizar la hermeticidad y correcta operación del sistema.

## **4. TUBERÍA DE PVC**

### **Conceptos:**

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

### **4.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO**

El presente concepto se refiere al suministro, transporte, instalación y pruebas de tubería de PVC (Policloruro de Vinilo) destinada a los sistemas de conducción, distribución o proceso del proyecto, conforme a lo indicado en planos y especificaciones.

La tubería de PVC tiene como función principal conducir fluidos a presión o por gravedad, ofreciendo resistencia a la corrosión, bajo peso y facilidad de instalación. Formará parte integral de los sistemas hidráulicos del proyecto, debiendo garantizar hermeticidad, durabilidad y compatibilidad con el fluido manejado.

### **4.2 ALCANCE**

Esta especificación aplica al suministro, transporte, instalación y pruebas de la tubería de PVC considerada en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

La tubería deberá operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la presión de trabajo, hermeticidad y vida útil esperada.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa, lo siguiente:

- Tubería de PVC nueva y de primera calidad.
- Accesorios compatibles (codos, tees, reducciones, coples, etc.).
- Empaques, uniones o cemento solvente según el tipo de unión.
- Soportes y elementos de fijación cuando aplique.
- Mano de obra especializada para instalación.
- Pruebas de hermeticidad en sitio.

Todo lo necesario para dejar la tubería completamente instalada, probada y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

### **4.3 NORMATIVIDAD**

Para la fabricación e instalación de tuberías y accesorios en PVC, se deben considerar diversas normativas nacionales e internacionales que aseguren la calidad, durabilidad y seguridad del sistema. A continuación, se presentan las principales normas aplicables:

#### **4.3.1 Normas nacionales**

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:

- NOM-001-CONAGUA-2011: Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario - Hermeticidad - Especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-E-145-SCFI-2013: Tuberías de PVC para sistemas de agua potable.
- NOM-026-STPS-2008: Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos en fluidos conducidos en tuberías.

Así como los lineamientos de selección, manipulación e instalación establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos. Comisión Nacional del Agua.

#### **4.3.2 Normas internacionales**

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- FBMA - Anti-Friction Bearing Manufacturers Association
- ANSI - American National Standards Institute
- ANSI/ASME A13.1: Sistema de identificación de tuberías para plantas industriales.
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ASTM D1784: Especificaciones para compuestos de PVC para tuberías.
- ASTM D2241: Tuberías de presión de PVC con clasificación de presión.
- ASTM D3139: Especificación para juntas de anillo de caucho en tuberías de plástico.
- AWWA - American Water Works Association
- AWWA C900: Tuberías de presión de PVC.
- AWWA C905: Tuberías de presión de PVC grandes (diámetros mayores a 12 pulgadas).
- ISO 9001: Sistemas de gestión de calidad.
- ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental.
- ISO 1452: Sistemas de tuberías de plástico para suministro de agua y para enterrado y sobre el suelo bajo presión - Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U).
- NSF - National Sanitation Foundation

## **4.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **4.4.1 Condiciones de operación**

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Altitud:                | 1575 msnm    |
| Presión atmosférica:    | 837.8 mmHg   |
| Temperatura del líquido | 20-30 grados |

### **4.4.2 Características generales**

El CONTRATISTA suministrará tuberías, conexiones y accesorios en Cloruro de Polivinilo (PVC) en cédula 40 o cédula 80 ASTM D-1785 conforme sea especificado en el listado de tuberías y planos mecánicos, con unión cementada en los extremos, completa y en condiciones de operar.

Esta sección especifica las características de la tubería de presión con soldadura solvente y sus accesorios.

### **4.4.3 Material de la tubería**

La tubería de PVC estará hecha de plastificantes rígidos de polivinilo clorado y será normalmente de clase 12454-B, cédula 40 para líneas de agua y cédula 80 para líneas de reactivos químicos, a menos que se tenga otra indicación, de acuerdo con las especificaciones ASTM D 1785 y ASTM D1784 para tubería plástica de PVC.

### **4.4.4 Uniones de tubería**

Las uniones de tuberías serán con pegamento solvente de acuerdo con la especificación ASTM D 2564 para pegamentos solventes en tuberías plásticas de PVC y con primer de acuerdo con la especificación ASTM F 656 para *primers* usados en uniones de tuberías plásticas de PVC y accesorios. Las juntas son necesarias para unir válvulas o accesorios y serán de teflón. Las bridas serán hechas de PVC de acuerdo con ANSI/ASME B 16.5 – Tuberías bridadas y accesorios bridados, clase 150, a menos que se tenga otra indicación. En el caso de conexiones bridadas, se utilizarán empaques de elastómero 100% de neopreno, prefabricado a cara completa de la brida, con centros de taladro previamente perforados y número según brida. Espesor del empaque 2 mm hasta 4”, 3 mm hasta 14”, 5 mm hasta 36” y 6 mm en diámetros mayores, clase de acuerdo a bridas.

### **4.4.5 Accesorios**

Todas las conexiones deben ser compatibles y cumplir con las normas ASTM D3139 y NMX correspondientes.

#### ***Accesorios con soldadura solvente.***

Los accesorios con soldadura solvente serán compatibles con la cédula de la tubería de acuerdo con la especificación ASTM D 2467 para boquillas tipo, en accesorios de tuberías de polivinilo clorado (PVC). Se utilizará cemento solvente y primer adecuado para PVC y para la cédula específica de la tubería.

#### ***Accesorios roscados.***

Los accesorios roscados serán compatibles con la serie y cédula de tubería instalada, de acuerdo con la especificación ASTM D 2464 para roscados en accesorios de tuberías de polivinilo clorado.

#### ***Accesorios bridados.***

Los accesorios bridados serán compatibles con la serie y cédula de tubería instalada, fabricados con PVC de 150 lb ANSI/ASME B 16.5

### **4.5 MANO DE OBRA Y EQUIPO**

La ejecución de los trabajos deberá realizarse con personal técnico y especializado, debidamente capacitado y con experiencia comprobable en el tipo de obra y equipos a instalar.

El contratista deberá contar en todo momento con la herramienta, maquinaria y equipo necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, sin afectar la calidad, seguridad ni los tiempos establecidos en el programa de obra.

Todo el personal deberá cumplir con las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal y la observancia de los procedimientos de seguridad establecidos.

### **4.6 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

#### **4.6.1 Manejo de residuos**

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

### **4.7 CONTROL DE CALIDAD**

Las tuberías quedarán sujetas a las pruebas hidráulicas de la línea donde se encuentren instaladas.

Se verificará:

- Ausencia de fugas en cuerpo y uniones.

Prueba Hidrostática.- Para efectos de la prueba hidrostática se dejan libres todas las conexiones y cruceros, sometiendo las tuberías y conexiones instaladas a una prueba hidrostática por medio de presión de agua, en la que se cuantificarán las fugas del tramo instalado.

Los tramos que se probarán deberán estar comprendidos entre cruceros, incluyendo piezas especiales y válvulas de los mismos. En esta prueba la tubería se llenará lentamente de agua y se purgará de aire entrampado en ella mediante la inserción de una válvula de aire en las partes más altas del tramo por probar.

Se aplicará la presión de prueba mediante una bomba apropiada y se mantendrá una hora como mínimo.

Dentro del dossier de calidad se deberá presentar la siguiente información en el idioma español:

- Ficha técnica de la tubería o accesorio
- Certificados de pruebas
- Acreditaciones del fabricante

### **4.8 CERTIFICACIONES**

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones de:

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004
- OHSAS 18001:2007

### **4.9 INSPECCIÓN EN FÁBRICA**

El FABRICANTE deberá incluir todos los certificados de calidad y de pruebas realizadas en fábrica de todos y cada uno de los elementos que se incluyen en su oferta.

### **4.10 INSTALACIÓN**

La instalación de tuberías y accesorios deberá seguir las recomendaciones de fabricante y normatividad aplicable. Éstas incluyen, pero no se limitan a las mencionadas en este apartado.

#### **4.10.1 Aspectos generales**

Todas las tuberías de PVC serán instaladas de manera adecuada y bien trabajadas, alineadas apropiadamente y cortadas tomando las medidas en el sitio para determinar las interferencias con estructuras, arreglos arquitectónicos y equipos. Se permitirá tener descubiertas las tuberías una máxima altura libre para acceder al equipamiento, y donde sea necesario toda la tubería será instalada con suficiente pendiente para ventilar o drenar los líquidos y condensarlos en los puntos bajos. Toda la instalación deberá ser aceptada por el ingeniero. Es conveniente que el contratista obtenga el apoyo del fabricante de la tubería en la correcta instalación y soporte de toda la tubería de PVC.

#### **4.10.2 Preparación**

- Inspección del Material: Revisar todas las tuberías y accesorios de PVC para detectar daños visibles antes de la instalación.
- Almacenamiento: Almacenar las tuberías en un área plana y nivelada, protegida del sol directo y agentes químicos que puedan degradar el material.

#### **4.10.3 Excavación y preparación de zanjas (líneas enterradas)**

- Dimensiones de la Zanja: Las zanjas deben tener un ancho suficiente para permitir el correcto manejo y unión de las tuberías, así como para compactar el relleno alrededor de las mismas.
- Cama de Apoyo: Colocar una capa de material granular bien compactado (arena o grava) de al menos 10 cm de espesor en el fondo de la zanja.

Para mayor información sobre la excavación y preparación de zanjas, deberán consultarse las memorias y planos correspondientes del proyecto.

#### **4.10.4 Preparación de la tubería**

Para la instalación, cada tubería será cuidadosamente revisada, limpiada de restos o polvo y enderezada. Al final la tubería roscada será escariada y limada. Todos los accesorios de tubería serán limpiados antes de colocar.

#### **4.10.5 Colocación en la zanja (líneas enterradas)**

- Alineación: Alinear las tuberías correctamente para evitar tensiones que puedan causar fracturas.
- Relleno: Rellenar la zanja con material granular compactado en capas, asegurándose de que el material de relleno rodee completamente la tubería.

Para mayor información sobre el material y proceso de relleno de las zanjas, deberán consultarse las memorias y planos correspondientes del proyecto.

#### **4.10.6 Colocación en soportería y sujetadores (líneas expuestas)**

Toda la tubería será firmemente sujeta con soportes fabricados o comerciales, de acuerdo con los planos del proyecto. Donde sea necesario de acuerdo con el equipamiento o las estructuras, se utilizarán accesorios de sujeción para su fijación.

#### **4.10.7 Unión de tuberías y accesorios**

##### ***Uniones de soldadura solvente (cementar)***

- Adhesivos y Solventes: Utilizar adhesivos y solventes específicos para PVC, aplicándolos según las instrucciones del fabricante.
- Inserción: Introducir las tuberías en los accesorios con un movimiento suave y giratorio para asegurar una distribución uniforme del adhesivo.
- Curado: Permitir el tiempo de curado recomendado por el fabricante antes de presurizar la tubería.

##### ***Uniones roscadas***

Las tuberías roscadas se armarán de acuerdo con ANSI/ASME B 1.20.1 – Tubería roscada-, se limpiarán cortando con troquel. No más de tres roscas quedarán expuestas después de la instalación. Todas las uniones serán echas con tapa de teflón.

### *Uniones bridadas*

Las uniones bridadas serán hechas con empaques tipo 316 de acero inoxidable con pernos y tuercas. Con cuidado se deberán sujetar los pernos para evitar torsión.

### **4.10.8 Inspección y pruebas**

#### *Inspección*

Al terminar toda la instalación será cuidadosamente revisada en cuanto a las uniones adecuadas, los suficientes soportes, interferencias y daños de la tubería, accesorios y recubrimientos. Los daños serán reparados a la satisfacción del supervisor a cargo.

#### *Prueba de presión*

A todo el sistema de tubería se la hará una prueba de presión de acuerdo con los que se indica en el plan de tubería por un período de cuando menos una hora, sin exceder las tolerancias señaladas en el plan de tubería. Las tuberías estarán sujetas a 1.5 veces la máxima presión de trabajo. Se inspeccionará visualmente todas las uniones y accesorios en busca de fugas durante la prueba de presión.

El contratista proveerá todo el equipo para las pruebas, materiales y no representará ningún costo extra.

#### *Prueba de fugas*

Las fugas podrán ser determinadas por pérdida de presión, soluciones de jabón, indicadores químicos u otro dispositivo y método aprobado. Todos los accesorios conectados a la línea y susceptibles de ser dañados en las pruebas deberán desconectarse o aislarse de la línea.

Las fugas serán reparadas a satisfacción del supervisor y el sistema será nuevamente probado hasta que no existan fugas.

#### *Prueba de deflexión*

Se medirá la deflexión de la tubería en varios puntos a lo largo de la instalación, asegurándose de que no exceda el 5% del diámetro interno de la tubería. Para este procedimiento se utilizarán herramientas de medición específicas para PVC como sondas o deflectómetros.

Para el caso de líneas con características especiales de fluido, presión o por el tipo de instalación, deberán colocarse señales de advertencia adicionales o información complementaria en áreas de alto riesgo, indicando peligros específicos (e.g., "Peligro: Contenido Corrosivo"), conforme lo dicta la NOM-026-STPS-2008.

### **4.11 PLACA DE IDENTIFICACIÓN**

Las tuberías deberán contar con marcado permanente del fabricante, conforme a las normas de fabricación aplicables, que permita identificar sus características principales y garantizar la trazabilidad del material.

El marcado deberá realizarse mediante impresión, grabado o estampado permanente, de manera que permanezca legible durante toda la vida útil del sistema.

El marcado deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Material de la tubería.
- Diámetro nominal de la tubería.
- Clase o presión nominal de diseño (PN o Class).
- Norma de fabricación aplicable.
- Fecha o lote de fabricación.
- Cuando las tuberías formen parte de sistemas críticos o líneas principales del proceso, se deberá contar adicionalmente con identificación del sistema de tuberías, indicando:
  - TAG o identificación de la línea.
  - Fluido transportado.
  - Nombre del proyecto o instalación.

## **4.12 EMBARQUE Y TRANSPORTE**

El alcance será la PP1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de las tuberías deberá realizarse de forma que se preserve la integridad estructural, dimensional y superficial de las tuberías y accesorios, evitando deformaciones, golpes, cortes, contaminación o deterioro de los materiales.

El Contratista será responsable de garantizar que las tuberías lleguen al sitio de la obra en condiciones adecuadas para su instalación y funcionamiento dentro del sistema hidráulico.

### **4.12.1 Transporte**

Las tuberías deberán transportarse adecuadamente protegidas para evitar daños durante su traslado.

Durante el transporte se deberán cumplir, como mínimo, las siguientes condiciones:

- Las tuberías deberán transportarse sobre soportes, bastidores o superficies adecuadas que eviten deformaciones.
- Se deberán utilizar separadores o material protector entre piezas, evitando contacto directo que pueda provocar abrasión o daños en los recubrimientos.
- Las tuberías deberán asegurarse adecuadamente para evitar desplazamientos o vibraciones excesivas durante el transporte.
- No se permitirá colocar cargas pesadas sobre las tuberías que puedan causar deformaciones.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a humedad, agentes corrosivos o sustancias químicas que puedan afectar el material o los recubrimientos.

### **4.12.2 Manejo y manipulación**

Las maniobras de carga, descarga y traslado dentro del sitio de obra deberán realizarse utilizando equipos adecuados y personal capacitado.

Durante el manejo se deberán observar las siguientes precauciones:

- No se permitirá arrojar, golpear o arrastrar las tuberías sobre superficies abrasivas.
- Las tuberías deberán manipularse utilizando eslingas, bandas o equipos de izaje adecuados, cuando su peso o longitud lo requiera.

- No se deberán utilizar cadenas, cables metálicos o ganchos directamente sobre la tubería sin protección, para evitar daños en la superficie o recubrimientos.
- Se deberá evitar la flexión excesiva o esfuerzos que puedan provocar deformaciones permanentes.
- Las maniobras deberán realizarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

### 4.12.3 Almacenamiento

Cuando las tuberías deban almacenarse antes de su instalación, deberán mantenerse bajo condiciones que garanticen su conservación.

El almacenamiento deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Las tuberías deberán almacenarse sobre superficies planas, limpias y libres de objetos que puedan causar daños.
- Se deberán colocar sobre tarimas, racks o soportes adecuados, evitando el contacto directo con el suelo.
- Las tuberías deberán almacenarse ordenadas por diámetro, material y tipo, evitando deformaciones por apilamiento inadecuado.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a radiación solar intensa en materiales sensibles como PVC o PEAD, mediante cubiertas o almacenamiento en áreas protegidas.
- Los extremos de las tuberías deberán mantenerse protegidos mediante tapas o cubiertas para evitar la entrada de polvo, agua o materiales extraños.

### 4.12.4 Inspección al recibir los materiales

A la llegada de las tuberías al sitio de obra se deberá verificar:

- Integridad de las tuberías y accesorios.
- Ausencia de deformaciones, golpes, fisuras o daños visibles.
- Estado de los recubrimientos o protecciones superficiales.
- Correspondencia entre el material recibido y las especificaciones del proyecto.

Cualquier tubería que presente daños, deformaciones o defectos de fabricación deberá ser rechazada o sustituida antes de su instalación.

## 4.13 PLAZO DE ENTREGA

El plazo estimado de entrega en condiciones normales, para el envío de los elementos ofertados, será de 8 semanas a partir de la fecha de firma del contrato.

## 4.14 GARANTÍAS

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o reemplazado.

#### **4.15 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La instalación será medida en metros con aproximación de un décimo. Al efecto se determinará directamente en la obra las longitudes de tuberías colocadas en función de su diámetro y con base en lo señalado por el proyecto; debiendo incluir las siguientes actividades que se mencionan con carácter enunciativo:

A).- Revisión de tuberías, juntas y materiales para certificar su buen estado.

B).- Maniobras y acarreos para colocar a un lado de la zanja.

C).- Instalación y bajado de la tubería y prueba hidrostática con el manejo del agua; y reparaciones que se pudiesen requerir.

La forma de pago será acordada en el momento de la compra. En caso de retrasos no imputables al FABRICANTE los porcentajes de los pagos se facturarán en la fecha especificada, con independencia de los trabajos pendientes a realizar.

No se reconocerán pagos adicionales por actividades necesarias para garantizar la hermeticidad y correcta operación del sistema.

## **5. BRIDAS Y ACCESORIOS**

### **Conceptos:**

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

### **5.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO**

El presente concepto se refiere al suministro, fabricación, transporte, instalación y pruebas de bridas y accesorios asociados, destinados a la interconexión de tuberías, válvulas, equipos electromecánicos y piezas especiales consideradas en el proyecto.

Las bridas y accesorios tienen como función principal proporcionar uniones desmontables, herméticas y estructuralmente resistentes, permitiendo la conexión, alineación y mantenimiento de los diferentes componentes del sistema hidráulico. Estos elementos forman parte integral de las interconexiones del proyecto y deberán ser compatibles con las condiciones de presión, diámetro, tipo de fluido y ambiente de operación definidos en planos y especificaciones.

### **5.2 ALCANCE**

Esta especificación aplica al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación y pruebas de bridas y accesorios considerados en el proyecto, incluyendo todos los elementos necesarios para su correcta integración al sistema hidráulico.

Las bridas y accesorios deberán operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la hermeticidad, resistencia estructural y facilidad de mantenimiento de las interconexiones.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa, lo siguiente:

- Bridas de acero al carbón, acero inoxidable o hierro dúctil, conforme a planos.
- Empaques compatibles con el fluido y presión de operación.
- Tornillería completa (pernos, tuercas y arandelas).
- Adaptadores, coples, reducciones bridadas y conexiones especiales asociadas.
- Recubrimientos anticorrosivos cuando aplique.
- Mano de obra especializada para montaje e instalación.
- Pruebas de hermeticidad integradas a la línea correspondiente.

Todo lo necesario para dejar las bridas y accesorios completamente instalados, alineados, ajustados y funcionales, sin costos adicionales para el Contratante.

### **5.3 NORMATIVIDAD**

Para la fabricación e instalación de bridas es crucial que éstas pasen por pruebas de presión, pruebas de estanquidad, y certificaciones de calidad según las normas mencionadas para asegurar su funcionamiento óptimo y seguro. A continuación, se mencionan algunas de las normas relevantes que deben ser consideradas:

#### **5.3.1 Normas nacionales**

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:

- NOM-002-CONAGUA-2015: Especificaciones para materiales y equipos hidráulicos.
- NOM-001-CONAGUA: Requisitos y especificaciones técnicas en la infraestructura hidráulica.
- NOM-001-SEDE-2012: Instalaciones eléctricas (utilización).

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos de la Comisión Nacional del Agua.

#### **5.3.2 Normas internacionales**

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code
- ANSI - American National Standards Institute
- ANSI B16.5: Normas de bridas para tuberías.
- ANSI B16.34: Normas para válvulas de bridas, soldadura y roscadas.
- ANSI/ASME B31.3: Tuberías de proceso
- ASME Class Ratings: Clasificaciones de presión según ASME
- ASME B31.3: Normas de tuberías de proceso y sistemas de válvulas.
- ASME B16.34: Normas para válvulas de acero.
- ASME B16.47: Normas para bridas de gran diámetro.
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ASTM A105/A105M: Especificación estándar para componentes de tubería forjados en acero al carbono para servicio a alta temperatura.
- ASTM A182/A182M: Especificación estándar para bridas, conexiones, válvulas y piezas forjadas en acero inoxidable y aleaciones resistentes a la corrosión.

- AWWA - American Water Works Association
- ISO 5752: Espacios de montaje y diámetros de bridas para válvulas.
- ISO 5208: Pruebas de presión y estanquidad para válvulas.
- ISO 7005-1: Bridas de tuberías - Parte 1: Bridas de acero para uso industrial.
- ISO 7005-1: Bridas de tuberías - Parte 1: Bridas de acero para uso industrial.
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- SSPC - Steel Structures Painting Council

### 5.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

#### 5.4.1 Condiciones de operación

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Altitud:                | 1575 msnm    |
| Presión atmosférica:    | 837.8 mmHg   |
| Temperatura del liquido | 20-30 grados |

#### 5.4.2 Criterios de selección

El tipo y material de cada brida será seleccionado en función de las variables de mayor relevancia en su aplicación, incluyendo el diámetro, el material de la tubería y la presión de la línea. En el caso de que un equipo o accesorio sólo sea fabricado con un tipo de brida diferente a los aquí especificados, el proveedor del mismo deberá suministrar un adaptador para el tipo y tamaño de brida a la que será conectado.

#### 5.4.3 Bridas para diámetros de tubería ½” a 24”

Para tubería de diámetros menores (hasta 24”), salvo que se indique lo contrario en planos y especificaciones de accesorios, se utilizarán bridas Slip-on ANSI/ASME B16.5 Clase 150 lbs con cara realzada (RF), fabricadas en acero al carbono o acero inoxidable. El material deberá ser similar al material de la tubería/accesorio de conexión.

El relieve de la brida deberá cumplir con las especificaciones de espesor y diámetro de la norma para cada tamaño de tubería (**Tabla 17** , **Figura 1**) para facilitar la conexión con la junta de la tubería y un sellado adecuado de la conexión.

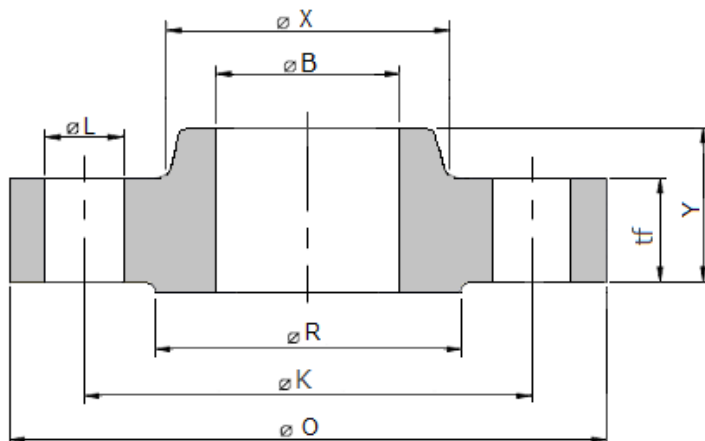


Figura 1. Esquema de Brida Slip-On ANSI/ASME B16.5 Clase 150 lbs

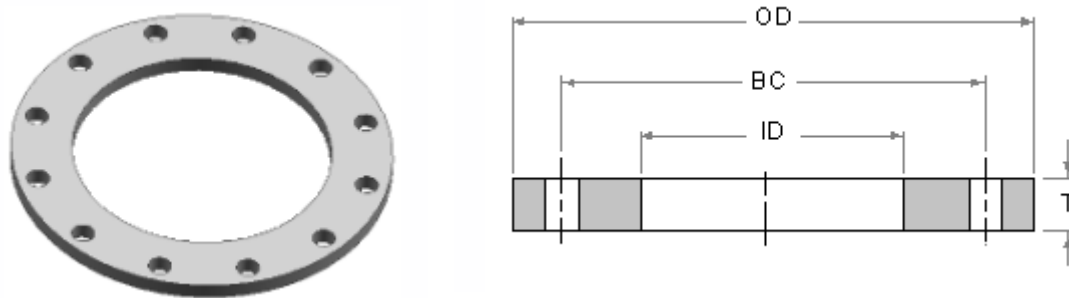
Tabla 13. Dimensiones en Pulgadas para Bridas Slip-On ANSI/ASME B16.5 Clase 150 lbs

| Tamaño Nominal NPS | Diámetro Exterior (O) | Espesor (tf) | Diámetro de paso (B) | Cara alzada (R) | Diámetro Tornillos (K) | Cantidad de tornillos |
|--------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|
| 1/2                | 3.5                   | 0.38         | 0.88                 | 1.38            | 1/2                    | 4                     |
| 3/4                | 3.88                  | 0.44         | 1.09                 | 1.69            | 1/2                    | 4                     |
| 1                  | 4.25                  | 0.5          | 1.36                 | 2               | 1/2                    | 4                     |
| 1 1/4              | 4.62                  | 0.56         | 1.7                  | 2.5             | 1/2                    | 4                     |
| 1 1/2              | 5                     | 0.62         | 1.95                 | 2.88            | 1/2                    | 4                     |
| 2                  | 6                     | 0.69         | 2.44                 | 3.62            | 5/8                    | 4                     |
| 2 1/2              | 7                     | 0.81         | 2.94                 | 4.12            | 5/8                    | 4                     |
| 3                  | 7.5                   | 0.88         | 3.57                 | 5               | 5/8                    | 4                     |
| 3 1/2              | 8.5                   | 0.88         | 4.07                 | 5.5             | 5/8                    | 8                     |
| 4                  | 9                     | 0.88         | 4.57                 | 6.19            | 5/8                    | 8                     |
| 5                  | 10                    | 0.88         | 5.66                 | 7.31            | 3/4                    | 8                     |
| 6                  | 11                    | 0.94         | 6.72                 | 8.5             | 3/4                    | 8                     |
| 8                  | 13.5                  | 1.06         | 8.72                 | 10.62           | 3/4                    | 8                     |
| 10                 | 16                    | 1.12         | 10.88                | 12.75           | 7/8                    | 12                    |
| 12                 | 19                    | 1.19         | 12.88                | 15              | 7/8                    | 12                    |
| 14                 | 21                    | 1.31         | 14.14                | 16.25           | 1                      | 12                    |
| 16                 | 23.5                  | 1.38         | 16.16                | 18.5            | 1                      | 16                    |
| 18                 | 25                    | 1.5          | 18.18                | 21              | 1 1/8                  | 16                    |
| 20                 | 27.5                  | 1.62         | 20.2                 | 23              | 1 1/8                  | 20                    |
| 24                 | 32                    | 1.81         | 24.25                | 27.25           | 1 1/4                  | 20                    |

#### 5.4.4 Bridas para Diámetros 26" y Mayores

Se utilizarán bridas AWWA C207 tipo Steel-Ring Clase D (150 psi) cara plana, fabricadas de acero al carbón de alta resistencia, para trabajar a presiones hasta 150 psi en diámetros mayores. Son fabricadas con cara plana para proporcionar un sello uniforme cuando se utilizan con juntas adecuadas. Dichas juntas pueden ser de anillo de goma, materiales compuestos o cualquier otro tipo de junta compatible con el tipo de fluido y condiciones de operación de la línea.

La configuración de los pernos deberá seguir los estándares de la norma AWWA para asegurar compatibilidad con el resto de los componentes del sistema. El número y tamaño de éstos variará según el tamaño de la brida (**Figura 2, Tabla 18**) para garantizar la seguridad y hermeticidad de la conexión



**Figura 2. Esquema de Brida AWWA C207 Tipo Steel-Ring Clase D, 150 psi**

**Tabla 14. Dimensiones en Pulgadas para Bridas AWWA C207 tipo Steel-Ring Clase D, 150 psi**

| Tamaño Nominal NPS | Diámetro Exterior (OD) | Diámetro Interior (ID) | Número de Tornillos | Diámetro de Tornillo | Espesor (T) |
|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|-------------|
| 26                 | 34.25                  | 26.19                  | 24                  | 1.25                 | 1.312       |
| 28                 | 36.5                   | 28.19                  | 28                  | 1.25                 | 1.312       |
| 30                 | 38.75                  | 30.19                  | 28                  | 1.5                  | 1.375       |
| 32                 | 41.75                  | 32.19                  | 28                  | 1.5                  | 1.5         |
| 34                 | 43.75                  | 34.19                  | 32                  | 1.5                  | 1.5         |
| 36                 | 46                     | 36.19                  | 32                  | 1.5                  | 1.625       |
| 38                 | 48.75                  | 38.19                  | 32                  | 1.5                  | 1.625       |
| 40                 | 50.75                  | 40.19                  | 36                  | 1.5                  | 1.625       |
| 42                 | 53                     | 42.19                  | 36                  | 1.5                  | 1.75        |
| 44                 | 55.25                  | 44.19                  | 40                  | 1.5                  | 1.75        |
| 46                 | 57.25                  | 46.19                  | 40                  | 1.5                  | 2           |
| 48                 | 59.5                   | 48.19                  | 40                  | 1.5                  | 2           |
| 50                 | 61.75                  | 50.19                  | 44                  | 1.75                 | 2           |
| 52                 | 64                     | 52.19                  | 44                  | 1.75                 | 2           |

| Tamaño Nominal NPS | Diámetro Exterior (OD) | Diámetro Interior (ID) | Número de Tornillos | Diámetro de Tornillo | Espesor (T) |
|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|-------------|
| 54                 | 66.25                  | 54.19                  | 44                  | 1.75                 | 2.125       |
| 60                 | 73                     | 60.19                  | 52                  | 1.75                 | 2.25        |
| 66                 | 80                     | 66.19                  | 52                  | 1.75                 | 2.5         |
| 72                 | 86.5                   | 72.19                  | 60                  | 1.75                 | 2.625       |
| 78                 | 93                     | 78.19                  | 64                  | 2                    | 2.75        |
| 84                 | 99.75                  | 84.19                  | 64                  | 2                    | 2.875       |
| 90                 | 106.5                  | 90.19                  | 68                  | 2.25                 | 3           |
| 96                 | 113.25                 | 96.19                  | 68                  | 2.25                 | 3.25        |
| 102                | 120                    | 102.19                 | 72                  | 2.5                  | 3.25        |
| 108                | 126.75                 | 108.19                 | 72                  | 2.5                  | 3.375       |
| 114                | 133.5                  | 114.19                 | 76                  | 2.75                 | 3.5         |
| 120                | 140.25                 | 120.19                 | 76                  | 2.75                 | 3.5         |
| 126                | 147                    | 126.19                 | 80                  | 3                    | 3.75        |
| 132                | 153.75                 | 132.19                 | 80                  | 3                    | 3.875       |
| 144                | 167.25                 | 144.19                 | 84                  | 3.25                 | 4.125       |

#### 5.4.5 Bridas ciegas

Las bridas ciegas deberán cumplir la norma ANSI/AWWA C207, o según se indique para tuberías pequeñas. Todas las bridas ciegas para tuberías de 12 pulgadas y mayores deberán suministrarse con elementos de izaje mediante tornillos de ojillo soldados o roscados.

Todas las caras maquinadas de bridas ciegas de metal y bridas de tubería serán pintadas usando los lineamientos para recubrimiento anticorrosivo de la tubería en la que sean instaladas.

#### 5.4.6 Tornillería

Toda la tornillería por usarse incluyendo, tuercas, arandelas, tornillos y espárragos entre otros, deberán cumplir con las especificaciones para su aplicación. En todo momento deberá asegurarse que los materiales de los tornillos y tuercas sean compatibles para evitar problemas de corrosión galvánica.

Se utilizará principalmente tornillería galvanizada en caliente (ASTM B766, ASTM A153/A153M), salvo conexiones en acero inoxidable, donde deberá utilizarse tornillería en acero inoxidable (NRF-027-PEMEX-2009), o donde así lo indiquen los planos del proyecto. Para su instalación, se observarán los lineamientos aplicables de tornillería y pernos para uso conforme aplique en altas temperaturas (ASTM A193/193M), bajas temperaturas (ASTM A320/320M), y tuercas (ASTM A194/194M.).

Se deberá marcar cada pieza con el grado del material en un extremo y con la identificación del fabricante en la otra. Para el Grado B7M, que ha sido inspeccionado al 100% (cumpliendo con la norma) deberá tener una línea debajo del grado para distinguirlo de otros grados B7M producidos bajo revisiones anteriores de la norma en la que no se requería la inspección al 100%.

Las tuercas deberán de ser hexagonales y con las dimensiones requeridas en ANSI/ASME B18.2.2.

El roscado de las tuercas (a menos que se indique otra cosa) deberá cumplir con la norma ANSI/ASME B1.1, y el ajuste será clase 2B.

- Para diámetros de 1" y menores la rosca será UNC.
- Para tuercas de diámetros de 1 1/8" y superiores la rosca será 8UN y el ajuste será 2B.

Se deberá marcar cada pieza con la identificación del fabricante y con el grado del material en un lugar visible.

### **5.5 MANO DE OBRA Y EQUIPO**

La ejecución de los trabajos deberá realizarse con personal técnico y especializado, debidamente capacitado y con experiencia comprobable en el tipo de obra y equipos a instalar.

El contratista deberá contar en todo momento con la herramienta, maquinaria y equipo necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, sin afectar la calidad, seguridad ni los tiempos establecidos en el programa de obra.

Todo el personal deberá cumplir con las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal y la observancia de los procedimientos de seguridad establecidos.

### **5.6 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

#### **5.6.1 Manejo de residuos**

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

### **5.7 CONTROL DE CALIDAD**

Dentro del dossier de calidad se deberá presentar la siguiente información en el idioma español:

- Ficha técnica
- Planos de características mecánicas
- Manual de mantenimiento
- Certificados de pruebas de funcionamiento
- Acreditaciones del fabricante

### **5.8 CERTIFICACIONES**

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones de:

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004
- OHSAS 18001:2007

## **5.9 INSTALACIÓN**

Deberán observarse las recomendaciones del fabricante para la instalación de estos accesorios. Éstas deberán incluir, sin limitarse a los siguientes puntos:

### ***Preparación***

- Asegurar que las superficies de las bridas estén limpias y libres de imperfecciones que puedan afectar el sellado.
- Utilizar pernos y juntas que cumplan con las especificaciones de la norma AWWA C207.
- Verificar que las juntas sean compatibles con el tipo de fluido y las condiciones de operación.

### ***Ajuste y torque***

- Seguir un patrón de apriete de pernos en cruz para asegurar una distribución uniforme de la carga.
- Aplicar el torque especificado por el fabricante para evitar fugas y daños en la brida.

### ***Pruebas***

- Realizar pruebas de presión para asegurar que no haya fugas en las conexiones.

### ***Inspección y mantenimiento***

- Inspeccionar regularmente las conexiones de bridas para detectar signos de desgaste o corrosión.
- Realizar mantenimiento preventivo según sea necesario para asegurar la integridad y funcionalidad de las conexiones.

## **5.10 PLACA DE IDENTIFICACIÓN Y MARCADO**

Las bridas y accesorios deberán contar con marcado permanente del fabricante, conforme a las normas de fabricación aplicables, que permita identificar el material, presión nominal y origen del componente.

Cuando las dimensiones del componente lo permitan, el marcado deberá realizarse mediante fundición en relieve, estampado o grabado permanente, de forma que permanezca legible durante toda la vida útil del elemento.

El marcado deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Norma de fabricación aplicable.
- Diámetro nominal (DN o NPS).

- Clase o presión nominal (PN o Class).
- Material de fabricación.
- Número de lote o código de producción.

En el caso de bridas y accesorios instalados en sistemas críticos o en equipos principales de proceso, se deberá contar adicionalmente con registro documental o placa de identificación del sistema de tuberías, que permita identificar:

- TAG o identificación de la línea de proceso.
- Material de la tubería y accesorios.
- Presión de diseño del sistema.
- Fluido transportado.
- Nombre del proyecto o instalación.

### 5.10.1 Requisito adicional

El Contratista deberá proporcionar la documentación técnica y certificados de calidad del fabricante, incluyendo certificados de materiales, reportes de pruebas y trazabilidad de los componentes suministrados.

## 5.11 CRITERIOS DE TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO

El alcance será la PP1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de las bridas y accesorios deberá realizarse de forma que se preserve la integridad dimensional, estructural y superficial de los componentes, evitando deformaciones, daños mecánicos o deterioro de las superficies de contacto.

El Contratista será responsable de garantizar que todos los componentes lleguen al sitio de la obra en condiciones adecuadas para su instalación y operación.

### 5.11.1 Transporte

Las bridas y accesorios deberán transportarse debidamente embalados y protegidos para evitar daños durante su traslado.

Durante el transporte se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los componentes deberán transportarse en empaques adecuados, cajas, tarimas o contenedores que eviten golpes o deformaciones.
- Las caras de sellado de las bridas deberán mantenerse protegidas mediante tapas, cubiertas o protectores plásticos hasta el momento de su instalación.
- Se deberá evitar el contacto directo entre piezas metálicas que pueda causar rayaduras o daño en las superficies mecanizadas.
- Los componentes deberán asegurarse adecuadamente para evitar desplazamientos o vibraciones excesivas durante el transporte.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a humedad, agua o ambientes corrosivos.

### **5.11.2 Manejo y manipulación**

Las maniobras de carga, descarga y movimiento dentro de la obra deberán realizarse utilizando equipos adecuados y personal capacitado.

Durante el manejo se deberán observar las siguientes precauciones:

- No se permitirá arrojar, golpear o arrastrar las bridas y accesorios.
- Las piezas deberán manipularse utilizando eslingas, bandas o equipos de izaje adecuados, cuando su peso o dimensiones lo requieran.
- Las superficies de sellado deberán mantenerse protegidas contra rayaduras, golpes o contaminación.
- Se deberá evitar el contacto con materiales abrasivos o contaminantes que puedan afectar la superficie del componente.

### **5.11.3 Almacenamiento**

En caso de que las bridas y accesorios deban almacenarse antes de su instalación, deberán mantenerse bajo condiciones que garanticen su conservación.

El almacenamiento deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Los componentes deberán almacenarse en áreas secas, ventiladas y protegidas de la intemperie.
- Las piezas deberán colocarse sobre tarimas, racks o soportes adecuados, evitando el contacto directo con el suelo.
- Las caras de sellado deberán mantenerse protegidas con cubiertas o protectores hasta el momento de su instalación.
- Se deberá evitar la acumulación de humedad, polvo o sustancias corrosivas sobre las superficies metálicas.
- Los componentes deberán almacenarse ordenados y debidamente identificados, conforme a su diámetro, clase de presión y tipo de accesorio.

### **5.11.4 Inspección al recibir los materiales**

A la llegada de las bridas y accesorios al sitio de obra se deberá verificar:

- Integridad del embalaje.
- Ausencia de daños mecánicos visibles.
- Estado de las superficies de sellado.
- Correspondencia entre los componentes recibidos y las especificaciones del proyecto.

Cualquier componente que presente deformaciones, golpes o daños en las superficies de sellado deberá ser rechazado o sustituido antes de su instalación.

## **5.12 PLAZO DE ENTREGA**

El plazo estimado de entrega en condiciones normales, para el envío de los elementos ofertados, será de 8 semanas a partir de la fecha de firma del contrato.

### **5.13 GARANTÍAS**

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o reemplazado.

### **5.14 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La medición de los trabajos se realizará conforme a los criterios establecidos en el catálogo de conceptos, considerando las unidades, alcances y condiciones definidas para cada concepto.

Los precios unitarios incluirán todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, tales como suministro de materiales, mano de obra, equipo, pruebas, herramientas, seguridad y cumplimiento normativo.

Quedan explícitamente excluidos únicamente aquellos conceptos que se indiquen de manera expresa en el catálogo o en las condiciones particulares del contrato.

#### **5.14.1 Criterios de medición**

El suministro e instalación de las bridas y accesorios se medirá por pieza (pza), como base deben considerarse las cantidades fijadas en el proyecto o por la Dependencia.

Se considerará el concepto ejecutado cuando el equipo haya sido aceptada por la supervisión y cumpla con todas las pruebas y requisitos establecidos.

#### **5.14.2 Criterios de pago**

Este concepto de trabajo se pagará al precio unitario establecido en el contrato, el que incluye los costos directos, indirectos, financieros, la utilidad del Contratista, así como los cargos adicionales.

## 6. JUNTAS DE DESMONTAJE

### Conceptos:

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

### 6.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO

El presente concepto se refiere al suministro, fabricación, transporte, instalación y pruebas de juntas de desmontaje, destinadas a facilitar el montaje y desmontaje de válvulas, equipos y accesorios en los sistemas hidráulicos del proyecto.

Las juntas de desmontaje tienen como función principal permitir la compensación de pequeñas variaciones longitudinales y facilitar la instalación o retiro de equipos, sin inducir esfuerzos indebidos a las tuberías o válvulas. Estas piezas forman parte integral de las interconexiones del sistema y deberán garantizar hermeticidad, resistencia estructural y compatibilidad con las condiciones de presión y servicio establecidas en el proyecto.

### 6.2 ALCANCE

Esta especificación aplica al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación y pruebas de juntas de desmontaje consideradas en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

Las juntas de desmontaje deberán operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la hermeticidad de la unión y la correcta transmisión de esfuerzos sin deformaciones permanentes.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa, lo siguiente:

- Junta de desmontaje completa, nueva y de primera calidad.
- Cuerpo telescópico o sistema de ajuste longitudinal.
- Bridas conforme a la clase de presión indicada en planos.
- Empaques elastoméricos compatibles con el fluido.
- Tornillería y varillas de ajuste.
- Recubrimiento interno y externo anticorrosivo cuando corresponda.
- Mano de obra especializada para montaje e instalación.
- Pruebas de hermeticidad en sitio integradas a la línea correspondiente.

Todo lo necesario para dejar la junta de desmontaje completamente instalada, alineada, ajustada y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

### **6.3 NORMATIVIDAD**

Para la fabricación e instalación de juntas es crucial que éstas pasen por pruebas de presión, pruebas de estanquidad, y certificaciones de calidad según las normas mencionadas para asegurar su funcionamiento óptimo y seguro. A continuación, se mencionan algunas de las normas relevantes que deben ser consideradas:

#### **6.3.1 Normas nacionales**

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de accesorios, como lo son:

- NOM-002-CONAGUA-2015: Especificaciones para materiales y equipos hidráulicos.
- NOM-001-CONAGUA: Requisitos y especificaciones técnicas en la infraestructura hidráulica.
- NOM-001-SEDE-2012: Instalaciones eléctricas (utilización).

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos. Comisión Nacional del Agua.

#### **6.3.2 Normas internacionales**

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code
- ANSI - American National Standards Institute
- API 601: "Metallic Gaskets for Raised-Face Pipe Flanges and Flanged Connections"
- ASME Class Ratings: Clasificaciones de presión según ASME
- ASME B16.20: "Metallic Gaskets for Pipe Flanges"
- ASME B16.21: "Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges"
- ASME B31.3: "Process Piping"
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWWA - American Water Works Association
- EN 1514: "Flanges and their joints. Gaskets for PN-designated flanges"
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- SSPC - Steel Structures Painting Council

## 6.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### 6.4.1 Condiciones de operación

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Altitud:                | 1575 msnm    |
| Presión atmosférica:    | 837.8 mmHg   |
| Temperatura del liquido | 20-30 grados |

### 6.4.2 Juntas Expansibles

Se utilizarán juntas expansibles tipo J-1W de arco ancho marca reconocida, en la descarga de bombas sumergibles y sopladores. Estas juntas deberán responder a los requerimientos de compensación de movimientos, reducción de ruido y aislamiento de vibraciones que, de lo contrario, podrían comprometer la integridad de la línea o equipos.

- Presión: para presión estándar y alta presión, dependiente del tamaño nominal (**Tabla 20**)
- Elastómero:
  - Líneas de agua: neopreno
  - Líneas de aire: EPDM
- Anillos de retención: Acero galvanizado
- Clasificación de temperatura:
  - Clase I (hasta 82 °C) para agua
  - Clase II (hasta 121 °C) para aire
- Bridas: ANSI 125/150
- Espárragos: Acero ASTM A-307-68

### *Número de arcos*

Se seleccionará el número de arcos en función de los diámetros de la tubería, como se especifica a continuación:

- Tubería de 1" a 8" sumergida/oculta: arco simple
- Tubería de 1" a 8" visible/expuesta: arco doble
- Tubería de 10" o superior: arco triple



**Figura 3 Junta Expansible J-1W**

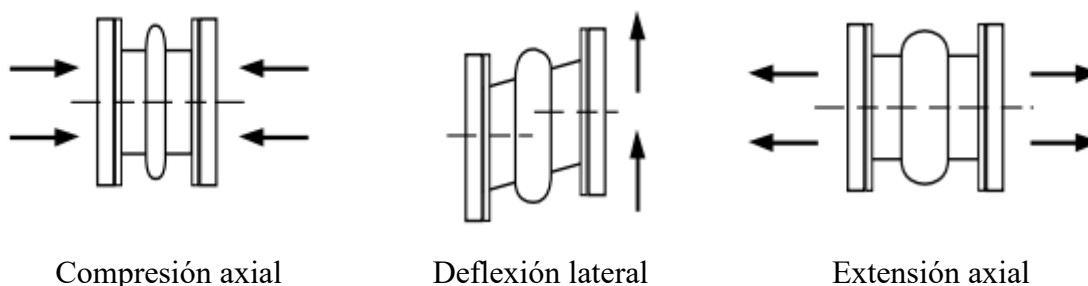
**Tabla 15 Clasificación de Presión para Diferentes Diámetros Nominales**

| Tamaño<br>(pulgadas) | Presión Estándar<br>(psi) |
|----------------------|---------------------------|
| 1"-4"                | 165                       |
| 5"-6"                | 140                       |
| 8"-12"               | 140                       |
| 14"                  | 85                        |
| 16"-24"              | 65                        |
| 26"-54"              | 55                        |
| 42"-66"              | 55                        |
| 72" en<br>adelante   | 45                        |

*Fuente: proveedores*

Las juntas expansibles están diseñadas para amortiguar movimientos, deflexiones y elongaciones de la tubería en diferentes direcciones. El movimiento permisible en cada dirección depende de la cantidad de arcos que componen la junta y el tamaño nominal de la misma:

- Compresión Axial: Reducción de la longitud de la junta.
- Elongación Axial: Aumento de la longitud de la junta.
- Deflexión Lateral: Movimiento perpendicular al eje longitudinal de la junta.
- Vibración: Absorción de oscilaciones mecánicas.
- Movimiento Angular: Desplazamiento angular del eje longitudinal.
- Movimiento Torsional: Torsión de un extremo de la junta respecto al otro.



**Figura 4 Tipos de Movimientos que puede Amortiguar la Junta Expansible**

**Tabla 16 Movimiento Permisible para Juntas Expansibles J-1W de un Arco**

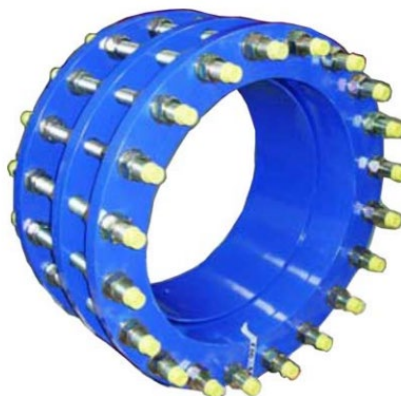
| Tamaño (plg) | Compresión Axial (plg) | Elongación Axial (plg) | Deflexión Lateral (plg) |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 – 4        | 1-3/4                  | 3/4                    | 3/4                     |
| 6 – 8        | 1-3/4                  | 3/4                    | 1                       |
| 14 – 20      | 2                      | 7/8                    | 1-1/8                   |
| 24 – 54      | 2                      | 1                      | 1-1/8                   |

*Fuente: proveedores*

#### 6.4.3 Juntas mecánicas para diámetros igual o menores a 48"

En el caso de tuberías de diámetros menores y hasta 48" que para su operación o mantenimiento requieran un desmontaje y reensamblaje rápido y sencillo, se utilizarán juntas mecánicas de desmontaje PN10 modelo JT5200 marca reconocida equivalente, aptas para instalación y desmontaje fácil de válvulas y accesorios con las siguientes características generales:

- **Rango de dimensiones:** Desde DN 200 hasta DN 1200.
- **Norma de presión:** PN10 (10 bar).
- **Conexión:** Rígida entre las tuberías de conexión.



**Figura 5 Junta Mecánica JT5200**

**Material**

- Tubo bridado interno: Acero al carbono S-235 JR
- Tubo bridado externo: Acero al carbono S-235 JR
- Brida de retención: Acero al carbono S-235 JR
- Anillo de sellado: EPDM
- Espárrago: Acero 6.8
- Tuerca: Acero 6.8

Las dimensiones y peso de la junta, así como el tamaño y cantidad de espárragos y tornillería de fijación, varía en función del tamaño nominal de la brida (**Tabla 22**). Para los accesorios de mayor tamaño y peso, deberán considerarse elementos de izaje y soportería para su correcta instalación.

**Tabla 17 Dimensiones Principales de Juntas Mecánicas JT5200**

| Diámetro nominal | Longitud espárragos | Ø externo total (mm) | n x Ø Espárragos | Peso |
|------------------|---------------------|----------------------|------------------|------|
| (plg)            | (mm)                | (mm)                 | (mm)             | (kg) |
| 8"               | 430                 | 340                  | 8 x 20           | 53   |
| 10"              | 430                 | 395                  | 12 x 20          | 72   |
| 12"              | 430                 | 445                  | 12 x 20          | 81   |
| 14"              | 430                 | 505                  | 16 x 20          | 109  |
| 16"              | 450                 | 565                  | 16 x 24          | 150  |
| 18"              | 530                 | 615                  | 20 x 24          | 180  |
| 20"              | 530                 | 670                  | 20 x 24          | 206  |
| 24"              | 550                 | 780                  | 20 x 27          | 264  |
| 28"              | 550                 | 895                  | 24 x 27          | 329  |
| 32"              | 650                 | 1015                 | 24 x 30          | 454  |
| 36"              | 650                 | 1115                 | 28 x 30          | 537  |
| 40"              | 660                 | 1230                 | 28 x 33          | 674  |
| 48"              | 730                 | 1455                 | 32 x 36          | 947  |

*Fuente: TECOFI France*

**6.4.4 Juntas mecánicas para diámetros mayores a 48"**

Se utilizarán las juntas desmontables JT4202 marca reconocida, para accesorios y equipos con diámetros superiores a 48" que para su operación o mantenimiento requieran un desmontaje y reensamblaje rápido y sencillo.

- Rango de dimensiones: Se utilizarán a partir de DN 1200 hasta DN 2600.
- Norma de presión: PN10.

- Conexión: rígida entre las tuberías de conexión.



**Figura 6 Junta Mecánica JT4202**

### ***Materiales***

- Tubo bridado interno: Hierro dúctil EN-GJS-500-7 (ASTM: A536 70-50-05, BS: 500/7)
- Tubo bridado externo: Hierro dúctil EN-GJS-500-7 (ASTM: A536 70-50-05, BS: 500/7)
- Brida de retención: Hierro dúctil EN-GJS-500-7 (ASTM: A536 70-50-05, BS: 500/7)
- Anillo de sellado: EPDM
- Espárrago: Acero zincado
- Tuerca: Acero zincado

Las dimensiones y peso de la junta, así como el tamaño y cantidad de espárragos y tornillería de fijación, varía en función del tamaño nominal de la brida (**Tabla 23**). Para los accesorios de mayor tamaño y peso, deberán considerarse elementos de izaje y soportería para su correcta instalación.

**Tabla 18 Dimensiones Nominales y de Espárragos para Juntas JT4202**

| DN (mm) | DN (inch) | Longitud espárragos (mm) | Ø Espárragos (mm) | Número de espárragos | Peso (kg) |
|---------|-----------|--------------------------|-------------------|----------------------|-----------|
| 1400    | 56"       | 630                      | 39                | 36                   | 22.8      |
| 1500    | 60"       | 665                      | 39                | 36                   | 23        |
| 1600    | 64"       | 700                      | 45                | 40                   | 25.2      |
| 1800    | 72"       | 730                      | 45                | 44                   | 27.6      |
| 2000    | 80"       | 730                      | 45                | 48                   | 30        |
| 2200    | 88"       | 750                      | 52                | 52                   | 32.4      |

|      |      |     |    |    |      |
|------|------|-----|----|----|------|
| 2400 | 96"  | 770 | 52 | 56 | 34.8 |
| 2600 | 104" | 800 | 52 | 60 | 37   |

*Fuente: TECOFI France*

## **6.5 MANO DE OBRA Y EQUIPO**

La ejecución de los trabajos deberá realizarse con personal técnico y especializado, debidamente capacitado y con experiencia comprobable en el tipo de obra y equipos a instalar.

El contratista deberá contar en todo momento con la herramienta, maquinaria y equipo necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, sin afectar la calidad, seguridad ni los tiempos establecidos en el programa de obra.

Todo el personal deberá cumplir con las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal y la observancia de los procedimientos de seguridad establecidos.

## **6.6 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

### **6.6.1 Manejo de residuos**

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

## **6.7 CONTROL DE CALIDAD**

Dentro del dossier de calidad se deberá presentar la siguiente información en el idioma español:

- Ficha técnica
- Planos de características mecánicas
- Manual de mantenimiento
- Certificados de pruebas de funcionamiento
- Acreditaciones del fabricante

## **6.8 CERTIFICACIONES**

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones de:

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004

- OHSAS 18001:2007

## **6.9 INSTALACIÓN**

Deberán observarse las recomendaciones del fabricante para la instalación de estos accesorios. Éstas deberán incluir, sin limitarse a los siguientes puntos:

### ***Preparación***

- Asegurarse de que las superficies de las tuberías estén limpias y libres de óxido, suciedad y otros contaminantes.
- Verificar que las bridas y los extremos de las tuberías estén alineados correctamente para evitar tensiones indebidas.

### ***Instalación de juntas mecánicas***

- Alineación: Alinear correctamente las tuberías para evitar esfuerzos innecesarios en la junta.
- Lubricación: Utilizar lubricantes adecuados en las superficies de contacto para facilitar el montaje.
- Apriete de Pernos: Seguir un patrón de apriete cruzado para asegurar una distribución uniforme de la presión y evitar fugas.
- Inspección: Realizar una inspección visual de la junta y los pernos para asegurar que estén correctamente instalados.

### ***Instalación de juntas expansivas***

- Movimiento: Dejar espacio suficiente para que la junta pueda expandirse y contraerse según las condiciones operativas.
- Soporte Adecuado: Proveer soportes adecuados para la tubería cerca de la junta expansiva para evitar el desplazamiento lateral.
- Protección Contra la Corrosión: Aplicar recubrimientos protectores si la junta expansiva está expuesta a ambientes corrosivos.
- Pruebas de Fuga: Realizar pruebas de presión después de la instalación para asegurar que no haya fugas.

### ***Inspección y mantenimiento***

- Inspeccionar regularmente las conexiones de bridas para detectar signos de desgaste o corrosión.
- Realizar mantenimiento preventivo según sea necesario para asegurar la integridad y funcionalidad de las conexiones.

## **6.10 PLACA DE IDENTIFICACIÓN**

Las juntas de desmontaje deberán contar con marcado permanente del fabricante o placa de identificación, que permita identificar sus características principales y garantizar la trazabilidad del equipo.

El marcado deberá realizarse mediante fundición en relieve, estampado o grabado permanente, o mediante placa metálica resistente a la corrosión fijada al cuerpo de la junta.

La placa o marcado deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Modelo o tipo de junta de desmontaje.
- Diámetro nominal (DN o NPS).
- Presión nominal de diseño (PN o Class).
- Material del cuerpo de la junta.
- Norma de fabricación aplicable.
- Número de serie o lote de fabricación.
- Año de fabricación.
- TAG o identificación del sistema conforme a los planos del proyecto.
- Nombre del proyecto o instalación.

Las juntas deberán contar con protección anticorrosiva en el cuerpo y elementos metálicos, conforme a las especificaciones del proyecto o a las recomendaciones del fabricante.

## **6.11 CRITERIOS DE TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO**

El alcance será la PP1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de las juntas de desmontaje deberá realizarse de manera que se preserve la integridad mecánica, dimensional y superficial de los componentes, evitando deformaciones, daños en los pernos, bridas o superficies de sellado.

El Contratista será responsable de garantizar que las juntas lleguen al sitio de instalación en condiciones adecuadas para su correcta operación y montaje dentro del sistema de tuberías.

### **6.11.1 Transporte**

Las juntas de desmontaje deberán transportarse debidamente embaladas y protegidas para evitar daños durante su traslado.

Durante el transporte se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Las juntas deberán transportarse en su embalaje original del fabricante o en embalaje equivalente que garantice su protección.
- Las caras de conexión y superficies de sellado deberán mantenerse protegidas mediante tapas o cubiertas hasta su instalación.
- Los pernos, tuercas y empaques deberán transportarse protegidos y debidamente identificados.
- Las piezas deberán asegurarse adecuadamente para evitar desplazamientos, impactos o vibraciones excesivas durante el traslado.

Se deberá evitar la exposición prolongada a humedad, agua o ambientes corrosivos.

### **6.11.2 Manejo y manipulación**

Las maniobras de carga, descarga y traslado dentro de la obra deberán realizarse utilizando equipos adecuados y personal capacitado.

Durante el manejo se deberán observar las siguientes precauciones:

- Las juntas deberán manipularse utilizando eslingas, bandas o equipos de izaje adecuados, cuando su peso o dimensiones lo requieran.
- No se permitirá arrojar, golpear o arrastrar las piezas.
- Se deberá evitar cualquier impacto o esfuerzo que pueda provocar deformaciones en las bridas o en el cuerpo de la junta.
- Las superficies de sellado deberán mantenerse protegidas contra golpes, rayaduras o contaminación.
- Las maniobras deberán realizarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

### **6.11.3 Almacenamiento**

Cuando las juntas de desmontaje deban almacenarse antes de su instalación, deberán mantenerse bajo condiciones que garanticen su conservación.

El almacenamiento deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Las juntas deberán almacenarse en áreas secas, ventiladas y protegidas de la intemperie.
- Los componentes deberán colocarse sobre tarimas o soportes adecuados, evitando el contacto directo con el suelo.
- Las superficies de sellado deberán mantenerse protegidas mediante tapas o cubiertas hasta el momento de su instalación.
- Las juntas deberán almacenarse ordenadas y debidamente identificadas conforme a su diámetro y presión nominal.
- Se deberá evitar la exposición a ambientes húmedos o sustancias corrosivas.

### **6.11.4 Inspección al recibir los equipos**

A la llegada de las juntas de desmontaje al sitio de obra se deberá verificar:

- Integridad del embalaje.
- Ausencia de daños mecánicos visibles.
- Estado de las superficies de sellado.
- Presencia de todos los pernos, tuercas y empaques.
- Correspondencia con las especificaciones del proyecto.

Cualquier componente que presente deformaciones, daños en las superficies de sellado o defectos de fabricación deberá ser rechazado o sustituido antes de su instalación.

## **6.12 PLAZO DE ENTREGA**

El plazo estimado de entrega en condiciones normales, para el envío de los elementos ofertados, será de 8 semanas a partir de la fecha de firma del contrato.

### **6.13 GARANTÍAS**

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o reemplazado.

### **6.14 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La medición de los trabajos se realizará conforme a los criterios establecidos en el catálogo de conceptos, considerando las unidades, alcances y condiciones definidas para cada concepto.

Los precios unitarios incluirán todos los costos directos e indirectos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, tales como suministro de materiales, mano de obra, equipo, pruebas, herramientas, seguridad y cumplimiento normativo.

Quedan explícitamente excluidos únicamente aquellos conceptos que se indiquen de manera expresa en el catálogo o en las condiciones particulares del contrato.

#### **6.14.1 Criterios de medición**

El suministro e instalación de las juntas se medirá por pieza (pza), como base deben considerarse las cantidades fijadas en el proyecto o por la Dependencia.

Se considerará el concepto ejecutado cuando la bomba haya sido aceptada por la supervisión y cumpla con todas las pruebas y requisitos establecidos.

#### **6.14.2 Criterios de pago**

Este concepto de trabajo se pagará al precio unitario establecido en el contrato, el que incluye los costos directos, indirectos, financieros, la utilidad del Contratista, así como los cargos adicionales.

El suministro de juntas se medirá por unidad completa; al efecto se determinará directamente en la obra el número que hubiere proporcionado el Contratista con el fin de que el pago se verifique de acuerdo con el tipo y diámetro respectivo, seleccionado conforme al catálogo de precios correspondiente.

Las juntas que no se ajusten a las especificaciones generales o que resulten defectuosas al efectuar las pruebas, serán sustituidas y reinstaladas nuevamente por el Contratista sin compensación adicional.

## 7. VÁLVULAS CHECK

### Conceptos:

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

### 7.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO

El presente concepto se refiere al suministro, fabricación, transporte, instalación, pruebas y puesta en operación de válvulas destinadas a los sistemas de conducción, distribución y proceso del proyecto.

Se entenderá por suministro de válvulas el que haga el Contratista de las unidades que se requieran para la Construcción de los sistemas de agua potable, según lo señale el proyecto.

Se evitará que cuando se ponga en operación el sistema queden las válvulas parcialmente abiertas y en condiciones expuestas al golpe de ariete, ya que esto ocasiona desperfectos o desajustes en las mismas, deficiencias en el sistema o ruptura de las tuberías.

Las válvulas tienen como función principal controlar, regular, aislar o permitir el flujo del fluido dentro de las líneas de tubería, asegurando la operación segura y confiable del sistema hidráulico. Forman parte integral de los sistemas de bombeo, tratamiento, conducción y distribución, y deberán ser compatibles con las condiciones de presión, diámetro, tipo de fluido y ambiente de operación establecidos en el proyecto.

La válvula de no retorno, también conocida como válvula check, retenedora o de reflujo, es aquella que permite el flujo en una sola dirección. Cuando se presenta un flujo en la dirección contraria la válvula se cierra hasta que se restablezca el sentido del flujo. Generalmente se colocan en las estaciones de bombeo y líneas de descarga para prevención.

Las válvulas deberán seleccionarse conforme a su función específica (aislamiento, retención, regulación, control, alivio, etc.), garantizando hermeticidad, durabilidad y facilidad de operación y mantenimiento.

### 7.2 ALCANCE

Esta especificación aplica al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación, pruebas y puesta en marcha de las válvulas consideradas en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

Las válvulas deberán operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la hermeticidad y el control del flujo requeridos.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa, lo siguiente:

- Válvula completa, nueva y de primera calidad.
- Cuerpo, bonete y elementos internos adecuados al tipo de servicio.
- Sistema de accionamiento (manual, eléctrico o hidráulico), cuando aplique.
- Bridas, empaques y tornillería asociada, cuando corresponda.
- Recubrimientos internos y externos anticorrosivos.
- Accesorios y elementos de fijación necesarios para su instalación.
- Mano de obra especializada para montaje e instalación.
- Pruebas de funcionamiento en sitio.
- Puesta en marcha y operación inicial.

Todo lo necesario para dejar la válvula completamente instalada, probada y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

### 7.3 NORMATIVIDAD

Para la fabricación e instalación de válvulas tipo check, es crucial que éstas pasen por pruebas de presión, pruebas de estanquidad, y certificaciones de calidad según las normas mencionadas en esta sección para asegurar su funcionamiento óptimo y seguro.

#### 7.3.1 Normas nacionales

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:

- NOM-002-CONAGUA-2015: Especificaciones para materiales y equipos hidráulicos.
- NOM-001-CONAGUA: Requisitos y especificaciones técnicas en la infraestructura hidráulica.
- NOM-013-CNA-2000: Redes de distribución de agua potable-Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba.

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos. Comisión Nacional del Agua.

#### 7.3.2 Normas internacionales

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- ANSI - American National Standards Institute
- ANSI B16.5: Normas de bridas para tuberías.
- ANSI B16.34: Normas para válvulas de bridas, soldadura y roscadas.
- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- API 594: Válvulas check: Bridadas, de lengüeta, tipo wafer y para soldar a tope
- API 598: Pruebas y procedimientos de inspección para válvulas.
- API 607: Normas para pruebas de resistencia al fuego de válvulas.
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ASTM - American Society for Testing and Materials

- ASME Class Ratings
- ASME B31.3: Normas de tuberías de proceso y sistemas de válvulas.
- ASME B16.34: Normas para válvulas de acero.
- ASME B16.47: Normas para bridas de gran diámetro.
- ASME B16.1: Taladrado de brida Clase 125
- ASME B16.5: Taladrado de brida Clase 150, 2-24" (50-600 mm)
- ASME B16.42: Espesor de pared del cuerpo Clase 150
- ASME 16.104: Excede los requisitos de cierre Clase VI (hermético)
- AWWA - American Water Works Association
- AWWA C508: Válvulas de retención de tipo oscilante para servicios de acueducto, de 2 a 48 pulgadas (50 mm a 1,200 mm) NPS
- FBMA - Anti-Friction Bearing Manufacturers Association
- ISO 5208: Pruebas de presión y estanquidad para válvulas.
- ISO 5211: Acoplamientos de dispositivos de operación para válvulas industriales.
- ISO 5752: Espacios de montaje y diámetros de bridas para válvulas.
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- SSPC - Steel Structures Painting Council

## **7.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **7.4.1 Condiciones de operación**

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Altitud:                | 1575 msnm    |
| Presión atmosférica:    | 837.8 mmHg   |
| Temperatura del liquido | 20-30 grados |

### **7.4.2 Válvula check para lodo y agua**

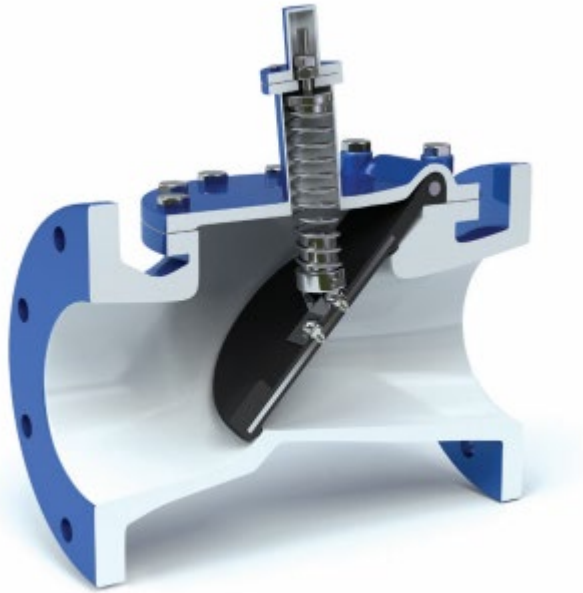
Las válvulas para diámetros desde 4" hasta 48" serán modelo CRF 100 SR. Deberán ser de tipo retención de columpio con resorte, diseñadas específicamente para aplicaciones en sistemas de aguas residuales crudas y aguas con sólidos suspendidos. El resorte de cierre será de acero inoxidable y ajustable externamente sin necesidad de remover la tapa o sacar la válvula de servicio. La solapa será de goma, moldeada con precisión y reforzada con acero.

El diseño de la válvula tendrá un ángulo de 45 grados en el asiento del cuerpo con una apertura de 35° para acelerar el cierre de la válvula y prevenir el flujo inverso, minimizando el golpe de ariete

Las válvulas deberán cumplir con los estándares y normativas pertinentes, incluyendo MIL V 18436 F, ASME B16.1, y AWWA C508. La construcción del cuerpo, la tapa y el tapón del cuerpo deberá ser conforme a las especificaciones ASTM para hierro dúctil y hierro fundido.

- Rango de Tamaños: Desde 4" hasta 48" (50-1200mm).
- Rango de Temperatura: -70 a 250°F (-57 a 121°C)
- Clasificación de Presión: Hasta 175 psi (1210 kPa).

- Conexiones: Bridas ASME clase 150



**Figura 7 Válvula Check CRF 100SR**

### ***Materiales***

- Cuerpo: se recomienda utilizar el estándar del proveedor en cualquiera de los 2 materiales mencionados a continuación:
  - Tamaños 2” a 24”: Hierro dúctil (ASTM A536, 65-45-12),
  - Tamaños 30” a 48”: Hierro fundido ASTM A126, Grado B
- Cubierta: misma que el material de cuerpo.
- Obturador (Flapper): NBR (Acrilonitrilo-Butadieno) reforzado con acero ASTM A36, reemplazable.
- Resorte: Acero inoxidable 316
- Juntas: Sin asbesto con aglutinante de goma butadieno.
- Tornillería de la Tapa: Acero inoxidable 316 o acero A449 Grado 5.

### **7.4.3 Válvula check para líneas de aire**

Las válvulas para manejo de aire deberán ser de doble puerta, modelo APCO CDD-9000T, , adecuadas para gases limpios. Tendrán accionamiento con resortes cargados para un cierre rápido para prevenir el contraflujo.

Las válvulas deberán tener asientos resilientes o metálicos, cumpliendo o superando los requisitos de prueba API 598. Asimismo, deberán cumplir con los estándares y normativas aplicables, incluyendo ASME/API 594 para diseño y fabricación de válvulas, ASME B16.5 para dimensiones y clasificaciones de presión de bridas, ASME B16.34 para válvulas con extremos bridados, roscados y de soldadura, ASME B16.42 para bridas de hierro dúctil, y API 598 para inspección y prueba de presión de válvulas.

- Rango de Tamaños: Desde 2" a 36" (50 mm a 900 mm).
- Rango de Temperatura: -20° a 300° F (-28° a 184° C).
- Clasificación de Presión: Clase 150 hasta 250 psi (1723 kPa)
- Conexiones: Wafer ASME 150



**Figura 8 Válvula Check APCO CDD-9000T de Doble Puerta**

### ***Materiales***

- Cuerpo: Hierro dúctil ASTM A536.
- Cubierta: Hierro dúctil (ASTM A536, 65-45-12) o Hierro fundido ASTM A126, Grado B
- Obturador (Flapper): Acero inoxidable 316 ASTM A351, CF8M.
- Asiento: EPDM
- Resorte: Acero inoxidable 316.
- Retenedor de pasador: Acero al carbono.
- Ojo de elevación (8" y mayores): Acero al carbono.
- Pernos de bisagra y tope: Acero inoxidable 316.

### **7.4.4 Válvula check para químicos**

Las válvulas check para tuberías en PVC con diámetros hasta 4" deberán ser de tipo retención True Union Utility con resorte, elaboradas de PVC Tipo I, ASTM D 1784 Clasificación de Celda 12454. Todas las tuercas de unión tendrán roscas reforzadas acopladas a una unidad sellada reemplazable con asiento de EPDM y disco cargado. Todas las válvulas de retención con resorte tendrán una operación asistida por resorte de acero inoxidable. Todas las válvulas tendrán en su exterior una flecha para

designar la dirección del flujo. Todas las válvulas estarán certificadas por NSF® Internacional para su uso en servicios de agua potable. Todas las válvulas serán clasificadas a una presión de 150 psi para agua a 73°F (10.5 kg/cm<sup>2</sup> a 23°C) en posición de abierta y a 75 psi a 73°F (5.3 kg/cm<sup>2</sup> a 23°C) a contrapresión (cerrada).

- Rango de tamaños: desde 1/2" hasta 4".
- Presión de operación: 150 psi (10.5 kg/cm<sup>2</sup>) a 73°F (23°C) en posición abierta.
- Contrapresión: 75 psi (5.3 kg/cm<sup>2</sup>) a 73°F (23°C) en posición cerrada.
- Diseño True Union: Facilita la reposición en la línea de trabajo.
- Flecha de dirección de flujo: Indicada en el exterior de la válvula.
- Clasificación NSF: Aprobada para su uso en servicios de agua potable.
- Operación asistida por resorte: Proporciona un cierre positivo y evita el cierre violento.



**Figura 9 Válvula de Retención en PVC**

- Cuerpo de la válvula: PVC Tipo I, Clasificación de Celda 12454 conforme a ASTM D 1784.
- Asiento: EPDM de alto grado.
- Resorte: Acero inoxidable.
- Conectores finales: roscar.

### 7.4.5 Requisitos de fabricación y suministro

Las válvulas deberán ser fabricadas por proveedores reconocidos, con experiencia comprobable en aplicaciones similares.

Previo al suministro, el proveedor deberá presentar fichas técnicas, dimensiones, clase de presión, curvas de operación (cuando aplique) y certificados de calidad.

Las válvulas deberán entregarse debidamente protegidas contra golpes, contaminación y corrosión durante su transporte y almacenamiento.

No se aceptarán válvulas con defectos visibles, daños en recubrimientos o deformaciones.

## **7.5 MANO DE OBRA Y EQUIPO**

La ejecución de los trabajos deberá realizarse con personal técnico y especializado, debidamente capacitado y con experiencia comprobable en el tipo de obra y equipos a instalar.

El contratista deberá contar en todo momento con la herramienta, maquinaria y equipo necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, sin afectar la calidad, seguridad ni los tiempos establecidos en el programa de obra.

Todo el personal deberá cumplir con las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal y la observancia de los procedimientos de seguridad establecidos.

## **7.6 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

### **7.6.1 Manejo de residuos**

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

## **7.7 CONTROL DE CALIDAD**

Las válvulas quedarán sujetas a las pruebas hidráulicas de la línea donde se encuentren instaladas.

Se verificará:

- Ausencia de fugas en cuerpo y uniones.
- Correcta operación del mecanismo de apertura y cierre.
- Hermeticidad del cierre conforme a la clase especificada.

Cualquier falla detectada deberá corregirse y repetirse la prueba hasta su aceptación.

La prueba hidrostática de las válvulas se llevará a cabo conjuntamente con las piezas especiales y tuberías.

Las válvulas de seccionamiento y de no retorno (CHECK) deberán resistir una presión hidrostática de trabajo de acuerdo al proyecto.

Las partes integrantes de las válvulas serán capaces de resistir una presión 1.5 veces su presión de operación, sin que sufran deformaciones permanentes ni desajustes en cualquiera de sus partes; a reserva que el proyecto señale especificación diferente.

Las válvulas que no se ajusten a las especificaciones generales o que resulten defectuosas al efectuar las pruebas, serán sustituidas y reinstaladas nuevamente por el Contratista sin compensación adicional.

Dentro del dossier de calidad se deberá presentar la siguiente información en el idioma español:

- Ficha técnica del equipo
- Ficha técnica de los actuadores
- Planos de características mecánicas
- Manual de operación del equipo
- Manual de mantenimiento
- Certificados de pruebas de funcionamiento
- Acreditaciones del fabricante

## **7.8 CERTIFICACIONES**

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones de:

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004
- OHSAS 18001:20071
- AWWA C508.

## **7.9 INSTALACIÓN**

Deberán observarse las recomendaciones del fabricante para la instalación de estos equipos. Éstas deberán incluir -sin limitarse a- los siguientes puntos:

### ***Preparación***

- Asegurar que las bridas de la tubería estén alineadas correctamente.
- Limpiar cualquier residuo o partícula en las superficies de las bridas y el interior de la tubería.

### ***Montaje***

- Colocar la válvula en el sentido de flujo y la orientación adecuada según las recomendaciones del fabricante (horizontal o vertical).
- **Roscada:** Utilizar selladores adecuados en las roscas para evitar fugas. No aplicar fuerza excesiva al apretar.
- **Bridada:** Asegurar que las bridas estén alineadas y utilizar juntas adecuadas para garantizar un sellado hermético. Apretar los pernos en un patrón cruzado para distribuir uniformemente la presión.
- **Wafer:** Colocar la válvula entre las bridas y asegurarse de que esté centrada correctamente.

### ***Pruebas***

- Realizar pruebas de presión para asegurar que no haya fugas en las conexiones.
- Verificar el funcionamiento del actuador y el movimiento del disco para garantizar un sellado y operación adecuados.

## **7.10 PAQUETE DE REFACCIONES DE DESGASTE**

El FABRICANTE del equipo deberá proporcionar como parte de su suministro el paquete de piezas de repuesto de aquellas piezas de desgaste que permitan contar con operación continua del equipo por un año.

## **7.11 PLACA DE IDENTIFICACIÓN**

Todas las válvulas deberán contar con marcado permanente del fabricante o placa de identificación, que permita identificar claramente sus características de fabricación y operación.

El marcado deberá realizarse mediante fundición en relieve, estampado o grabado permanente, o mediante placa metálica resistente a la corrosión fijada al cuerpo de la válvula.

La placa o marcado deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Modelo o tipo de válvula.
- Número de serie o lote de fabricación.
- Diámetro nominal (DN o NPS).
- Clase o presión nominal (PN o Class).
- Material del cuerpo de la válvula.
- Norma de fabricación aplicable.
- Año de fabricación.
- TAG o identificación del equipo conforme a los planos del proyecto.
- Nombre del proyecto o instalación.

El marcado deberá cumplir con lo establecido en las normas de fabricación aplicables (ANSI, AWWA, ASME o equivalentes), garantizando la trazabilidad del equipo.

## **7.12 EMBARQUE Y TRANSPORTE**

El alcance será la PP1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de las válvulas deberá realizarse de forma que se preserve la integridad mecánica, funcional y superficial del equipo, evitando daños en el cuerpo de la válvula, los elementos de cierre, el vástago, el sistema de accionamiento y las superficies de sellado.

El Contratista será responsable de garantizar que las válvulas lleguen al sitio de instalación en condiciones adecuadas para su correcta operación y funcionamiento dentro del sistema hidráulico.

### **7.12.1 Transporte**

Las válvulas deberán transportarse debidamente embaladas y protegidas para evitar daños durante su traslado.

Durante el transporte se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Las válvulas deberán transportarse en su embalaje original del fabricante o en embalaje equivalente que garantice su protección.

- Las caras de conexión (bridas o extremos) deberán permanecer protegidas mediante tapas o cubiertas hasta su instalación.
- Las válvulas deberán transportarse aseguradas para evitar desplazamientos, golpes o vibraciones excesivas durante el traslado.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a humedad, polvo o ambientes corrosivos.
- Los actuadores, volantes o mecanismos de operación deberán protegerse contra impactos o esfuerzos mecánicos.

### 7.12.2 Manejo y manipulación

Las maniobras de carga, descarga y traslado dentro del sitio de obra deberán realizarse utilizando equipos adecuados y personal capacitado.

Durante el manejo se deberán observar las siguientes precauciones:

- Las válvulas deberán manipularse utilizando eslingas, bandas o equipos de izaje adecuados, cuando su peso o dimensiones lo requieran.
- No se permitirá levantar las válvulas utilizando el volante, actuador, vástago u otros elementos del mecanismo de operación.
- Se deberá evitar arrojar, golpear o arrastrar las válvulas durante su manipulación.
- Las superficies de sellado deberán mantenerse protegidas contra golpes, rayaduras o contaminación.
- Las maniobras deberán realizarse conforme a las recomendaciones del fabricante.

### 7.12.3 Almacenamiento

En caso de que las válvulas deban almacenarse antes de su instalación, deberán mantenerse bajo condiciones que garanticen su conservación.

El almacenamiento deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Las válvulas deberán almacenarse en áreas secas, ventiladas y protegidas de la intemperie.
- Los equipos deberán colocarse sobre tarimas o soportes adecuados, evitando el contacto directo con el suelo.
- Las caras de conexión deberán mantenerse protegidas mediante tapas o cubiertas hasta el momento de su instalación.
- Las válvulas deberán almacenarse ordenadas y debidamente identificadas conforme a su tipo y diámetro.
- Se deberá evitar la exposición a sustancias químicas, humedad excesiva o ambientes corrosivos.

### 7.12.4 Inspección al recibir los equipos

A la llegada de las válvulas al sitio de obra se deberá verificar:

- Integridad del embalaje.
- Ausencia de daños mecánicos visibles.
- Estado de las superficies de sellado.
- Funcionamiento del mecanismo de operación.
- Correspondencia entre el equipo recibido y las especificaciones del proyecto.

Cualquier válvula que presente daños en el cuerpo, mecanismo de operación o superficies de sellado deberá ser rechazada o sustituida antes de su instalación.

### **7.13 GARANTÍAS**

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o reemplazado.

El FABRICANTE garantiza la capacidad del equipo o accesorio dentro de las condiciones de operación establecidas en la documentación del mismo.

### **7.14 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La medición del concepto se realizará conforme al catálogo de conceptos, ya sea por pieza (pza) o integrada dentro del suministro de tubería o equipo, según se indique en el contrato.

La forma de pago será acordada en el momento de la compra. En caso de retrasos no imputables al FABRICANTE los porcentajes de los pagos se facturarán en la fecha especificada, con independencia de los trabajos pendientes a realizar.

No se reconocerán pagos adicionales por actividades necesarias para garantizar la hermeticidad y correcta operación del sistema.

El suministro de válvulas se medirá por unidad completa; al efecto se determinará directamente en la obra el número que hubiere proporcionado el Contratista con el fin de que el pago se verifique de acuerdo con el tipo y diámetro respectivo, seleccionado conforme al catálogo de precios correspondiente.

Las válvulas que no se ajusten a las especificaciones generales o que resulten defectuosas al efectuar las pruebas, serán sustituidas y reinstaladas nuevamente por el Contratista sin compensación adicional.

## **8. VÁLVULAS BOLA**

### **Conceptos:**

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

### **8.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO**

El presente concepto se refiere al suministro, fabricación, transporte, instalación, pruebas y puesta en operación de válvulas de bola, destinadas al aislamiento y control de flujo en los sistemas hidráulicos del proyecto.

La válvula de bola tiene como función principal permitir el cierre rápido y hermético del flujo, mediante el giro de una esfera perforada que regula el paso del fluido. Estas válvulas se emplearán en líneas de agua, soluciones químicas, aire u otros fluidos compatibles, conforme a lo indicado en planos y especificaciones.

Las válvulas deberán garantizar hermeticidad, resistencia mecánica y operación confiable bajo las condiciones de presión, temperatura y ambiente establecidas en el proyecto.

### **8.2 ALCANCE**

Esta especificación aplica al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación, pruebas y puesta en marcha de las válvulas de bola consideradas en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

Las válvulas deberán operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la hermeticidad y el aislamiento total del flujo cuando se encuentren en posición cerrada.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa, lo siguiente:

- Válvula de bola completa, nueva y de primera calidad.
- Cuerpo, bola, asientos y vástago adecuados al tipo de servicio.
- Sistema de accionamiento manual (palanca o volante) o actuado (eléctrico o neumático), cuando aplique.
- Conexiones roscadas, bridadas o soldables conforme a planos.
- Empaques, sellos y tornillería asociados.
- Recubrimientos anticorrosivos cuando corresponda.
- Mano de obra especializada para instalación.
- Pruebas de funcionamiento en sitio.

- Puesta en marcha y operación inicial.

Todo lo necesario para dejar la válvula completamente instalada, probada y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

### 8.3 NORMATIVIDAD

Para la fabricación e instalación de válvulas tipo bola, es crucial que éstas pasen por pruebas de presión, pruebas de estanquidad, y certificaciones de calidad según las normas mencionadas en esta sección para asegurar su funcionamiento óptimo y seguro.

#### 8.3.1 Normas nacionales

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:

- NOM-002-CONAGUA-2015: Especificaciones para materiales y equipos hidráulicos.
- NOM-001-CONAGUA: Requisitos y especificaciones técnicas en la infraestructura hidráulica.

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos. Comisión Nacional del Agua.

#### 8.3.2 Normas internacionales

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- AISC - American Institute of Steel Construction
- ANSI - American National Standards Institute
- ANSI B16.34: Normas para válvulas de bridas, soldadura y roscadas.
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code
- API 598: Pruebas y procedimientos de inspección para válvulas.
- API 607: Normas para pruebas de resistencia al fuego de válvulas.
- ASME Class Ratings: Clasificaciones de presión según ASME
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ASTM D 1784: Especificación estándar para compuestos de cloruro de polivinilo (PVC) y cloruro de polivinilo clorado (CPVC)
- ASTM F 1970: Especificación estándar para accesorios especiales, piezas y válvulas diseñadas para su uso en sistemas de cloruro de polivinilo (PVC) o cloruro de polivinilo clorado (CPVC)
- AWWA - American Water Works Association
- ISO 16135:2006 - Ball valves of thermoplastics materials
- ISO 5208: Pruebas de presión y estanquidad para válvulas.
- ISO 5211: Acoplamiento de dispositivos de operación para válvulas industriales.
- ISO 5211: Montaje de actuadores
- ISO 5752: Espacios de montaje y diámetros de bridas para válvulas.

- ISO 9393-1:2004 - Thermoplastics valves for industrial applications
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- SSPC - Steel Structures Painting Council

## **8.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **8.4.1 Condiciones de Operación**

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Altitud:                | 1575 msnm    |
| Presión atmosférica:    | 837.8 mmHg   |
| Temperatura del liquido | 20-30 grados |

### **8.4.2 Válvula bola para manejo de agua limpia y químicos**

Todas las válvulas de bola serán del tipo True Unión 2000 para uso industrial, elaboradas según ASTM F 1970 y construidas de PVC Tipo I, ASTM D 1784 Clasificación de Celda 12454.

Todas las válvulas desde 1/2" hasta 4" serán clasificadas a una presión de 16.5 bar; todas las válvulas de 6" y 8" tipo Venturi y todas las válvulas bridadas serán clasificadas a una presión de 10.5 bar para agua a 23°C.



**Figura 10 Válvula Bola para Uso Industrial True Unión 2000**

### ***Materiales***

Todos los componentes de la válvula serán reemplazables para facilitar su mantenimiento y tiempo de vida.

- Cuerpo: PVC
- Asiento: PTFE (Politetrafluoroetileno)

- Vástago: PVC Safe-T-Shear®
- Aros Tóricos: EPDM o FKM (Fluoroelastómero)
- Cojinete del Vástago: Polipropileno (PP)
- Manija: Polipropileno (PP), ¼ de vuelta
- Tuerca de Unión: PVC
- Portador del Sello: PVC Safe-T-Blocked®
- Bola: PVC
- Bloqueo de la Manija: Polipropileno (PP)
- Conector Final: PVC

En casos específicos se instalarán válvulas de bola fabricadas en cuerpo metálico desde 1" hasta 4" de diámetro para manejo de agua. En estos casos, aplicarán los siguientes materiales:

- Cuerpo: Acero inoxidable
- Asiento: PTFE
- Vástago: acero inoxidable
- Clase: 150
- Conexión: roscada o bridada ANSI 150
- Accionamiento: Palanca a cuarto de vuelta



**Figura 11. Válvula Bola de Cuerpo Metálico**

## **8.5 MANO DE OBRA Y EQUIPO**

La ejecución de los trabajos deberá realizarse con personal técnico y especializado, debidamente capacitado y con experiencia comprobable en el tipo de obra y equipos a instalar.

El contratista deberá contar en todo momento con la herramienta, maquinaria y equipo necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, sin afectar la calidad, seguridad ni los tiempos establecidos en el programa de obra.

Todo el personal deberá cumplir con las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal y la observancia de los procedimientos de seguridad establecidos.

## **8.6 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

### **8.6.1 Manejo de residuos**

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

## **8.7 CONTROL DE CALIDAD**

Las válvulas quedarán sujetas a las pruebas hidráulicas de la línea donde se encuentren instaladas.

Se verificará:

- Ausencia de fugas en cuerpo y uniones.
- Correcta operación del mecanismo de apertura y cierre.
- Hermeticidad del cierre conforme a la clase especificada.

Cualquier falla detectada deberá corregirse y repetirse la prueba hasta su aceptación.

La prueba hidrostática de las válvulas se llevará a cabo conjuntamente con las piezas especiales y tuberías.

Las válvulas deberán resistir una presión hidrostática de trabajo de acuerdo al proyecto.

Las partes integrantes de las válvulas serán capaces de resistir una presión 1.5 veces su presión de operación, sin que sufran deformaciones permanentes ni desajustes en cualquiera de sus partes; a reserva que el proyecto señale especificación diferente.

Las válvulas que no se ajusten a las especificaciones generales o que resulten defectuosas al efectuar las pruebas, serán sustituidas y reinstaladas nuevamente por el Contratista sin compensación adicional.

Dentro del dossier de calidad se deberá presentar la siguiente información en el idioma español:

- Ficha técnica del equipo
- Ficha técnica de los actuadores
- Planos de características mecánicas
- Manual de operación del equipo
- Manual de mantenimiento
- Certificados de pruebas de funcionamiento
- Acreditaciones del fabricante

## **8.8 CERTIFICACIONES**

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones de:

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004
- OHSAS 18001:2007

## **8.9 INSTALACIÓN**

Deberán observarse las recomendaciones del fabricante para la instalación de estos equipos. Éstas deberán incluir -sin limitarse a- los siguientes puntos:

### ***Preparación***

- Asegurar que las conexiones de la tubería estén alineadas correctamente.
- Limpiar cualquier residuo o partícula en las superficies de interconexiones el interior de la tubería.

### ***Montaje***

- Desmontar la válvula de bola aflojando las tuercas de unión.
- Colocar la válvula en el sentido de flujo y la orientación adecuada según las recomendaciones del fabricante (horizontal o vertical).
- Aplicar el adhesivo para PVC en los extremos de la tubería y en el interior de los conectores de la válvula.
- Insertar los extremos de la tubería en los conectores de la válvula hasta que estén completamente asentados.
- Colocar las tuercas de unión sobre los conectores de la válvula y ajustarlas manualmente hasta que queden firmes.

### ***Pruebas***

- Realizar pruebas de presión para asegurar que no haya fugas en las conexiones.
- Abrir y cerrar la válvula varias veces para asegurarse de que el mecanismo de operación funcione correctamente.

## **8.10 PAQUETE DE REFACCIONES DE DESGASTE**

El FABRICANTE del equipo deberá proporcionar como parte de su suministro el paquete de piezas de repuesto de aquellas piezas de desgaste que permitan contar con operación continua del equipo por un año.

## **8.11 PLACA DE IDENTIFICACIÓN**

Todas las válvulas deberán contar con marcado permanente del fabricante o placa de identificación, que permita identificar claramente sus características de fabricación y operación.

El marcado deberá realizarse mediante fundición en relieve, estampado o grabado permanente, o mediante placa metálica resistente a la corrosión fijada al cuerpo de la válvula.

La placa o marcado deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Modelo o tipo de válvula.
- Número de serie o lote de fabricación.
- Diámetro nominal (DN o NPS).
- Clase o presión nominal (PN o Class).
- Material del cuerpo de la válvula.
- Norma de fabricación aplicable.
- Año de fabricación.
- TAG o identificación del equipo conforme a los planos del proyecto.
- Nombre del proyecto o instalación.

El marcado deberá cumplir con lo establecido en las normas de fabricación aplicables (ANSI, AWWA, ASME o equivalentes), garantizando la trazabilidad del equipo.

### 8.12 EMBARQUE Y TRANSPORTE

El alcance será la PP1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de las válvulas deberá realizarse de forma que se preserve la integridad mecánica, funcional y superficial del equipo, evitando daños en el cuerpo de la válvula, los elementos de cierre, el vástago, el sistema de accionamiento y las superficies de sellado.

El Contratista será responsable de garantizar que las válvulas lleguen al sitio de instalación en condiciones adecuadas para su correcta operación y funcionamiento dentro del sistema hidráulico.

#### 8.12.1 Transporte

Las válvulas deberán transportarse debidamente embaladas y protegidas para evitar daños durante su traslado.

Durante el transporte se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Las válvulas deberán transportarse en su embalaje original del fabricante o en embalaje equivalente que garantice su protección.
- Las caras de conexión (bridas o extremos) deberán permanecer protegidas mediante tapas o cubiertas hasta su instalación.
- Las válvulas deberán transportarse aseguradas para evitar desplazamientos, golpes o vibraciones excesivas durante el traslado.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a humedad, polvo o ambientes corrosivos.
- Los actuadores, volantes o mecanismos de operación deberán protegerse contra impactos o esfuerzos mecánicos.

#### 8.12.2 Manejo y manipulación

Las maniobras de carga, descarga y traslado dentro del sitio de obra deberán realizarse utilizando equipos adecuados y personal capacitado.

Durante el manejo se deberán observar las siguientes precauciones:

- Las válvulas deberán manipularse utilizando eslingas, bandas o equipos de izaje adecuados, cuando su peso o dimensiones lo requieran.
- No se permitirá levantar las válvulas utilizando el volante, actuador, vástago u otros elementos del mecanismo de operación.
- Se deberá evitar arrojar, golpear o arrastrar las válvulas durante su manipulación.
- Las superficies de sellado deberán mantenerse protegidas contra golpes, rayaduras o contaminación.
- Las maniobras deberán realizarse conforme a las recomendaciones del fabricante.

### 8.12.3 Almacenamiento

En caso de que las válvulas deban almacenarse antes de su instalación, deberán mantenerse bajo condiciones que garanticen su conservación.

El almacenamiento deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Las válvulas deberán almacenarse en áreas secas, ventiladas y protegidas de la intemperie.
- Los equipos deberán colocarse sobre tarimas o soportes adecuados, evitando el contacto directo con el suelo.
- Las caras de conexión deberán mantenerse protegidas mediante tapas o cubiertas hasta el momento de su instalación.
- Las válvulas deberán almacenarse ordenadas y debidamente identificadas conforme a su tipo y diámetro.
- Se deberá evitar la exposición a sustancias químicas, humedad excesiva o ambientes corrosivos.

### 8.12.4 Inspección al recibir los equipos

A la llegada de las válvulas al sitio de obra se deberá verificar:

- Integridad del embalaje.
- Ausencia de daños mecánicos visibles.
- Estado de las superficies de sellado.
- Funcionamiento del mecanismo de operación.
- Correspondencia entre el equipo recibido y las especificaciones del proyecto.

Cualquier válvula que presente daños en el cuerpo, mecanismo de operación o superficies de sellado deberá ser rechazada o sustituida antes de su instalación.

## 8.13 PLAZO DE ENTREGA

El plazo estimado de entrega en condiciones normales, para el envío de los elementos ofertados, será de 12 semanas a partir de la fecha de firma del contrato.

## 8.14 GARANTÍAS

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o reemplazado.

El FABRICANTE garantiza la capacidad del equipo o accesorio dentro de las condiciones de operación establecidas en la documentación del mismo.

### **8.15 MEDICIÓN FORMA DE PAGO**

La medición del concepto se realizará conforme al catálogo de conceptos, ya sea por pieza (pza) o integrada dentro del suministro de tubería o equipo, según se indique en el contrato.

La forma de pago será acordada en el momento de la compra. En caso de retrasos no imputables al FABRICANTE los porcentajes de los pagos se facturarán en la fecha especificada, con independencia de los trabajos pendientes a realizar.

No se reconocerán pagos adicionales por actividades necesarias para garantizar la hermeticidad y correcta operación del sistema.

El suministro de válvulas se medirá por unidad completa; al efecto se determinará directamente en la obra el número que hubiere proporcionado el Contratista con el fin de que el pago se verifique de acuerdo con el tipo y diámetro respectivo, seleccionado conforme al catálogo de precios correspondiente.

Las válvulas que no se ajusten a las especificaciones generales o que resulten defectuosas al efectuar las pruebas, serán sustituidas y reinstaladas nuevamente por el Contratista sin compensación adicional.

## 9. VÁLVULAS DE CUCHILLA

### Conceptos:

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

### 9.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO

El presente concepto se refiere al suministro, fabricación, transporte, instalación, pruebas y puesta en operación de válvulas de cuchilla, destinadas al aislamiento y control de flujo en líneas que manejan lodos, suspensiones o fluidos con sólidos en suspensión, conforme a lo indicado en el proyecto.

La válvula de cuchilla tiene como función principal permitir el cierre hermético o la apertura total del flujo, especialmente en servicios donde existen sólidos que pueden dificultar el funcionamiento de válvulas convencionales. Estas válvulas forman parte del sistema hidráulico del proyecto y deberán ser compatibles con el diámetro, presión de operación, tipo de fluido y condiciones ambientales establecidas.

### 9.2 ALCANCE

Esta especificación aplica al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación, pruebas y puesta en marcha de las válvulas de cuchilla consideradas en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

Las válvulas deberán operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la hermeticidad requerida y la correcta operación en presencia de sólidos.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa, lo siguiente:

- Válvula de cuchilla completa, nueva y de primera calidad.
- Cuerpo, compuerta (cuchilla) y asiento adecuados al tipo de servicio.
- Sistema de accionamiento manual, neumático o eléctrico, según proyecto.
- Bridas o extremos de conexión conforme a planos.
- Empaques, sellos y prensaestopas.
- Recubrimientos internos y externos anticorrosivos.
- Accesorios necesarios para su instalación.
- Mano de obra especializada para montaje e instalación.
- Pruebas de funcionamiento en sitio.
- Puesta en marcha y operación inicial.

Todo lo necesario para dejar la válvula completamente instalada, probada y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

### 9.3 NORMATIVIDAD

#### 9.3.1 Normas nacionales

Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:

- NOM-002-CONAGUA-2015: Especificaciones para materiales y equipos hidráulicos.
- NOM-001-CONAGUA: Requisitos y especificaciones técnicas en la infraestructura hidráulica.

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos. Comisión Nacional del Agua.

#### 9.3.2 Normas internacionales

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- ISO 5752: Espacios de montaje y diámetros de bridas para válvulas.
- ISO 5211: Acoplamientos de dispositivos de operación para válvulas industriales.
- ISO 5208: Pruebas de presión y estanquidad para válvulas.
- API 598: Pruebas y procedimientos de inspección para válvulas.
- API 607: Normas para pruebas de resistencia al fuego de válvulas.
- ANSI B16.5: Normas de bridas para tuberías.
- ANSI B16.34: Normas para válvulas de bridas, soldadura y roscadas.
- ANSI/FCI 70-2: Normas para la clasificación de cierre de válvulas de control.
- AWWA C517: Normas para válvulas de tapón excéntrico con asiento resiliente de hierro fundido
- FBMA - Anti-Friction Bearing Manufacturers Association
- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ASME B31.3: Normas de tuberías de proceso y sistemas de válvulas.
- ASME B16.34: Normas para válvulas de acero.
- ASME B16.47: Normas para bridas de gran diámetro.
- ASME B16.1
- ASME B16.5
- ASME B16.42
- ASME Class Ratings: Clasificaciones de presión según ASME
- AWWA - American Water Works Association
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation

- SSPC - Steel Structures Painting Council
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code

## **9.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **9.4.1 Condiciones de operación**

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Altitud:                | 1575 msnm    |
| Presión atmosférica:    | 837.8 mmHg   |
| Temperatura del liquido | 20-30 grados |

### **9.4.2 Válvula de cuchilla para líneas de lodos**

En el caso de válvulas tipo cuchilla para tuberías que manejen aguas residuales y lodos, se utilizarán válvulas con cuerpo de hierro dúctil conforme a la norma ASTM A395, grado 65-45-15, revestidas internamente con un forro continuo de uretano, que cubre todas las superficies mojadas del cuerpo de la válvula. El forro de uretano será de una sola pieza y estará adherido en su lugar para formar un revestimiento continuo a través de todo el cuerpo, la cámara del empaque y la cara de la brida. Este diseño proporcionará un cierre bidireccional hermético sin fugas.

La cuchilla de las válvulas será de acero inoxidable 304, garantizando una alta resistencia a la corrosión y a la abrasión. El disco tendrá un acabado liso en todos sus lados y bordes para asegurar una larga vida útil del empaque y del asiento.

Las válvulas cumplirán con las normas MSS-SP81 para válvulas de cuchilla, incluyendo las dimensiones cara a cara y las pruebas de presión según MSS-SP151. La perforación de las bridas se conformará a ASME B16.1 Clase 125, ASME B16.5 Clase 150 y ASME B16.42 Clase 150, con perforaciones de brida de gran diámetro según ASME B16.47 Serie A.

- Rango de Tamaños: 2-48" (50-1200 mm)
- Rango de Temperatura: -29°C a 130°C
- Clasificación de Presión: 150 psi (1030 kPa) CWP o 250 psi (1720 kPa)
- Materiales del Cuerpo: Hierro dúctil con compuerta de acero inoxidable
- Conexiones Finales:
  - 2 a 12": Brida estándar
  - Diámetros mayores a 12": Brida extendida
- Tipo de Actuador:
  - 2 a 12": Volante manual
  - Diámetros mayores a 12": Caja de engranes con volante manual



**Figura 12 Válvula de Cuchilla**

### ***Materiales***

- Cuerpo: Hierro dúctil (ASTM A395, Grado 65-45-15) con revestimiento de uretano.
- Compuerta: Acero inoxidable 304.
- Empaque: PTFE.
- Asiento: Uretano.

### ***Diseño del cuerpo***

Revestimiento de uretano de una sola pieza, moldeado en el lugar, con cierre hermético bidireccional al nivel completo de la válvula.

#### **9.4.3 Requisitos de fabricación y suministro**

Las válvulas deberán ser fabricadas por proveedores reconocidos, con experiencia comprobable en aplicaciones similares.

Las válvulas deberán entregarse debidamente protegidas contra golpes, contaminación y corrosión durante su transporte y almacenamiento.

No se aceptarán válvulas con defectos visibles, daños en recubrimientos o deformaciones.

## **9.5 MANO DE OBRA Y EQUIPO**

La ejecución de los trabajos deberá realizarse con personal técnico y especializado, debidamente capacitado y con experiencia comprobable en el tipo de obra y equipos a instalar.

El contratista deberá contar en todo momento con la herramienta, maquinaria y equipo necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, sin afectar la calidad, seguridad ni los tiempos establecidos en el programa de obra.

Todo el personal deberá cumplir con las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal y la observancia de los procedimientos de seguridad establecidos.

## **9.6 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

### **9.6.1 Manejo de residuos**

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

## **9.7 CONTROL DE CALIDAD**

Las válvulas de cuchilla quedarán sujetas a las pruebas hidráulicas de la línea donde se encuentren instaladas.

Se verificará:

- Ausencia de fugas en cuerpo y uniones.
- Correcto funcionamiento del mecanismo de apertura y cierre.
- Hermeticidad del cierre conforme a la presión de diseño.

Cualquier falla detectada deberá corregirse y repetirse la prueba hasta su aceptación.

La prueba hidrostática de las válvulas se llevará a cabo conjuntamente con las piezas especiales y tuberías.

Las válvulas deberán resistir una presión hidrostática de trabajo de acuerdo al proyecto.

Las partes integrantes de las válvulas serán capaces de resistir una presión 1.5 veces su presión de operación, sin que sufran deformaciones permanentes ni desajustes en cualquiera de sus partes; a reserva que el proyecto señale especificación diferente.

Las válvulas que no se ajusten a las especificaciones generales o que resulten defectuosas al efectuar las pruebas, serán sustituidas y reinstaladas nuevamente por el Contratista sin compensación adicional.

Dentro del dossier de calidad se deberá presentar la siguiente información en el idioma español:

- Ficha técnica del equipo
- Ficha técnica de los actuadores
- Planos de características mecánicas
- Manual de operación del equipo
- Manual de mantenimiento
- Certificados de pruebas de funcionamiento
- Acreditaciones del fabricante

## **9.8 CERTIFICACIONES**

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones de:

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004
- OHSAS 18001:2007
- MIL V 18436 F
- ASME B16.1
- AWWA C508.

## **9.9 INSTALACIÓN**

Deberán observarse las recomendaciones del fabricante para la instalación de estos equipos. Éstas deberán incluir -sin limitarse a- los siguientes puntos:

### ***Preparación***

- Asegurar que las bridas de la tubería estén alineadas correctamente.
- Limpiar cualquier residuo o partícula en las superficies de las bridas y el interior de la tubería.

### ***Montaje***

- Colocar la válvula en el sentido de flujo y la orientación adecuada según las recomendaciones del fabricante (horizontal o vertical).
- Insertar la válvula entre las bridas, asegurándose de que el disco esté en posición cerrada para evitar daños durante la instalación.
- Colocar juntas adecuadas (bridas, junta mecánica, etc.) para asegurar un sellado correcto.
- Alinear y fijar la válvula con pernos, aplicando el torque adecuado según las especificaciones del fabricante.

### ***Pruebas***

- Realizar pruebas de presión para asegurar que no haya fugas en las conexiones.
- Verificar el funcionamiento del actuador y el movimiento del disco para garantizar un sellado y operación adecuados.

## **9.10 PAQUETE DE REFACCIONES DE DESGASTE**

El FABRICANTE del equipo deberá proporcionar como parte de su suministro el paquete de piezas de repuesto de aquellas piezas de desgaste que permitan contar con operación continua del equipo por un año.

## **9.11 PLACA DE IDENTIFICACIÓN**

Todas las válvulas deberán contar con marcado permanente del fabricante o placa de identificación, que permita identificar claramente sus características de fabricación y operación.

El marcado deberá realizarse mediante fundición en relieve, estampado o grabado permanente, o mediante placa metálica resistente a la corrosión fijada al cuerpo de la válvula.

La placa o marcado deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Modelo o tipo de válvula.
- Número de serie o lote de fabricación.
- Diámetro nominal (DN o NPS).
- Clase o presión nominal (PN o Class).
- Material del cuerpo de la válvula.
- Norma de fabricación aplicable.
- Año de fabricación.
- TAG o identificación del equipo conforme a los planos del proyecto.
- Nombre del proyecto o instalación.

El marcado deberá cumplir con lo establecido en las normas de fabricación aplicables (ANSI, AWWA, ASME o equivalentes), garantizando la trazabilidad del equipo.

## **9.12 EMBARQUE Y TRANSPORTE**

El alcance será la PP1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de las válvulas deberá realizarse de forma que se preserve la integridad mecánica, funcional y superficial del equipo, evitando daños en el cuerpo de la válvula, los elementos de cierre, el vástago, el sistema de accionamiento y las superficies de sellado.

El Contratista será responsable de garantizar que las válvulas lleguen al sitio de instalación en condiciones adecuadas para su correcta operación y funcionamiento dentro del sistema hidráulico.

### **9.12.1 Transporte**

Las válvulas deberán transportarse debidamente embaladas y protegidas para evitar daños durante su traslado.

Durante el transporte se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Las válvulas deberán transportarse en su embalaje original del fabricante o en embalaje equivalente que garantice su protección.
- Las caras de conexión (bridas o extremos) deberán permanecer protegidas mediante tapas o cubiertas hasta su instalación.
- Las válvulas deberán transportarse aseguradas para evitar desplazamientos, golpes o vibraciones excesivas durante el traslado.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a humedad, polvo o ambientes corrosivos.
- Los actuadores, volantes o mecanismos de operación deberán protegerse contra impactos o esfuerzos mecánicos.

### **9.12.2 Manejo y manipulación**

Las maniobras de carga, descarga y traslado dentro del sitio de obra deberán realizarse utilizando equipos adecuados y personal capacitado.

Durante el manejo se deberán observar las siguientes precauciones:

- Las válvulas deberán manipularse utilizando eslingas, bandas o equipos de izaje adecuados, cuando su peso o dimensiones lo requieran.
- No se permitirá levantar las válvulas utilizando el volante, actuador, vástago u otros elementos del mecanismo de operación.
- Se deberá evitar arrojar, golpear o arrastrar las válvulas durante su manipulación.
- Las superficies de sellado deberán mantenerse protegidas contra golpes, rayaduras o contaminación.
- Las maniobras deberán realizarse conforme a las recomendaciones del fabricante.

### 9.12.3 Almacenamiento

En caso de que las válvulas deban almacenarse antes de su instalación, deberán mantenerse bajo condiciones que garanticen su conservación.

El almacenamiento deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Las válvulas deberán almacenarse en áreas secas, ventiladas y protegidas de la intemperie.
- Los equipos deberán colocarse sobre tarimas o soportes adecuados, evitando el contacto directo con el suelo.
- Las caras de conexión deberán mantenerse protegidas mediante tapas o cubiertas hasta el momento de su instalación.
- Las válvulas deberán almacenarse ordenadas y debidamente identificadas conforme a su tipo y diámetro.
- Se deberá evitar la exposición a sustancias químicas, humedad excesiva o ambientes corrosivos.

### 9.12.4 Inspección al recibir los equipos

A la llegada de las válvulas al sitio de obra se deberá verificar:

- Integridad del embalaje.
- Ausencia de daños mecánicos visibles.
- Estado de las superficies de sellado.
- Funcionamiento del mecanismo de operación.
- Correspondencia entre el equipo recibido y las especificaciones del proyecto.

Cualquier válvula que presente daños en el cuerpo, mecanismo de operación o superficies de sellado deberá ser rechazada o sustituida antes de su instalación.

## 9.13 GARANTÍAS

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o reemplazado.

El FABRICANTE garantiza la capacidad del equipo o accesorio dentro de las condiciones de operación establecidas en la documentación del mismo.

#### **9.14 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La medición del concepto se realizará conforme al catálogo de conceptos, ya sea por pieza (pza) o integrada dentro del suministro de tubería o equipo, según se indique en el contrato.

La forma de pago será acordada en el momento de la compra. En caso de retrasos no imputables al FABRICANTE los porcentajes de los pagos se facturarán en la fecha especificada, con independencia de los trabajos pendientes a realizar.

No se reconocerán pagos adicionales por actividades necesarias para garantizar la hermeticidad y correcta operación del sistema.

El suministro de válvulas se medirá por unidad completa; al efecto se determinará directamente en la obra el número que hubiere proporcionado el Contratista con el fin de que el pago se verifique de acuerdo con el tipo y diámetro respectivo, seleccionado conforme al catálogo de precios correspondiente.

Las válvulas que no se ajusten a las especificaciones generales o que resulten defectuosas al efectuar las pruebas, serán sustituidas y reinstaladas nuevamente por el Contratista sin compensación adicional.

## **10. VÁLVULAS MARIPOSA**

### **Conceptos:**

Las presentes Especificaciones tienen por objeto establecer los lineamientos, criterios técnicos y requisitos mínimos que deberán cumplirse para la correcta ejecución de la obra, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas considerados en el proyecto.

Estas especificaciones aplican de manera general a todos los conceptos mecánicos, eléctricos y electromecánicos.

Las especificaciones deberán considerarse de manera complementaria y obligatoria con los planos del proyecto, el catálogo de conceptos, las normas aplicables y demás documentos contractuales, prevaleciendo siempre el criterio más restrictivo en favor de la calidad, seguridad y funcionalidad de la obra.

### **10.1 DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO**

El presente concepto se refiere al suministro, fabricación, transporte, instalación, pruebas y puesta en operación de válvulas mariposa, destinadas al aislamiento y regulación de flujo en los sistemas de conducción, impulsión o proceso del proyecto.

La válvula mariposa tiene como función principal permitir el control y cierre del flujo mediante un disco giratorio montado sobre un eje, proporcionando una solución compacta y de operación rápida para diámetros medianos y grandes. Estas válvulas se emplearán en líneas de agua, agua tratada, lodos o fluidos compatibles, conforme a lo indicado en planos y especificaciones.

Las válvulas deberán garantizar hermeticidad, operación suave y resistencia estructural bajo las condiciones de presión, temperatura y ambiente establecidas en el proyecto, formando parte integral del sistema hidráulico y de control de la planta.

### **10.2 ALCANCE**

Esta especificación aplica al suministro, fabricación, transporte, montaje, instalación, pruebas y puesta en marcha de las válvulas mariposa consideradas en el proyecto, incluyendo todos los accesorios, elementos auxiliares y trabajos necesarios para su correcta operación.

Las válvulas deberán operar de manera continua y confiable bajo las condiciones hidráulicas, mecánicas y ambientales definidas en el proyecto, garantizando la capacidad de aislamiento y control del flujo requerida.

El alcance del concepto incluye, de manera enunciativa pero no limitativa, lo siguiente:

- Válvula mariposa completa, nueva y de primera calidad.
- Cuerpo, disco, eje y asiento adecuados al tipo de servicio.
- Sistema de accionamiento manual (palanca o reductor), eléctrico o neumático, cuando aplique.
- Conexiones bridadas, tipo wafer o lug, conforme a planos.
- Empaques, tornillería y accesorios asociados.
- Recubrimientos internos y externos anticorrosivos cuando corresponda.
- Mano de obra especializada para montaje e instalación.
- Pruebas de funcionamiento en sitio.

- Puesta en marcha y operación inicial.

Todo lo necesario para dejar la válvula mariposa completamente instalada, probada y operando, sin costos adicionales para el Contratante.

### 10.3 NORMATIVIDAD

Para la fabricación e instalación de válvulas tipo mariposa, es crucial que éstas pasen por pruebas de presión, pruebas de estanquidad, y certificaciones de calidad según las normas mencionadas en esta sección para asegurar su funcionamiento óptimo y seguro.

#### 10.3.1 Normas nacionales

- Debe verificarse el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que hacen referencia a este tipo de equipos, como lo son:
  - NOM-002-CONAGUA-2015: Especificaciones para materiales y equipos hidráulicos.
  - NOM-001-CONAGUA: Requisitos y especificaciones técnicas en la infraestructura hidráulica.

Así como los lineamientos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño y construcción de sistemas hidráulicos de la Comisión Nacional del Agua.

#### 10.3.2 Normas internacionales

La fabricación, instalación, pruebas y certificaciones de los equipos y accesorios incluidos en este apartado deben cumplir con las normas internacionales establecidas, siempre que sean aplicables a su uso, ubicación e instalación:

- ISO 5752: Espacios de montaje y diámetros de bridas para válvulas.
- ISO 5211: Acoplamientos de dispositivos de operación para válvulas industriales.
- ISO 5208: Pruebas de presión y estanquidad para válvulas.
- API 609: Normas para válvulas de mariposa.
- API 598: Pruebas y procedimientos de inspección para válvulas.
- API 607: Normas para pruebas de resistencia al fuego de válvulas.
- ANSI B16.5: Normas de bridas para tuberías.
- ANSI B16.34: Normas para válvulas de bridas, soldadura y roscadas.
- AWWA C504: Normas para válvulas de mariposa con asiento de goma.
- FBMA - Anti-Friction Bearing Manufacturers Association
- AGMA - American Gear Manufacturers Association
- AISC-American Institute of Steel Construction
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ASME B31.3: Normas de tuberías de proceso y sistemas de válvulas.
- ASME B16.34: Normas para válvulas de acero.
- ASME B16.47: Normas para bridas de gran diámetro.
- ASME B16.1: Taladrado de brida Clase 125
- ASME B16.5: Taladrado de brida Clase 150, 2-24" (50-600 mm)

- ASME B16.42: Espesor de pared del cuerpo Clase 150
- API 609: Cara a cara de válvulas de mariposa, Categoría A
- ASME B16.10 & MSS SP-67: Cara a cara de válvulas de mariposa, 2-14" cuerpo estrecho; 16-24" cuerpo ancho
- API 609/598 & MSS SP-67: Pruebas de presión de la carcasa y el asiento
- ASME 16.104: Excede los requisitos de cierre Clase VI (hermético)
- ISO 5211: Montaje de actuadores
- ISO 7005-2 o BS4504 PN10 y 16: Taladrado de brida
- ASME Class Ratings: Clasificaciones de presión según ASME
- AWWA - American Water Works Association
- NEMA - Standards of National Electrical Manufacturers Association
- NSF - National Sanitation Foundation
- SSPC - Steel Structures Painting Council
- ANSI/NFPA 70 National Electric Code

### 10.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

#### 10.4.1 Condiciones de operación

A continuación, se establecen las condiciones de sitio bajo las cuales deberá operar el equipo:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Altitud:                | 1575 msnm    |
| Presión atmosférica:    | 837.8 mmHg   |
| Temperatura del liquido | 20-30 grados |

#### 10.4.2 Válvula mariposa para manejo de aire y agua limpia, diámetros 2" a 24"

Las válvulas mariposa a utilizar en líneas de hasta 24" con manejo de aire y agua limpia deberán ser de tipo centrado con asiento resiliente, diseñadas para manejar una amplia variedad de líquidos y gases. Contarán con diseño de cuerpo de hierro dúctil en una sola pieza y disco de acero inoxidable 316.

El cuerpo de las válvulas estará diseñado en una sola pieza y será hierro dúctil conforme a ASTM A536, grado 65-45-12. Los discos serán fabricados en acero inoxidable 316, mientras que los asientos estarán disponibles en NBR (Acrilonitrilo-Butadieno) y EPDM (Terpolímero de Etileno Propileno y un Dieno). Los ejes estarán fabricados en acero inoxidable 420 conforme a ASTM A582.

- Rango de Tamaños: 2-24" (50-600 mm)
- Rango de Temperatura: -20 a 250°F (-29 a 121°C)
- Clasificación de Presión:
  - 2-12" (50-300 mm) = 175 psi (1210 kPa)
  - 14-24" (350-600 mm) = 150 psi (1030 kPa)
- Conexiones Finales: Tipo lugged
- Tipos de Actuador:
  - Diámetros hasta 8" Palanca
  - Diámetros mayores a 8" Caja de engranes con volante, Volante de cadena



**Figura 13 Válvula Mariposa con Conexión Tipo Lugged**

### ***Materiales***

- Cuerpo: Hierro dúctil (ASTM A536, 65-45-12)
- Asiento:
  - Para líneas de agua: NBR (Acrilonitrilo-Butadieno): -20 a 180°F (-29 a 82°C)
  - Para líneas de aire: EPDM (polietileno propileno dieno monómero): -20 a 250°F (-29 a 121°C)
- Disco: Acero inoxidable 316 (ASTM A351, CF8M)
- Eje: Acero inoxidable 420 (ASTM A582)
- Cojinetes:
  - Acero al carbono con compuesto de bronce sinterizado PTFE
  - Nylon relleno de vidrio (2 a 18 pulgadas)
  - Latón (20 y 24 pulgadas)
- O-rings:
  - Para líneas de agua: NBR (Acrilonitrilo-Butadieno): -20 a 180°F (-29 a 82°C)
  - Para líneas de aire: EPDM (polietileno propileno dieno monómero): -20 a 250°F (-29 a 121°C)
- Placa de retención: Acero al carbono, zincado
- Resorte de retención: Acero
- Tornillos: Acero al carbono, zincado
- Pasador de chaveta: Acero

#### **10.4.3 Válvula mariposa para manejo de aire y agua limpia, diámetros mayores a 24"**

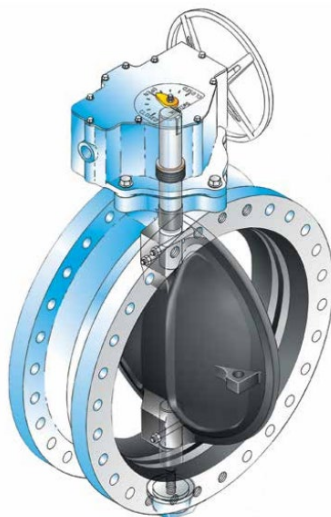
Las válvulas mariposa a utilizar en líneas superiores a 24" con manejo de aire y agua limpia deberán ser diseñadas para aplicaciones en plantas de tratamiento de agua y aguas residuales, sistemas de distribución de agua, plantas de energía y plantas industriales. El cuerpo de las válvulas deberá ser de hierro fundido conforme a ASTM A126 Clase B. Las válvulas deberán contar con un diseño de cuerpo totalmente revestido de goma, eliminando la necesidad de recubrimiento interior y protegiendo el cuerpo contra la corrosión.

Los asientos deberán ser ajustables y reemplazables en campo, conforme a los requisitos de AWWA C504, permitiendo ajustes desde el lado aguas arriba o aguas abajo de una válvula presurizada.

Las válvulas deberán estar equipadas con ejes resistentes a la corrosión, fabricados en acero inoxidable tipo 304 o 316. Los cojinetes de los ejes deberán ser de baja fricción y alta resistencia a la compresión, no requiriendo lubricación, y los sellos del eje deberán ser autoajustables, utilizando un mínimo de cuatro anillos de sellado para ofrecer fiabilidad y ajuste continuo.

Las válvulas deberán cumplir con los siguientes estándares y normativas: ANSI/AWWA C111/A21.11 para dimensiones del extremo con junta mecánica, ANSI/AWWA C504 para válvulas de mariposa con asiento de goma, ASME B16.1 para dimensiones y perforaciones de conexiones con bridas, ASTM D429 para pruebas de adherencia del asiento de goma.

- Rango de Tamaños: 24” hasta 72” (600 mm a 1800 mm).
- Rango de Temperatura: 250°F (143°C)
- Conexiones Finales: Bridada, ASME B16.1, Clase 250
- Tipo de Actuador: Caja de engranes con volante, Volante de cadena



**Figura 14 Válvula Mariposa Bridada**

### ***Materiales***

- Cuerpo: Hierro fundido clase B (ASTM A126)
- Asiento: Terpolímero de etileno-propileno y dieno (EPDM), reemplazable (AWWA C504)
- Disco: Hierro dúctil con borde de acero inoxidable 316 (ASTM A240)
- Ejes: Acero inoxidable 304
- Cojinetes: Revestimiento de tejido de PTFE con respaldo de fibra de vidrio.
- Empaques: EPDM
- O-rings:
  - Para líneas de agua: NBR (Acrilonitrilo-Butadieno): -20 a 180°F (-29 a 82°C)
  - Para líneas de aire: EPDM (polietileno propileno dieno monómero): -20 a 250°F (-29 a 121°C)
- Placa de retención: Acero al carbono AISI A108
- Tornillos y rondanas: 18-8, Acero inoxidable

## **10.5 MANO DE OBRA Y EQUIPO**

La ejecución de los trabajos deberá realizarse con personal técnico y especializado, debidamente capacitado y con experiencia comprobable en el tipo de obra y equipos a instalar.

El contratista deberá contar en todo momento con la herramienta, maquinaria y equipo necesarios para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, sin afectar la calidad, seguridad ni los tiempos establecidos en el programa de obra.

Todo el personal deberá cumplir con las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal y la observancia de los procedimientos de seguridad establecidos.

## **10.6 SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

El Contratista será responsable de implementar y mantener las medidas de seguridad y salud en obra, con el fin de prevenir accidentes, proteger al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras.

### **10.6.1 Manejo de residuos**

Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables para el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos, así como con las medidas necesarias para la protección del medio ambiente, evitando derrames, emisiones o afectaciones al entorno.

Cualquier incumplimiento en materia de seguridad o medio ambiente será motivo de suspensión de los trabajos hasta su corrección, sin responsabilidad para la entidad contratante.

## **10.7 CONTROL DE CALIDAD**

Las válvulas quedarán sujetas a las pruebas hidráulicas de la línea donde se encuentren instaladas.

Se verificará:

- Ausencia de fugas en cuerpo y uniones.
- Correcta operación del mecanismo de apertura y cierre.
- Hermeticidad del cierre conforme a la clase especificada.

Cualquier falla detectada deberá corregirse y repetirse la prueba hasta su aceptación.

La prueba hidrostática de las válvulas se llevará a cabo conjuntamente con las piezas especiales y tuberías.

Las válvulas de seccionamiento deberán resistir una presión hidrostática de trabajo de acuerdo al proyecto.

Las partes integrantes de las válvulas serán capaces de resistir una presión 1.5 veces su presión de operación, sin que sufran deformaciones permanentes ni desajustes en cualquiera de sus partes; a reserva que el proyecto señale especificación diferente.

Las válvulas que no se ajusten a las especificaciones generales o que resulten defectuosas al efectuar las pruebas, serán sustituidas y reinstaladas nuevamente por el Contratista sin compensación adicional.

Dentro del dossier de calidad se deberá presentar la siguiente información en el idioma español:

- Ficha técnica del equipo
- Ficha técnica de los actuadores
- Planos de características mecánicas
- Manual de operación del equipo
- Manual de mantenimiento
- Certificados de pruebas de funcionamiento
- Acreditaciones del fabricante

## **10.8 CERTIFICACIONES**

El FABRICANTE deberá proporcionar las certificaciones de:

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004
- OHSAS 18001:2007
- NSF/ANSI-61 & NSF/ANSI-372: Certificadas para uso en aplicaciones de agua potable en tamaños 2 - 24" (50-600 mm)

## **10.9 INSTALACIÓN**

Deberán observarse las recomendaciones del fabricante para la instalación de estos equipos. Éstas deberán incluir -sin limitarse a- los siguientes puntos:

### ***Preparación***

- Asegurar que las bridas de la tubería estén alineadas correctamente.
- Limpiar cualquier residuo o partícula en las superficies de las bridas y el interior de la tubería.

### ***Montaje***

- Colocar la válvula en el sentido de flujo y la orientación adecuada según las recomendaciones del fabricante (horizontal o vertical).
- Insertar la válvula entre las bridas, asegurándose de que el disco esté en posición cerrada para evitar daños durante la instalación.
- Colocar juntas adecuadas (bridas, junta mecánica, etc.) para asegurar un sellado correcto.
- Alinear y fijar la válvula con pernos, aplicando el torque adecuado según las especificaciones del fabricante.

### ***Pruebas***

- Realizar pruebas de presión para asegurar que no haya fugas en las conexiones.
- Verificar el funcionamiento del actuador y el movimiento del disco para garantizar un sellado y operación adecuados.

## **10.10 PAQUETE DE REFACCIONES DE DESGASTE**

El FABRICANTE del equipo deberá proporcionar como parte de su suministro el paquete de piezas de repuesto de aquellas piezas de desgaste que permitan contar con operación continua del equipo por un año.

## **10.11 PLACA DE IDENTIFICACIÓN**

Todas las válvulas deberán contar con marcado permanente del fabricante o placa de identificación, que permita identificar claramente sus características de fabricación y operación.

El marcado deberá realizarse mediante fundición en relieve, estampado o grabado permanente, o mediante placa metálica resistente a la corrosión fijada al cuerpo de la válvula.

La placa o marcado deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Modelo o tipo de válvula.
- Número de serie o lote de fabricación.
- Diámetro nominal (DN o NPS).
- Clase o presión nominal (PN o Class).
- Material del cuerpo de la válvula.
- Norma de fabricación aplicable.
- Año de fabricación.
- TAG o identificación del equipo conforme a los planos del proyecto.
- Nombre del proyecto o instalación.

El marcado deberá cumplir con lo establecido en las normas de fabricación aplicables (ANSI, AWWA, ASME o equivalentes), garantizando la trazabilidad del equipo.

## **10.12 EMBARQUE Y TRANSPORTE**

El alcance será la PP1 Miravalle en el sitio de la obra.

El transporte, manejo y almacenamiento de las válvulas deberá realizarse de forma que se preserve la integridad mecánica, funcional y superficial del equipo, evitando daños en el cuerpo de la válvula, los elementos de cierre, el vástago, el sistema de accionamiento y las superficies de sellado.

El Contratista será responsable de garantizar que las válvulas lleguen al sitio de instalación en condiciones adecuadas para su correcta operación y funcionamiento dentro del sistema hidráulico.

### **10.12.1 Transporte**

Las válvulas deberán transportarse debidamente embaladas y protegidas para evitar daños durante su traslado.

Durante el transporte se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Las válvulas deberán transportarse en su embalaje original del fabricante o en embalaje equivalente que garantice su protección.
- Las caras de conexión (bridas o extremos) deberán permanecer protegidas mediante tapas o cubiertas hasta su instalación.
- Las válvulas deberán transportarse aseguradas para evitar desplazamientos, golpes o vibraciones excesivas durante el traslado.
- Se deberá evitar la exposición prolongada a humedad, polvo o ambientes corrosivos.
- Los actuadores, volantes o mecanismos de operación deberán protegerse contra impactos o esfuerzos mecánicos.

### **10.12.2 Manejo y manipulación**

Las maniobras de carga, descarga y traslado dentro del sitio de obra deberán realizarse utilizando equipos adecuados y personal capacitado.

Durante el manejo se deberán observar las siguientes precauciones:

- Las válvulas deberán manipularse utilizando eslingas, bandas o equipos de izaje adecuados, cuando su peso o dimensiones lo requieran.

- No se permitirá levantar las válvulas utilizando el volante, actuador, vástago u otros elementos del mecanismo de operación.
- Se deberá evitar arrojar, golpear o arrastrar las válvulas durante su manipulación.
- Las superficies de sellado deberán mantenerse protegidas contra golpes, rayaduras o contaminación.
- Las maniobras deberán realizarse conforme a las recomendaciones del fabricante.

### **10.12.3 Almacenamiento**

En caso de que las válvulas deban almacenarse antes de su instalación, deberán mantenerse bajo condiciones que garanticen su conservación.

El almacenamiento deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Las válvulas deberán almacenarse en áreas secas, ventiladas y protegidas de la intemperie.
- Los equipos deberán colocarse sobre tarimas o soportes adecuados, evitando el contacto directo con el suelo.
- Las caras de conexión deberán mantenerse protegidas mediante tapas o cubiertas hasta el momento de su instalación.
- Las válvulas deberán almacenarse ordenadas y debidamente identificadas conforme a su tipo y diámetro.
- Se deberá evitar la exposición a sustancias químicas, humedad excesiva o ambientes corrosivos.

### **10.12.4 Inspección al recibir los equipos**

A la llegada de las válvulas al sitio de obra se deberá verificar:

- Integridad del embalaje.
- Ausencia de daños mecánicos visibles.
- Estado de las superficies de sellado.
- Funcionamiento del mecanismo de operación.
- Correspondencia entre el equipo recibido y las especificaciones del proyecto.

Cualquier válvula que presente daños en el cuerpo, mecanismo de operación o superficies de sellado deberá ser rechazada o sustituida antes de su instalación.

## **10.13 PLAZO DE ENTREGA**

El plazo estimado de entrega en condiciones normales, para el envío de los elementos ofertados, será de **8 semanas** a partir de la fecha de firma del contrato.

## **10.14 GARANTÍAS**

La garantía de la planta será de 12 meses a partir de la finalización de la puesta en marcha o de 18 meses a partir de la fecha de envío de los elementos ofertados, el plazo que venza antes.

En caso de avería o mal funcionamiento, por defecto de fábrica, de alguno de los elementos suministrados por el FABRICANTE, se procederá a su reparación o reemplazo.

El FABRICANTE tendrá derecho a recuperar las piezas o equipos que hayan sido objeto de sustitución o remplazado.

El FABRICANTE garantiza la capacidad del equipo o accesorio dentro de las condiciones de operación establecidas en la documentación del mismo.

del mismo.

### **10.15 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La medición del concepto se realizará conforme al catálogo de conceptos, ya sea por pieza (pza) o integrada dentro del suministro de tubería o equipo, según se indique en el contrato.

La forma de pago será acordada en el momento de la compra. En caso de retrasos no imputables al FABRICANTE los porcentajes de los pagos se facturarán en la fecha especificada, con independencia de los trabajos pendientes a realizar.

No se reconocerán pagos adicionales por actividades necesarias para garantizar la hermeticidad y correcta operación del sistema.

El suministro de válvulas se medirá por unidad completa; al efecto se determinará directamente en la obra el número que hubiere proporcionado el Contratista con el fin de que el pago se verifique de acuerdo con el tipo y diámetro respectivo, seleccionado conforme al catálogo de precios correspondiente.

Las válvulas que no se ajusten a las especificaciones generales o que resulten defectuosas al efectuar las pruebas, serán sustituidas y reinstaladas nuevamente por el Contratista sin compensación adicional.

