



# PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE MECÁNICO

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>FABRICACIÓN DE TUBERÍAS.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>MONTAJE DE TUBERÍAS.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SOPORTES .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>SOLDADURAS.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>TRATAMIENTOS TÉRMICOS .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>DESMONTAJE DE TUBERÍAS.....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>INSPECCIONES Y PRUEBAS .....</b>	<b>21</b>
7.1	INSPECCIÓN DE SOLDADURAS.....	21
7.2	INSPECCIÓN DE CURVADOS DE TUBERÍA.....	24
7.3	PRUEBAS DE PRESIÓN HIDRÁULICA EN TUBERÍAS.....	24
7.4	PRUEBAS DE PRESIÓN NO HIDRÁULICAS EN TUBERÍAS.....	26
<b>8</b>	<b>MONTAJE DE INSTRUMENTACIÓN.....</b>	<b>28</b>
8.1	ALCANCE DE LOS TRABAJOS .....	28
8.2	EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE INSTRUMENTACIÓN .....	29
<b>9</b>	<b>ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE DE VÁLVULAS DE CONTROL.....</b>	<b>42</b>
9.1	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	42
9.2	MATERIALES, CARACTERÍSTICAS Y NORMALIZACIÓN.....	45

<b>10</b>	<b>ESPECIFICACIÓN PARA CABLES DE INSTRUMENTACIÓN.....</b>	<b>49</b>
10.1	FAMILIAS DE CABLES.....	49
10.2	CONDUCTORES .....	49
10.3	AISLAMIENTO.....	50
10.4	IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES .....	51
10.5	CONDUCTORES AUXILIARES .....	51
10.6	CABLEADO DE LOS CONDUCTORES .....	51
10.7	PANTALLAS .....	52
10.8	CUBIERTAS INTERMEDIAS Y ARMADURAS .....	52
10.9	CUBIERTAS .....	54
10.10	PARÁMETROS ELÉCTRICOS TÍPICOS.....	54
10.11	CABLES RESISTENTES AL FUEGO.....	54

## **1 FABRICACIÓN DE TUBERÍAS**

La fabricación de tuberías se hará de acuerdo con las prescripciones dadas en los Códigos, Reglamentos y Normas indicados, excepto lo que se modifique en esta Especificación. Someterá a la aprobación de la Supervisión de Obra el lugar o lugares, así como las instalaciones donde se vayan a realizar los trabajos de la prefabricación de tuberías de los distintos tipos de materiales a utilizar, separando: aceros al carbono, aceros galvanizados, aceros al carbono de baja aleación y aceros inoxidable, así como otros materiales a utilizar tales como aluminio, cobre, titanio, etc.

Se efectuará el control dimensional de las secciones prefabricadas.

Se marcará todos y cada uno de los tramos que conforme a la isométrica identificando el número de colada de cada pieza, el número de soldadura y número de soldador.

Se deberá fabricar, partiendo de tuberías, todos los nipples requeridos, así como las piezas de unión entre líneas de traceado de vapor, cuando no sean suministradas por la Propiedad.

De igual forma, se suministrará y montará todos los distanciadores entre tubo y camisa a utilizar en la fabricación de tuberías encamisadas.

Se protegerá adecuadamente los elementos roscados, caras de bridas, válvulas, manguitos y todos aquellos objetos susceptibles de deterioro durante los trabajos.

Se completará en taller las isométricas con todos los accesorios indicados en los planos o requeridos por la Supervisión de Obra, siempre que no corran riesgo en su posterior manejo.

Se fabricará aquellos elementos, como reductores, codos mitrados, etc., que sean requeridos por los planos o bien sean solicitados por la Supervisión de Obra. La valoración de los mismos se realizará de acuerdo con las Normas de Medición y Abono. Dispondrá ordenadamente en el parque de materiales, las tuberías prefabricadas divididas en grupos,

según la prioridad del montaje, con el fin de poder retirar sin daños y rápidamente el material que va a ser montado.

Todos los tramos serán aislados del suelo mediante tacos de madera u otro material aceptado por la supervisión de Obra. Los materiales y espesores de tubería estarán determinados en la correspondiente Especificación que forma parte de la documentación del proyecto.

El doblado de las tuberías puede hacerse por cualquier procedimiento aprobado por la Supervisión de Obra, siempre que no ocasione aplastamientos o disminución del espesor de pared que sobrepasen las tolerancias permitidas en esta Especificación. No se permitirán ningún tipo de mellas o arañazos producidas por los útiles utilizados por el Contratista. Las curvas de radio mayor de 4 veces el diámetro de la tubería estarán libres de arrugas. Las curvas de radio menor o inferior a 4 veces el diámetro de la tubería podrán tener arrugas con una profundidad no superior al diámetro de la tubería dividida entre 100.

Todos los doblados deberán limpiarse por procedimientos aprobados por la Supervisión de Obra hasta eliminar todos los residuos interiores. Las tuberías de acero al carbono pueden doblarse en caliente o en frío. Para el curvado en caliente se requiere la aprobación de la supervisión de Obra.

El curvado de aceros aleados ferríticos se realizará calentándoles hasta una temperatura no superior a 1.050°C; después de curvada la pieza, se dejará enfriar lentamente hasta la temperatura ambiente en zonas protegidas de corrientes de aire, lluvia y atmósferas contaminantes. Para el curvado de esta tubería está prohibido el empleo de sopletes de gas y agua.

El curvado de aceros aleados austeníticos al Cromo / Níquel y materiales no férricos, se hará siempre en frío. El roscado de la tubería se realizará con rosca cónica de acuerdo con los requisitos, dimensiones y tolerancias de la Norma ASME B2.1., siempre que no se indique lo contrario en los planos o especificaciones de materiales. El uso de pastas o lubricantes está prohibido en conexiones roscadas que vayan a ser selladas con soldadura. Las conexiones roscadas que requieran tratamiento térmico serán roscadas posteriormente

a dicho tratamiento. La estanqueidad final de las conexiones roscadas se hará con cinta de teflón, siempre que no se especifique lo contrario.

El biselado será esmerilado o mecanizado para formar aristas vivas entre las superficies de la tubería y la cara de los accesorios. Todos los cortes serán biselados y preparados con precisión para formar el perfil indicado por la norma ASME B31.3, según los distintos espesores, de pared de tubería.

Todos los biselados de tuberías y accesorios, deberán ser protegidos del ambiente, una vez conformados, para evitar su oxidación. Procurará en taller completar al máximo las isométricas. Si ello no fuera posible por faltas de materiales, se montarán, si fuera necesario, con dichas faltas, originándose un gasto extra aplicable sólo a las operaciones a realizar en montaje distintas a las de taller. En caso de recibirse los materiales estando la isométrica en taller, su manejo y completado no generará ningún extracosto.

La fabricación de drenajes, venteos y típicos de presión en taller tendrá como límite la primera válvula de bloqueo, reservándose para campo la terminación hasta los puntos de vertido.

Se deberá fijar la magnitud de los tramos a prefabricar dejando los correspondientes ajustes y soldaduras para el montaje y procurando establecer un sobredimensionado que le permita el ajuste final sin una excesiva pérdida de materiales.

Se deberá asumir las modificaciones necesarias sobre lo indicado en las isométricas o planos, para los siguientes casos:

- Para líneas de rack, track, tuberías enterradas y en canales de cualquier diámetro.
- Para líneas de 2 ½" y menores en líneas de planta.
- Para líneas de 3" y mayores ajustes de hasta 150 mm en cualquier dirección.

Se deberá realizar las soldaduras de campo en las tres direcciones con un sobrelargo de 150mm. Los cortes y biseles en estas soldaduras también serán absorbidos por el contratista, independientemente de la longitud de palillo a cortar.

Queda terminantemente prohibido realizar cualquier tipo de soldadura o punteado en la superficie externa de las tuberías. Todas las soldaduras de aceros inoxidable y materiales no férricos, deberán ser descontaminadas exteriormente para eliminar las manchas producidas por la soldadura.

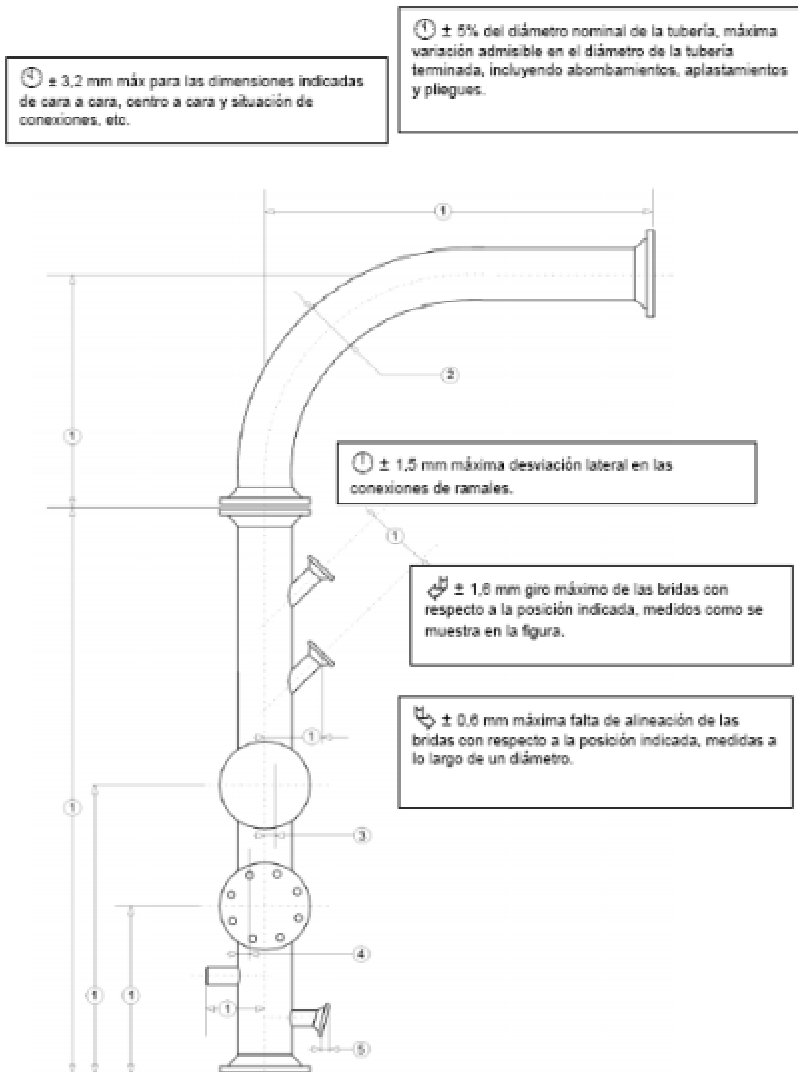
El procedimiento de descontaminación deberá ser sometido a la aprobación de la Supervisión de Obra. Todos los útiles a utilizar en la prefabricación de tuberías de acero inoxidable o materiales no férricos, tales como abrazaderas, trípodes, caballetes, bandos, etc., deberán estar protegidos por medio de plásticos, cartón u otro tipo de material que evite la contaminación superficial entre ellos y las tuberías.

Todo el material necesario para configurar las isométricas y que aparezca tanto en planos como en listados de materiales será suministrado por la Propiedad, con la excepción de los materiales fungibles y aquéllos que se indiquen como suministro del Contratista en esta Especificación, entre los cuales podrá incluirse accesorios de tubing de traceado, conexiones de mangueras de estaciones de servicio, etc., en cuyo caso se incluirá en el alcance del montaje.

Caso de ser requerido, efectuará el curvado de tuberías  $\leq 2''$ , para sustitución de codos, aunque ello no esté indicado en las isométricas o planos.

Antes de enviar al montaje los tramos de isométricas, se mecanizarán interiormente hasta ser eliminadas todas las penetraciones de soldaduras correspondientes a bridas que deban soportar placas de orificio, válvulas de mariposa o cualquier elemento que lo requiera. Esta operación debe ser verificada por el supervisor de obra.

La construcción de la tubería se hará dentro de las tolerancias indicadas en la figura siguiente:





## **2 MONTAJE DE TUBERÍAS**

Se hará de acuerdo con el Código ASME B31.3, excepto lo que se modifique en esta Especificación.

Se transportará desde los lugares de prefabricación hasta la obra todas las isométricas o tramos prefabricados, debiendo ser acopiados en las zonas designadas por la Supervisión de Obra.

Se verificará los emplazamientos de los equipos y sus correspondientes boquillas de conexión, con el fin de comprobar la validez de la isométrica a montar y así evitar un montaje innecesario.

Se realizará todos los ajustes y soldaduras necesarios para obtener un correcto conexionado de las tuberías entre sí o con los equipos.

Se realizará el bulonado de las bridas y el distensionado, si fuera necesario, a las bombas, máquinas y equipos en general, así como la colocación de juntas, tantas veces como sea necesario.

Se deberá montar todos los elementos en línea tales como válvulas de control, válvulas de seguridad, reductoras, rotámetros, medidores, placas de orificio, etc.

Se completará los típicos de los manómetros, tomas de presión o venteos que lo requieran, con una prolongación hasta el lugar del drenaje que le sea indicado por la Supervisión de Obra. De igual forma, las carcasas de bombas y equipos que lo requieran, serán completados con tuberías que encaucen los drenajes hasta los lugares indicados por la Supervisión de Obra.

Se sellará con soldadura, una vez colocadas las conexiones de instrumentación, todas las tomas roscadas de bridas de orificio y tapones de reserva. Se realizarán ensayos no destructivos a estas soldaduras (líquidos penetrantes o partículas magnéticas). Las válvulas serán orientadas de forma tal que puedan ser fácilmente operadas y en sentido correcto. En

el caso de que la Supervisión de Obra lo requiera, el Contratista desmontará y volverá a montar las válvulas que no cumplan este requerimiento.

Al montar las tuberías, todas las conexiones embridadas de equipos y máquinas, se protegerán con un disco ciego, el cual deberá o no ser retirado durante la prueba hidráulica, dependiendo de la longitud y alcance de los circuitos a probar.

Las conexiones embridadas a máquinas y equipos, se ajustarán hasta obtener el paralelismo de las bridas y su alineación lateral antes de comenzar el apretado de las tuercas. El apretado final de tuercas, será autorizado por la supervisión de Obra después de la finalización de la alineación de la maquinaria, utilizando llaves dinamométricas en los casos que se requiera por la Supervisión de Obra.

La ejecución de estas uniones las realizará una empresa especializada que será responsable de definir el procedimiento de apriete (tensión de apriete, método, etc.). El contratista será responsable de subcontratar, a menos que LA PROPIEDAD la contrate directamente, y de coordinar con esta empresa especializada el apriete de estas uniones.

El montaje de las tuberías se realizará de forma que las conexiones de máquinas y equipos no tengan que soportar tensiones. Cuando le sea requerido, el Contratista suministrará y montará discos ciegos en las líneas que necesiten ser aisladas, para poder realizar los trabajos objeto del pedido, aun cuando éstas sean líneas en servicio no montadas por el Contratista.

Se deberá realizar todas las conexiones a líneas existentes en servicio que sean requeridas por los planos o por la Supervisión de Obra, debiendo considerarse por parte del Contratista, las dificultades que este tipo de trabajo entraña. La falta de soportes definitivos no será motivo de retraso en el montaje de tuberías, debiendo el contratista hacer uso de soportes provisionales.

Se realizará el suministro, fabricación, montaje y desmontaje de carretes o distanciadores, para conseguir un mayor porcentaje de montaje en el caso de faltas de materiales, tales como válvulas, mirillas, rotámetros y demás elementos en línea.

Se realizará todos los pasos de tuberías a través de plataformas de chapa o de rejilla, acondicionando posteriormente los diferentes paños de la plataforma para que sigan siendo rígidas y desmontables, Incluso el suministro y fijación del pasatubo y todos sus elementos auxiliares a la rejilla o chapa, totalmente ejecutado y correctamente terminado de acuerdo con la Supervisión de Obra.

#### Limpiezas de Tuberías:

Todas las tuberías, accesorios, válvulas, etc., deberán ser cuidadosamente inspeccionados y limpiados de cualquier material o cuerpo extraño antes de proceder a su montaje definitivo. Una vez realizado el montaje y aprovechando la infraestructura de la prueba hidráulica del circuito, se procederá a un barrido con agua para eliminar las posibles suciedades interiores.

Se procederá a la limpieza química o decapado de aquellos circuitos que lo precisen.

Se limpiará y engrasará con materiales de su suministro, las válvulas y elementos roscados tales como tapones, caps, pernos separadores, etc.

Para el montaje del trazo en las tuberías que lo requieran, se suministrará y montará todos los elementos exigidos por los standards, tales como alambres de sujeción, flejes, separadores cerámicos o de fibra, cementos transmisores de calor, etc.

Se suministrará y montará etiquetas de identificación en las estaciones de vapor y condensado correspondientes al trazo de vapor.

Para las tuberías que discurran por canales visitables, el Contratista deberá realizar la apertura y cierre de las tapas de dicho canal tantas veces como sea necesario para no interferir el tráfico. Coordinará con el contratista de andamios el montaje y desmontaje de los mismos para todos los trabajos.

### **3 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SOPORTES**

Para la prefabricación de soportes de tuberías, deberán seguirse las mismas normas descritas para la prefabricación de tuberías en cuanto a corte, biselado, soldadura, orden y acopio posterior a su prefabricación.

El Contratista suministrará los materiales necesarios para la prefabricación y montaje de soportes, tanto provisionales como definitivos, excepto aquellos componentes que se indiquen en los planos como suministro por la Propiedad.

La calidad del acero de las chapas y perfiles laminados para la prefabricación de soportes, será S-275 JR o equivalente, según Norma MV-102, debiendo el Contratista disponer de los certificados de calidad de los materiales a emplear, o en caso contrario, asumiendo el costo de la realización de los ensayos que aseguren la calidad de ellos.

Los soportes provisionales serán diseñados, fabricados y montados por el Contratista de forma que aseguren las tuberías contra cualquier riesgo de caída, debiendo ser retirados cuando se hayan montado los definitivos.

El uso de maderas para soportes provisionales estará totalmente prohibido. No se empleará tubería para la ejecución de soportes provisionales sin la previa autorización de la Supervisión de Obra.

Los soportes de muelle deberán ser montados de acuerdo con su marca de identificación y con el pasador de bloqueo puesto.

Una vez realizadas las pruebas hidráulicas, se desbloqueará el muelle corrigiéndose el recorrido, caso de que se haya producido alguna alteración en él. Para aquellos muelles que lo requieran, realizará los ajustes pertinentes una vez la línea esté en servicio.

Se deberá realizar toda la obra civil necesaria para el montaje de los soportes tales como, taladro de hormigones, bases de hormigón para soportes especiales o standard, picado de

ignifugado hasta descubrir la parte metálica, reposición de ignifugados una vez colocados los soportes, etc.

Las partes de soportes diseñadas a base de tuberías, serán fabricadas partiendo de materiales suministrados por la Propiedad. No se utilizarán accesorios de tuberías para la ejecución de elementos tales como refuerzos, cunas, tejas, etc., el contratista deberá suministrar el material necesario para su ejecución.

Todo el material será de acero al carbono o estructural, a no ser que se indique lo contrario, o que se trate de un elemento soldado a una tubería aleada en cuyo caso será de material equivalente al de la tubería. Todo el material será nuevo.

Todos los cordones de soldadura serán de 6 mm a no ser que se indique lo contrario en los standard o planos de soportes especiales.

Todas las dimensiones y elevaciones estarán dadas en milímetros a no ser que se indique lo contrario en los planos o notas correspondientes.

En caso de tratamiento térmico de las soldaduras en las tuberías los elementos de soportes se soldarán a la tubería antes de comenzar los tratamientos.

En el caso de que las fuerzas de fricción en el soporte sean muy elevadas, se instalarán placas de teflón o similar, suministradas por el Contratista.

Los patines de apoyo en las tuberías con aislamiento, se situarán siempre con su eje en el apoyo. Si el movimiento esperado es superior a la distancia indicada en el estándar correspondiente, se pondrá una nota indicando la longitud deseada.

En las líneas que se necesite pretensado en frío, se indicará la cantidad a cortar, y la soldadura se realizará después que se hayan colocado los patines, guías o anclajes que se indican en los planos.

Antes de proceder al montaje de los soportes, se cuidará que las superficies en contacto estén limpias, con el fin de facilitar el deslizamiento.

Las superficies en contacto de apoyos deslizantes se cubrirán con una capa de lubricante, que puede ser grasa consistente a base de bisulfuro molibdeno. Las dimensiones indicadas como (MAX) en los estándares de soportes determinan los límites de utilización de los mismos, debiendo ser definidos en obra.

En el montaje de guías deberá cuidarse que no exista entorpecimiento para el movimiento de la tubería. Todas las uniones atornilladas se harán con pernos y tuercas de acuerdo con la norma ASTM-A-307-68.

Las tuberías de acero inoxidable, sin aislamiento, no deben apoyar directamente sobre soportes o estructura de acero al carbono. Se colocará en cada apoyo una chapa de acero inoxidable de 1 mm de espesor y 100 mm de ancho, suministrada por el contratista. En los patines o soportes que se especifique chapa de refuerzo, esta llevará un taladro de Ø 1/8" con rosca NPT situado en la parte inferior del refuerzo, considerando la tubería en posición de servicio. En tuberías con aislamiento los taladros llevarán un tubo de Ø 1/8" sch 80 de longitud igual al espesor del aislamiento más 10. En tuberías sin aislamiento el agujero se deberá rellenar de grasa.

Las tuberías de 2 ½" y menores se soportarán en campo y se tendrán en cuenta además las siguientes consideraciones:

- Las tuberías que tengan tramos rectos de gran longitud, deberán guiarse cada 12 metros aproximadamente.
- Se dejará libre una zona mínima de 40 diámetros entre un cambio de dirección y la guía más próxima, a no ser que se indique lo contrario en los planos de tuberías.
- Los elementos unidos a las tuberías serán preferentemente de construcción atornillada evitándose en lo posible las soldaduras.
- Se tendrá especial cuidado en no restringir el movimiento de la línea de forma que aparezcan tensiones excesivas.

- En las tuberías conectadas a otras mayores se deberán tener en consideración los movimientos propios del colector.
- Las tuberías de pequeño diámetro no se soportarán en otras tuberías a no ser que el diámetro de estas sea tres veces superior al de la tubería soportada, y se deberá tener en cuenta el movimiento relativo entre ambas.

## **4 SOLDADURAS**

Todas las soldaduras a realizar en tuberías y soportes deberán estar de acuerdo con los códigos ASME B31.3, ASME II (para los materiales de aportación) y ASME IX (para las homologaciones de los procedimientos y de los soldadores).

El Contratista deberá presentar a la Supervisión de Obra todos los procedimientos de soldadura a utilizar en el desarrollo del proyecto para su aprobación.

Todos los soldadores deberán homologarse ante un Organismo de Control Autorizado (O.C.A) y entregar el certificado correspondiente antes del comienzo de los trabajos, de acuerdo con la Norma ASME IX, asignándosele un número o letra a cada uno, que deberá marcar en todas y cada una de las soldaduras que realice.

Se deberá realizar la homologación de los procedimientos de soldadura o presentar la homologación, si ya la tiene realizada anteriormente, para la aprobación por la Supervisión de Obra.

Todas las homologaciones, tanto de procedimientos como de soldadores, se harán a través de Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), y se enviará copia de las mismas a la Supervisión de Obra.

La preparación de bordes para soldar se hará por mecanizado siempre que sea posible. El oxicorte es aceptable en algunos casos como en los aceros al carbono y aceros de baja aleación, en este último caso es imprescindible precalentar de acuerdo con ASME B31.3, y una vez cortado, eliminar 1,5 mm de material mediante mecanizado.

Está totalmente prohibido el uso de oxicorte para aceros inoxidable, aceros resistentes al calor y materiales no ferríticos.

Los puntos de soldadura que se pongan para alinear las tuberías, deben ser eliminados de manera que no lleguen a formar parte del cordón de soldadura final.



El tipo de corriente y el valor del amperaje tienen que estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los electrodos y la clasificación AWS, adaptándose en todo caso a los parámetros utilizados en la cualificación del procedimiento de soldadura. Los defectos inaceptables encontrados en las soldaduras serán eliminados por medio de amolado, burilado o mecanizado.

Para su reparación serán empleados los procedimientos de soldadura usados inicialmente para su ejecución.

El marcado de las soldaduras será mediante troquelado / pintura.

Se permiten los siguientes procesos de soldadura:

- a) Arco manual con electrodo metálico revestido (SMAW).
- b) Arco eléctrico con varilla de tungsteno en atmósfera de gas inerte (GTAW ó TIG).
- c) Arco eléctrico con varilla desnuda (GMAW ó MIG/MAG).
- d) Soldadura Oxiacetilénica (OW).
- e) Arco sumergido automático (SAW).

La soldadura de aceros al carbono se realizará a penetración completa por el procedimiento del arco manual con electrodo revestido.

Las tres primeras pasadas se harán con electrodos de diámetro 2,5 mm, y las siguientes con electrodos de diámetro 3,25 mm.

Podrá también utilizarse el procedimiento TIG a plena penetración en la pasada de raíz. Las soldaduras de aceros de baja aleación, se realizarán mediante el procedimiento TIG a plena penetración en la pasada de raíz. Durante el proceso de soldadura TIG se purgará interiormente la tubería con argón, de acuerdo con el código. Las sucesivas pasadas de

relleno pueden hacerse empleando el procedimiento de arco manual con electrodo revestido.

Las soldaduras de aceros inoxidable se realizarán por el procedimiento TIG, a plena penetración en la pasada de raíz. Durante el proceso de soldadura TIG se purgará interiormente la tubería con argón, de acuerdo con el WPS previamente aprobado. Las sucesivas pasadas de relleno pueden hacerse empleando el procedimiento de arco manual con electrodo revestido.

Están totalmente prohibidas las soldaduras con anillo de respaldo. Todos los materiales consumibles en el proceso de soldadura estarán elegidos para cada procedimiento de acuerdo con los códigos citados.

Respecto al manejo de electrodos, cabe destacar:

- a) Deben ser almacenados bajo condiciones de temperatura y ambiente seco adecuadas, y nunca debe permitirse que absorban humedad.
- b) Todos los soldadores llevarán consigo una estufa portátil, donde dispondrán los electrodos a consumir en su tajo.
- c) Todos los electrodos que no hayan sido usados deben ser devueltos al almacén al final de cada turno y ser almacenados en la estufa adecuada.
- d) El secado de los electrodos será llevado a cabo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

En todas aquellas tuberías en las cuales sea necesaria la introducción de "Pigs" para limpieza del producto, varillas termométricas, baquetas, etc., las soldaduras tendrán un resalte interior máximo de 1,5 mm. Se indicará como nota en la isométrica de fabricación.

## 5 TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Todos los tratamientos térmicos de precalentamiento, postcalentamiento, distensionado y recocido se efectuarán de acuerdo al Código ASME B31.3, y serán compatibles con los requisitos detallados en los procedimientos de soldadura a utilizar.

Podrá emplearse cualquier método adecuado de calentamiento para el precalentamiento de todo tipo de materiales y para el distensionado de aceros al carbono y aceros al cromo molibdeno.

Para determinar la temperatura de precalentamiento, se utilizarán termopares o lápices térmicos. Para el calentamiento en el distensionado de aceros aleados al níquel o cromo-molibdeno férricos se deberán utilizar hornos de mufla cerrados, métodos locales de inducción eléctrica u horno de gas de atmósfera controlada.

Queda prohibido el empleo de sopletes para distensionar aceros aleados o ferríticos. Para el control de temperaturas en distensionados y recocidos locales, para tuberías de diámetro superior a 6" se utilizará un mínimo de dos termopares por soldadura situados diametralmente opuestos y de conformidad con ASME B31.3, y se respetarán los anchos de banda a tratar.

Después de cualquier tratamiento térmico, está totalmente prohibido cualquier tipo de soldadura adicional o calentamiento sobre las tuberías.

Los tratamientos térmicos se realizarán, a menos que se indique lo contrario por parte de la propiedad, antes de las pruebas hidráulicas.

## **6 DESMONTAJE DE TUBERÍAS**

En los desmontajes de tuberías existentes que hubiera que realizar, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Descalorifugado, si hubiere, de las zonas de corte o desmontaje.
- Desmontaje de los instrumentos en línea.
- Desmontaje de los tramos de tuberías.
- Traslado de los elementos desmontados a los lugares indicados por la Supervisión de Obra.
- Cierre mediante bridas ciegas, discos, caps, etc., de las aberturas dejadas como consecuencia del desmontaje.

## **7 INSPECCIONES Y PRUEBAS**

### 7.1 INSPECCIÓN DE SOLDADURAS

El tipo y la extensión de la inspección de uniones soldadas serán como mínimo las siguientes:

a) Servicios catalogados como categoría “D” según establece ASME B31.3: Aquéllos en los que el producto manejado no es inflamable, ni tóxico, ni dañino para los tejidos humanos, y cuya presión de diseño es inferior a 10.5 kg./cm<sup>2</sup>, y su temperatura de diseño está comprendida entre -29°C y 286°C.

- Verificación de materiales, comprobación de certificados de calidad, rating de accesorios y espesor de tuberías y accesorios. Extensión: 100% de los materiales. Requiere informe escrito.
- Inspección visual: extensión 100% de las uniones soldadas, roscadas y bridadas.
- E.N.D. tipo radiografías: extensión 10% de las uniones soldadas a tope y a encastre (dos exposiciones a 90°).
- E.N.D. tipo líquidos penetrantes: extensión 100% de las uniones soldadas tipo a encastre.
- E.N.D. tipo ultrasonidos: extensión 100% de las uniones soldadas tipo injerto.

b) Servicios catalogados como categoría “M” y categoría Normal según establece ASME B.31.3: Aquéllos en los que el producto manejado es tóxico para la salud de las personas expuestas, aun en pequeñas cantidades, por inhalación o por contacto, y los comunes en Refinerías y Plantas Petroquímicas que no están incluidos dentro de los apartados a) y c) de esta clasificación.

b.1) Construidos en acero al carbono del grupo P-1, según ASME B31.3, que no requiera tratamiento térmico post-soldadura:

- Verificación de materiales, comprobación de certificados de calidad, rating de accesorios y espesor de tuberías y accesorios. Extensión: 100% de los materiales. Requiere informe escrito.
- Inspección visual: extensión 100% de las uniones soldadas, roscadas y bridadas.
- E.N.D. tipo radiografías: extensión 10% de las uniones soldadas a tope y a encastre (dos exposiciones a 90°).
- E.N.D. tipo líquidos penetrantes: extensión 100% de las uniones soldadas tipo a encastre.
- E.N.D. tipo ultrasonidos: extensión 100% de las uniones soldadas tipo injerto.

b.2) Construidos en aceros de baja y alta aleación de los grupos P-3, P-4, P-5, P-8, P-9A, P-9B, P-10, según ASME B31.3 y del grupo P-1 que requieran tratamiento térmico post soldadura (TTPS) debido al espesor o al servicio (Amina y Sosa Cáustica), y líneas con servicio de Hidrógeno (H<sub>2</sub>), Sulfhídrico húmedo (SH<sub>2</sub>), gases licuados del petróleo (LPG), Ácido Fluorhídrico (HF) e Hidrocarburo con trazas de Ácido Fluorhídrico.

- Verificación de las tuberías y sus accesorios incluyendo comprobación de materiales haciendo uso de analizadores de aleación o técnicas de análisis alternativos, comprobación de certificados de calidad, rating de accesorios y espesor de tuberías y accesorios. Extensión: 100% de los materiales. Requiere informe escrito.
- Inspección visual: extensión 100% de las uniones soldadas, roscadas y bridadas.
- E.N.D. tipo radiografías: extensión 100% de las uniones soldadas a tope y a encastre (dos exposiciones a 90°) después del TTPS, y antes si se requiere. Se emplearán placas radiográficas de sensibilidad D-4 ó similar.
- E.N.D. tipo líquidos penetrantes: extensión 100% de las uniones soldadas tipo a encastre antes y después de TTPS.

- E.N.D. tipo ultrasonidos: extensión 100% de las uniones soldadas tipo injerto, antes y después de TTPS.

c) Sistemas de tuberías para servicios auxiliares.

Sistemas de tuberías contruidos en acero al carbono, acero galvanizado, materiales plásticos sintéticos, etc., para servicios catalogados como auxiliares dentro y fuera de las áreas de proceso: agua potable, S.C.I., servicios de N2, aire, aire de instrumentos, etc.

- Verificación de las tuberías y sus accesorios, incluyendo comprobación de certificados de calidad, rating de accesorios y espesor de tuberías y accesorios. Extensión 10% de los materiales. Requiere informe escrito.
- Inspección visual: extensión 100% de las uniones soldadas, roscadas y bridadas.
- E.N.D. tipo radiografía, extensión 10% de las uniones soldadas a tope y a encastre (dos exposiciones a 90°).
- E.N.D. tipo líquido penetrante: extensión 100% de los injertos y de las uniones soldadas tipo encastre.

Se define un % de radiografiado como el número de uniones completas respecto al total en el porcentaje especificado.

Las uniones a radiografiar serán determinadas por la Supervisión de LA PROPIEDAD, siguiendo el criterio general de tomar al menos una soldadura de cada procedimiento y de cada posición realizada por cada soldador.

En caso de rechazos superiores al 10% de las uniones realizadas, serán radiografiadas el 50% de las soldaduras y caso de mantenerse este porcentaje en el mencionado 50%, serán radiografiadas al 100% todas las soldaduras.

Los criterios de aceptación de las soldaduras estarán de acuerdo con los requerimientos del código ASME B31.3.

En caso de requerirse tratamiento térmico, el radiografiado será realizado antes y después de dicho tratamiento.

En todas las uniones tratadas térmicamente se realizará una medición de durezas. La medición se realizará en tres zonas: el metal base a ambos lados y en el material depositado. Para las soldaduras BW se harán 3 mediciones en cada zona por soldadura a 120° y se seleccionará la mayor de ellas. Para las soldaduras SW se hará 1 medición en cada zona. La medición se realizará con un medidor portátil de dureza Brinell (Telebrineller o similar) según ASTM A-833. Los valores máximos de estas lecturas estarán de acuerdo con el Código ASME.

## 7.2 INSPECCIÓN DE CURVADOS DE TUBERÍA

Se utilizará la inspección visual para comprobar arrugas y aplastamientos, un calibre para comprobar ovalidad, la inspección por líquidos penetrantes o partículas magnéticas en un 10% de las curvas realizadas para verificar las fisuraciones, y la inspección por ultrasonidos para la comprobación de los espesores.

## 7.3 PRUEBAS DE PRESIÓN HIDRÁULICA EN TUBERÍAS

La determinación y alcance de los circuitos de pruebas será preparado por el Contratista de acuerdo a la documentación del proyecto y sometido a la aprobación de la Supervisión de Obra antes de proceder a las pruebas.

Las tuberías conectadas a equipos o a otras tuberías no pertenecientes al circuito de prueba, así como los instrumentos situados en línea, deberán ser aislados por medio de unos discos ciegos o sustituidos por carretes, los cuales serán desmontados una vez finalizadas las pruebas y limpiados los circuitos, procediéndose al montaje de los elementos definitivos.

Para la realización de las pruebas se seguirán las siguientes instrucciones:



- Los siguientes equipos serán excluidos de las pruebas de presión de tuberías.
  - a) Equipos dinámicos.
  - b) Equipos estáticos cuya presión sea inferior a la del circuito o que posean internos con posibilidad de deterioro durante las pruebas.
  - c) Instrumentos en líneas o elementos de seguridad. d) Cualquier equipo indicado por la Supervisión de Obra.
- Antes de iniciar las pruebas se comprobará que todas las tuberías están adecuadamente soportadas empleando, si fuera necesario, soportes provisionales suplementarios. Los soportes de muelles serán bloqueados en su recorrido antes de las pruebas, siendo desbloqueados y regulados una vez finalizadas éstas.
- No se requiere prueba de presión para líneas en comunicación con la atmósfera.
- Las líneas de traceado serán probadas como si de tuberías principales se tratase.
- Todos los discos ciegos a colocar en los circuitos dispondrán de lengüeta pintada en rojo brillante y estarán de acuerdo con el cuadro de la figura nº 2 anexa.
- El contratista confeccionará una lista con todos los discos ciegos instalados y posteriormente desmontados.
- El agua a utilizar en las pruebas tendrá un contenido en Cl- inferior a 3.000 ppm, excepto para los inoxidable, que no superará 50 ppm, y su temperatura mínima será de 5°C. En casos muy concretos y con la autorización de la Supervisión de Obra, podrá utilizarse agua salada, siempre que se pongan en funcionamiento de inmediato los medios para evitar corrosiones. La temperatura de la prueba será siempre como mínimo 2 grados más que la temperatura de transición del metal, y que deberá ser verificado por el responsable de calidad del Contratista y comunicado a Supervisión de Obra.

- La presión se dará mediante una bomba adecuada, instalándose un mínimo de dos manómetros por circuito, de los cuales, uno estará situado junto a la bomba.
- Los manómetros para las pruebas serán verificados por el Contratista y certificados por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.).
- La presión de prueba será mantenida durante el tiempo que designe la Supervisión de Obra, y en ningún caso será inferior a 60 minutos. Durante el período de prueba no se admitirá ningún tipo de pérdida.
- Si fuese necesario en casos especiales, dejar el circuito de prueba lleno de agua por un periodo largo de tiempo, se dejará sin presión y se tomarán las precauciones necesarias por si se produjeran importantes cambios en la temperatura ambiental.
- Todas las líneas y equipos serán drenados después de la prueba, asegurándose antes que todos los venteos están abiertos, procediéndose al lavado de líneas de acuerdo con la Supervisión de Obra, eliminándose discos ciegos, carretes, bridas ciegas y demás elementos provisionales y reponiendo válvulas e instrumentos desmontados, dejando los circuitos listos para operación.
- Todos los datos relativos a la prueba del circuito, figurarán en el protocolo de prueba a presión, cuyo modelo se adjunta, y que deberá ser conformado por el Contratista.

#### 7.4 PRUEBAS DE PRESIÓN NO HIDRÁULICAS EN TUBERÍAS

Pueden realizarse pruebas de presión neumática en aquellos circuitos cuyas tuberías tengan un recubrimiento interno que pueda ser dañado por el agua, o en tuberías de aire de instrumentos.

En estos casos, las soldaduras habrán sido radiografiadas al 100%, y durante la prueba serán recubiertas con espuma de jabón todas las juntas del circuito.

No se permitirán estos ensayos cuando la temperatura del metal sea inferior a 2°C. Pueden realizarse pruebas de presión con líquidos tales como gas-oil o keroseno en aquellos casos en los que la temperatura ambiente sea inferior a 5°C y sea urgente la realización de la misma.

En cualquier caso es de obligado cumplimiento la ITC-MIE-AP-6.

## 8 MONTAJE DE INSTRUMENTACIÓN

### 8.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los trabajos a los que esta Especificación se aplica y con el detalle que se define en los documentos de pedido, se refieren pero no se limitan a:

- Montaje, ensamblado y conexionado de armarios de racks, cabinas de entrada y salida (I/O), consolas de control, sistemas de alimentación ininterrumpida, armarios de transferencia, paneles convertidores de señales, cajas de agrupamiento de señales, etc.
- Instalación de bandejas para caminos de multicables, cables individuales y tubing, incluyendo el suministro y colocación de soportes para apoyo de las mismas, la prefabricación o suministro de formas especiales cuando éstas no sean suministradas por la propiedad, y el suministro e instalación de toda la tornillería necesaria en acero inoxidable.
- Tendido de multicables y cables individuales de cualquier naturaleza en zanjas y canales, realizadas por otros, incluyendo la retirada de tapas y vaciado de la arena para el caso de canales existentes, relleno de arena con suministro de la misma, colocación de tapas y su sellado.
- Tendido de las vías de datos. Éstas, por las peculiaridades de su servicio, además de ser redundantes y discurrir por distintos caminos, irán siempre instaladas en tubo galvanizado de  $\text{Ø}=2''$ , con registros estancos.
- Instalación de subcolectores de aire de instrumentos.
- Instalación de instrumentos de campo. En general, instalará todos los instrumentos indicados en los P & IDS, lista de instrumentos y resto de la información del pedido, con la excepción de los elementos situados en línea, tales como válvulas de control, autorreguladoras, rotámetros y placas de orificio.
- Instalación de líneas de proceso y neumáticas.

- Conexionado por ambos extremos de todos los multicables, cables individuales, tubería de proceso neumática, a sus respectivos origen y final de recorrido.
- Ejecución de la puesta a tierra de armarios, paneles, consolas, así como todos los cables, según se describe más adelante en esta Especificación.
- Realización de todo tipo de pruebas, incluyendo las de preajuste y calibración de instrumentos en obra, necesarias para completar la instalación de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

## 8.2 EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE INSTRUMENTACIÓN

### **Generalidades.**

Todos los equipos y materiales se montarán de acuerdo con las indicaciones dadas en los planos y siguiendo las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

En el supuesto de que haya algún equipo o material en el que no sea posible la aplicación de los detalles que aquí se dan, su montaje se realizará de acuerdo con la buena práctica de la especialidad, pero siempre con la aprobación previa de la Supervisión de Obra.

El Contratista se asegurará de las tuberías que en su día se calorifugarán, así como de su espesor, a fin de prever espacio suficiente entre estas tuberías y cualquier equipo tubing o cable de instrumentación. Asimismo, debe asegurarse de las estructuras metálicas que en su día se ignifugarán y en las que está prevista la instalación de instrumentación; toda inobservancia de estas normas será imputable al Contratista, quien correrá con todos los gastos que de ello pudieran derivarse.

Ningún instrumento o material de instrumentación puede quedar embebido en el ignifugado, por lo que, caso de ser necesario, se soldarán perfiles intermedios suplementarios, a fin de quedar como mínimo 50 mm. sobresaliente.

Todas las soldaduras a realizar por el Contratista, tanto cordones como gargantas, serán de un mínimo de 6 mm; el procedimiento de soldadura deberá estar homologado y aprobado por la Supervisión de Obra.

No se soportarán instrumentos o sus líneas de conexión a tuberías, excepto cuando las exigencias del proceso lo requieran. En cualquier caso, no se soportarán en estructuras o equipos sometidos a vibración, salvo que el instrumento incluya la protección antivibratoria adecuada.

Antes de conectar las líneas de proceso o neumáticas, serán limpiadas cuidadosamente, interior y exteriormente, al objeto de eliminar materias extrañas.

Todos aquellos equipos cuya fijación se haga mediante elementos roscados, deberán llevar una arandela de presión antes de la tuerca.

El Contratista suministrará e instalará los soportes necesarios para bandejas, cajas de conexionado, así como para los instrumentos que no vayan directamente sobre las líneas de proceso. Los instrumentos serán montados sobre sus soportes o sobre las tomas preparadas por pipping o equipos, realizando tanto las conexiones de procesos como eléctricas y/o neumáticas.

En el caso de que se necesitare fijar soportes, materiales o equipos, se seguirán los criterios siguientes:

- Instalación de líneas de proceso y neumáticas.
- En caso de soportes sobre perfiles ya ignifugados, el Contratista, previo permiso de la Supervisión de Obra, procederá a la rotura del mismo a fin de poder realizar las oportunas soldaduras y posteriormente ejecutará la reposición de dicho ignifugado.
- En ningún caso se taladrará la estructura metálica para fijar a ella soportes.
- En ningún caso se fijará directamente elemento alguno a una tubería, depósito o cualquier otra instalación desmontable.

- Para fijación de equipos, materiales y soportes en hormigón (no en ignifugado), pueden usarse fijapivotes, pistolas u otros elementos de percusión con spit-rocks o pernos de expansión.

En aquellos puntos que durante el montaje se dañe cualquier acabado anticorrosivo de un material, la superficie dañada debe pintarse de acuerdo con la Especificación de Pintura.

Todos los instrumentos cuya situación no esté determinada en la documentación, se instalarán en lugares accesibles desde el suelo o plataforma, para su fácil calibración y mantenimiento, de acuerdo con las instrucciones de la Supervisión de Obra.

Los esquemas de proceso determinarán el alcance de cada unidad de instalación.

### **Bandejas y zanjas.**

Los recorridos principales de bandejas y zanjas estarán definidos en los planos.

Las bandejas principales serán montadas sobre soportes preparados al efecto, tratados y pintados adecuadamente y cuya forma y número han sido fijados previamente de acuerdo con las características mecánicas de la bandeja y los cables a soportar.

Cuando una bandeja tenga que cruzar una zona de paso, lo hará dejando una altura libre de, al menos, 2,5 m.

Las bandejas secundarias de 150 mm. de ancho y menores, cuya posición en general no se representa en los planos, es responsabilidad del Contratista disponer su recorrido con los criterios de optimización económica y estética del montaje y siempre con la aprobación de la Supervisión de Obra.

Se evitarán tendidos cercanos a otros caminos de cables eléctricos. Si hubiera que cruzar éstos, se hará siempre perpendicularmente.

En el caso de bandejas del tipo escalera en aluminio cuya instalación sea sobre estructuras metálicas (con o sin ignifugado), se dispondrán placas intermedias de aislamiento en teflón o neopreno de al menos 3 mm. de espesor.

Las bandejas no deben quedar sometidas al calor desprendido por tuberías o depósitos adyacentes; colocándolas a una distancia mínima de 300 mm.

En las juntas de dilatación de las estructuras sobre las que van apoyadas las bandejas, se preverán uniones deslizantes en las bandejas y holguras suficientes en los cables que permitan las dilataciones y contracciones de la estructura.

En los recorridos secundarios fueran del rack y en el caso de bandejas del tipo perforado o de rejilla, las distancias entre soportes será tal que, una vez dispuestos en ella todos los cable, no se produzcan flechas superiores a los 10 mm.; en ningún caso esta distancia será superior a 2 m. entre soportes en el caso de bandejas del tipo perforado y a 1,5 m. en el caso de bandejas del tipo de rejilla.

Durante el montaje se hará una minuciosa inspección de las uniones efectuadas para que no queden superficies ni accesorios con filos o rebabas que puedan dañar los cables durante su tendido.

Todos los cortes necesarios para lograr el correcto ensamblaje de las bandejas, se realizarán con máquinas de cortar o sierras mecánicas, eliminando las rebabas y protegiendo las zonas cortadas; en el caso de bandejas del tipo rejilla, los cortes se realizarán con las tenazas de corte adecuadas.

En las bandejas del tipo escalera, para los conectores de unión, se utilizarán tornillos hexagonales M-10 (6 unidades con una arandela de presión y una tuerca y las 6 unidades restantes con dos arandelas planas, una tuerca y una contratuerca), y en las bridas de fijación se utilizarán tornillos hexagonales con una arandela de presión y una tuerca. En las bandejas del tipo perforado en los conectores de unión, se utilizarán tornillos de cabeza redonda M-6 (4 unidades con una arandela de presión y una tuerca); en las bandejas del tipo de rejilla, se utilizará tornillería de las características recomendadas por el fabricante de las mismas.



Los cambios de dirección en las bandejas del tipo perforado, tanto si discurren en horizontal, como si discurren en vertical, y siempre que sea posible por las distancias, se realizarán con ángulos de 45°, en lugar de hacerlo con ángulos de 90°; teniendo en cuenta además los radios de curvatura especificados para los cables.

Las derivaciones, codos y uniones para pequeñas bandejas, se podrán hacer “in situ”, teniendo en cuenta los radios de curvatura especificados para los cables.

Cuando para alimentar algún equipo alejado de los recorridos generales, se utilicen bandejas o tubos de protección, éstos se instalarán de forma que dejen una altura mínima de 2,5 m. sobre el nivel de plataformas y 3 m. sobre el nivel del terreno o pavimento, excepto en pasillos de circulación de vehículos, cuya altura mínima será de 5 m.

Todos los tubos a utilizar en la instalación serán de acero, galvanizados interior y exteriormente.

En los casos en los que la utilización de tubos es admisible para facilidad de montaje, éstos se emplearán sin codos en la longitud mínima posible e indispensable para permitir el radio de curvatura de los cables; se deberá prestar una especial atención a fin de evitar que el cable en el codo quede descolgado o combado. Alternativamente podrán utilizarse codos abiertos o registros, según se especifique.

En tramos rectos, no se admitirán empalmes en distancias inferiores a 3 m.

Todos los cortes de los tubos deben siempre abocardarse para evitar rebabas que puedan dañar los cables.

Las grapas para fijación de tubos serán de acero galvanizado de una sola pata y de unas dimensiones que abarquen totalmente el tubo; la distancia entre grapas en tramos rectos, no será superior a 2.000 mm. y 500 mm. a extremo de tubo o manguito de unión.

Para el curvado de tubos, el Contratista utilizará la maquinaria y herramientas adecuadas a fin de evitar arrugas en el mismo; en ningún caso es admisible calentar los tubos para curvarlos.

Los tramos curvos de tubo, cualquiera que sea su longitud, deben estar fijados como mínimo en 3 puntos, y en ningún caso a distancias superiores a 1 m.

Cuando discurran 1 ó 2 tubos, éstos se podrán fijar directamente a las estructuras, procurando siempre que queden protegidos por las mismas; en el caso de que discurran 3 tubos o más, éstos deberán ir previamente fijados a un herraje y éste a su vez a la estructura; en ningún caso es admisible suspender un tubo de otro tubo.

Al objeto de evitar el paso de gases, vapores y, en caso de incendio, llamas, todos los pasos de cables a través de muros y forjados de hormigón, independientemente del grado de peligrosidad a ambos lados, se sellarán con lana mineral recubierta con masilla de espuma.

Las entradas aéreas de cables a las salas de racks y de control a través de ventanas, se sellarán con bloque pasacables modulares “Siccis”.

### **Instalación enterrada.**

Los cables se tenderán en zanjas o canalizaciones subterráneas. Si se trata de zanjas existentes, está dentro del alcance del Contratista el izado de las losas de hormigón y la retirada de arena y, en todos los casos, el tendido de cables, el rellenado de la zanja con arena, con aportación de la misma cuando sea necesaria, la colocación de ladrillos, tanto de separación entre cables como de aviso sobre la capa superior, la colocación de las losas y posterior sellado de sus juntas, y el suministro y colocación de hitos de señalización en zanjas directas en el terreno.

Durante todo el periodo que dura el tendido de cables, será responsabilidad del Contratista la protección de la zanja para evitar la caída de productos o elementos que puedan dañar los cables.

El Contratista, durante el período de montaje, es responsable de mantener cuidadosamente taponados los extremos de conducciones y canalizaciones subterráneas para evitar la entrada de residuos, arena, agua, etc.

Antes de comenzar el tendido de cables, el Contratista deberá comprobar que el fondo de la zanja tiene un nivel de compactación del 98% Proctor modificado; una vez verificado, el Contratista efectuará el primer relleno con una capa de arena limpia y exenta de materia orgánica, procediendo a continuación al tendido de cables de la capa inferior; sobre cada capa de cables se dispondrá una capa de arena que se nivelará y compactará ligeramente antes de tender la siguiente capa de cables.

Después de que todos los cables hayan sido tendidos, ensayados y probados, la zanja se rellenará con arena y se regará y compactará hasta el nivel inferior de las losas prefabricadas de hormigón; el Contratista comprobará cuidadosamente el relleno de manera que no se produzcan depresiones a lo largo de la zanja, pudiendo proceder entonces al tapado de la misma.

Las entradas subterráneas de cables a las salas de racks y de control, se realizarán a través de tubos embebidos en hormigón; todos los huecos previstos para salida de cables se sellarán una vez finalizada la instalación con lana mineral recubierta con masilla de espuma, a fin de conseguir una estanqueidad total contra posibles filtraciones exteriores.

### **Instalación y conexionado de cables.**

Los cables se entregarán enrollados en sus respectivas bobinas y el Contratista deberá instalarlos en sus emplazamientos correspondientes; en el supuesto de que la Supervisión de Obra no facilite el reparto de cables por bobinas, será responsabilidad del Contratista hacer previamente una asignación de cables adecuada a la longitud de cada bobina al objeto de evitar retales desaprovechables.

Las longitudes de cables indicadas en las Listas de Cables con aproximadas, por lo que el Contratista, antes de cortar el cable, deberá verificar las longitudes; cualquier anomalía que pudiera detectarse, deberá ser comunicada inmediatamente a la Supervisión de Obra antes de cortar ningún cable.

Los cables se instalarán si empalmes en todo su recorrido.

Se instalarán por bandejas independientes los cables de alimentación de los contactos de alarmas, señales MV/MA y termorresistencias, respetando entre ambas bandejas una distancia mínima de 150 mm.

Los radios de curvatura de los cables serán como mínimo 10 veces su diámetro exterior nominal.

Para el tendido de cables no es admisible utilizar equipos de tracción que puedan someterlos a esfuerzos mecánicos para los que no están calculados; el Contratista tomará todas las precauciones necesarias para evitar desperfectos en la cubierta.

Una vez terminado el tendido de un cable y hasta que sea conectado, el extremo que queda a la intemperie debe ser inmediata y debidamente protegido con un elemento aislante que evite la penetración de humedad y suciedad.

En ningún caso es admisible la suspensión de cables de tuberías.

Cuando haya que realizar entradas roscadas a equipos con un diámetro o rosca diferente a la prevista en el prensaestopas o accesorio, se procederá del modo siguiente:

- a) Si el equipo tiene un taladro de diámetro menor que el requerido, se mecanizará con la rosca y diámetro requerido para poder fijar directamente el prensaestopas o accesorio.
- b) Si el equipo tiene un taladro de diámetro mayor que el requerido, se dispondrá un adaptador con la rosca del equipo en el extremo macho y en el extremo hembra con la rosca requerida para poder fijar directamente el prensaestopas o accesorio.

En caso de chapas o carcasa cuyo espesor de pared no permita roscar directamente, se instalará un prensaestopas provisto de junta tórica y tuerca interna.

La entrada del cable al prensaestopas ha de ser sin curva alguna.

Por la parte exterior del equipo, entre la carcasa y el cuerpo del prensaestopas, debe de colocarse siempre, aunque sea en interior, una junta tórica de polipropileno.

La parte del prensaestopas que es solidaria con la carcasa, ha de apretarse hasta el máximo recomendado por el fabricante del mismo, con las adecuadas llaves dinamométricas, a fin de garantizar el par adecuado.

En el interior de los equipos y con objeto de poder manipular con mayor facilidad los conductores, se cortarán los filetes sobrantes repasando y achaflanando las aristas en todo el perímetro, a fin de evitar daños en el aislamiento de los conductores.

Todos los cables múltiples, llevarán collares de identificación fijados permanentemente a ellos, cada 50 metros y en ambos extremos. Los cables individuales estarán etiquetados en sus extremos. En ambos casos estará impreso claramente el Código de Identificación que se indica en la Lista de Cables; estas tarjetas serán rígidas, metálicas y resistentes a la corrosión (no es admisible cinta de aluminio), con los rótulos grabados en bajorrelieve de forma indeleble; la fijación de las tarjetas a los cables se hará con elementos imperdibles e irrompibles, tal como alambre de acero galvanizado.

En las bandejas del tipo escalera, los cables múltiples se dispondrán en un máximo de 2 capas, pudiéndose disponer una capa más si son cables individuales; en ningún caso es admisible que los cables sobresalgan del ala de la bandeja.

Los cables en las bandejas se dispondrán alineados, rectos y sin cruces.

En las uniones deslizantes de bandejas debido a juntas de dilatación en la estructura, la fijación de cables a las bandejas se hará a una distancia aproximada de 800 mm. a ambos lados de la unión. Así mismo, cuando por necesidades tuviera que pasar el tendido de una estructura fija a otra móvil, se dejará una coca en el cable.

Los cables se graparán a las bandejas de modo provisional a medida que vayan siendo tendidos, no admitiéndose tendidos de nuevos cables si en la misma bandeja ya hay tres sin fijar y colocar correctamente; antes de conectar un cable es necesario que éste esté ya grapado.

Para el grapado provisional, se podrán utilizar abrazaderas de poliamida resistentes a rayos UV. Estas abrazaderas deberán ser eliminadas al realizar el grapado definitivo.

Los cables se graparán a las bandejas por capas a medida que vayan siendo tendidos, no admitiéndose el atado por mazos; el grapado definitivo se hará con abrazadera de acero inoxidable 316 con recubrimiento, de anchura mínima 7,9 mm. y resistencia a la tensión de mínimo 1100 Newtons, con bordes redondeados y cabezal de retención por bola (tipo MLTFC\*H de Panduit). Para el grapado de estas abrazaderas es indispensable utilizar la herramienta adecuada para no dejar bordes cortantes. Estas herramientas son suministradas por el mismo fabricante de las abrazaderas.

Las distancias máximas de grapado son:

a) Para tramos horizontales:

- Con bandejas en posición horizontal cada 2.000 mm. en tramos rectos y al comienzo y final de cada curva.
- Con bandeja en posición vertical cada 500 mm. en tramos rectos y cada 300 mm. en tramos curvos.

b) Para tramos verticales, cada 500 mm. En el caso de bandejas del tipo de rejilla recubierta de polímeros, el atado se realizará con correas de PVC, especiales para intemperie en exposición directa al sol, siendo las distancias máximas de grapado:

1) Para tramos horizontales:

- Con bandeja en posición horizontal, cada 2.000 mm.
- Con bandeja en posición vertical, cada 400 mm.

2) Para tramos verticales, cada 400 mm.

Cuando un cable atraviesa una plataforma (metálica o de hormigón), debe protegerse contra los daños mecánicos mediante un manguito de acero galvanizado provisto de boquillas de plástico en ambos extremos.

Los cables en las zanjas se dispondrán rectos, manteniendo la separación indicada en los planos durante todo el recorrido; así mismo, se tenderán con holgura suficiente para evitar tensiones.

Los cables que hayan de tenderse a través de conducciones subterráneas, se manejarán con gran cuidado para evitar que puedan ser dañados, debiendo ser previamente lubricados al objeto de facilitar al máximo su deslizamiento; para cables de diámetro exterior superior a 40 mm. se utilizarán mallas de tracción; los cables durante el tendido no deberán someterse a tensiones de tracción que excedan los límites permitidos por el fabricante del cable. Cualquier deterioro que pudiera ocasionarse a los cables por inobservancia de estas normas, será de total responsabilidad del Contratista, corriendo a su cargo los posibles gastos que se originen.

Cuando se pase de instalación enterrada a aérea y exista la posibilidad de daño para el cable, se dispondrá para su protección un tubo de acero del diámetro adecuado hasta una altura de 2 m.

Las armaduras de todos los cables se pondrán a tierra mediante los prensaestopas correspondientes, excepto en la cabina de llegada a la Sala de Control, en que se conectará a la barra de PAT mediante latiguillos de cobre suministrados por el Contratista.

Las pantallas de los cables mantendrán la continuidad en todo su recorrido, así como su aislamiento respecto a tierra. Será conectado a potencial cero (barra de pantallas) únicamente el extremos de la Sala de Control, excepto en los cables de temperatura, cuando el termo-elemento no esté aislado, en este caso se conectará a tierra únicamente el extremo del termo-elemento.

### **Procesos.**

El Contratista, basándose en los estándares de LA PROPIEDAD aplicables al proyecto, instalará, suministrando los materiales y accesorios necesarios ("bulk material"), todo el tubing, manifolds, válvulas y accesorios que se requieran para completar la instalación de los instrumentos entre los límites de batería que se especifiquen.

Las conexiones de procesos serán realizadas con la flexibilidad necesaria para que permitan los efectos de las dilataciones en tuberías o equipos.

Las conexiones a instrumentos de presión, de caudal y analizadores, han de tener una pendiente mínima del 5%, con el fin de permitir el fácil drenaje y/o venteo de la conexión. Si existieran potes de sello o de condensado, se cuidará de forma especial la nivelación de las tomas.

En las conexiones que se especifiquen roscadas, se ejecutará la rosca adecuadamente, usando cinta teflón como elemento de junta. Cuando las exigencias del proceso lo requieran, se efectuarán además soldaduras de sello. La cinta de teflón para juntas solo se podrá usar en servicios cuya temperatura no exceda de 200°C.

Los recorridos del tubing, si no están representados en los planos, es responsabilidad del Contratista disponer su recorrido con los criterios de optimización económica y estética del montaje y siempre con la aprobación de la supervisión de Obra.

El material del tubing y sus accesorios, será inoxidable, tipo AISI 316, excepto que se indique expresamente otra cosa en la documentación del pedido, siendo el espesor el que se indica en los estándares de LA PROPIEDAD.

El curvado del tubing para formar isométricas, será realizado en frío, con utillajes de forma adecuada a fin de evitar arrugas en el mismo o variaciones en el espesor.

El ángulo mínimo de cambio de dirección es 90°.

Los cortes en el tubing, que serán realizados en frío, deberán estar libres de las rebabas producidas durante el proceso de corte y con ovalización máxima del 1%.

Los empalmes entre accesorios de tuberías con tubing, serán con conectores de presión de swagelock.

Los empalmes entre tubing no son admisibles.



### **Sistema neumático.**

El Contratista, basándose en los estándares de LA PROPIEDAD aplicables al proyecto, instalará, aportando el material y accesorios necesarios, los subcolectores de distribución de aire entre los límites de batería que se especifiquen.

El material de los subcolectores de aire y sus accesorios, será acero al carbono galvanizado en caliente. Las válvulas de purga y de reserva o corte, serán de acero al carbono y latón respectivamente, según se indica en los estándares de LA PROPIEDAD.

Siguiendo el mismo criterio, instalará las líneas de alimentación individuales partiendo de los subcolectores. Estas líneas serán de  $\varnothing \frac{1}{4}$ " de cobre recubierto de PVC negro,

completándose la instalación con válvulas y accesorios según el estándar aplicable de LA PROPIEDAD y que figure en el proyecto.

A lo largo de cada subcolector, dejará intercaladas válvulas (para futuras líneas individuales) que supongan una reserva de alrededor del 25%.

Al realizar el montaje de las líneas de alimentación de aire, el Contratista fijará sobre la válvula de alimentación una etiqueta de identificación, e igualmente en las conexiones respectivas de las tomas de derivación para identificar cada línea.

Los esquemas neumáticos determinan el alcance exacto de cada unidad de instalación.

## 9 ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE DE VÁLVULAS DE CONTROL

### 9.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

En general, se utilizará la denominación "válvula de control" para aquéllas que incorporen un actuador que utilice una fuente de energía externa para la operación. En caso contrario se utilizará el término de "válvula autorreguladora", que según el modo de operar podrían ser autorreguladoras de presión, caudal o temperatura, según como se extraiga la energía del propio proceso a controlar.

Cuando así se indique en las hojas de datos, las válvulas incorporarán determinados accesorios cuya finalidad será complementar su funcionamiento, facilitar la operación y enviar información. En el caso de las válvulas de control, será posible la incorporación de los accesorios siguientes:

- Posicionador.
- Volante manual.
- Válvula solenoide.
- Relé de posición.
- Filtro manorreductor y manómetro.
- Finales de carrera.
- Engrasador.
- Seguridad.

De acuerdo con las exigencias del proceso, podrá establecerse un valor de seguridad para las fugas de producto. Cuando las fugas se refieran al paso de producto en el caso de

válvula cerrada, el diseño de las partes internas asegurará el nivel de estanqueidad que se solicite, de acuerdo con ANSI B-16.

Si se quieren prevenir las fugas de producto hacia el exterior de la válvula, a través de la estopada, se requerirá fuelle de aislamiento, o bien doble estopada con toma intermedia de presión. En cualquier caso, se indicará en la hoja de datos.

Cuando se requiera que, en caso de fallo de la fuente energética del actuador, la válvula vaya a posición segura para el proceso (abierta o cerrada), se determina que el actuador sea neumático de simple efecto. Para la definición del actuador, el suministrador tendrá en cuenta la mínima presión de aire disponible y las condiciones más extremas del proceso.

En el caso de incorporar cualquier tipo de accesorio eléctrico y/o electrónico, se tendrá en cuenta la clasificación del área donde va a ser instalada la válvula, definiéndose en la hoja de datos el tipo de seguridad exigida para dichos accesorios.

- Operación.

Las condiciones de operación normal para las que se debe diseñar la válvula, están indicadas en la hoja de datos correspondiente. No obstante, si se expresan condiciones máximas, la válvula deberá operar con eficiencia en esas circunstancias. En cualquier caso, si no se especifica caudal máximo, éste será considerado 1,4 veces el caudal normal.

La característica de una válvula de control determina, cuando la caída de presión en la válvula es constante, la relación existente entre el caudal y el recorrido del vástago. En consecuencia, determina la sensibilidad de la válvula en cada punto del recorrido.

Fundamentalmente se considerarán las características:

-Lineal (L)

-Isoporcentual (%)

Cuando se trate de una válvula con actuador, cuya única función sea abrir y cerrar el paso de producto, por analogía, su característica será "Todo-Nada" (T/N).

La característica será definida para cada válvula en las hojas de datos, para lo que se seguirán los criterios:

- La variable a controlar es un nivel: (L)
  
- La variable a controlar es una presión: si el fluido es compresible y el sistema es de gran volumen (sistema lento), se indicará característica (L) .En cualquier otro caso (%) .
  
- La variable a controlar es un caudal: Para grandes variaciones de caudal, con caídas de presión en la válvula pequeña, se indicará característica (L). En caso contrario, se indicará (%)

Las fuentes de energía alternativa para alimentar al actuador son: aire comprimido, electricidad o un fluido hidráulico. Normalmente será utilizada la primera, quedando las otras para aplicaciones especiales.

El actuador será diseñado para operar de forma segura con las condiciones más extremas del proceso. Incorporará, salvo en el caso de válvula (T/N) , un posicionador. En el caso más común de actuador tipo diafragma, también llevará posicionador, con el fin de poder actuar con presiones de aire superiores a la señal neumática estándar (0,2 ~ 1 Kg/cm<sup>2</sup>), y dotar a la válvula de mayor velocidad de respuesta.

- Mantenimiento.

El diseño de la válvula de control permitirá la realización de su mantenimiento de forma rápida y eficaz. Se prestará especial atención al diseño de los componentes susceptibles de sufrir desgastes, así como de aquellos elementos de protección, sujeción, etc., que es preciso manipular para acceder a dichos componentes.

El suministrador facilitará las instrucciones de montaje y mantenimiento, indicando qué operaciones deben realizarse deteniendo el proceso. Todas las operaciones de mantenimiento preventivo se podrán realizar sin necesidad de detener el proceso.

Para todas las operaciones de mantenimiento, tanto preventivo como reparaciones, no se requerirán herramientas especiales. En caso de excepción, se suministrará la herramienta necesaria con la válvula.

## 9.2 MATERIALES, CARACTERÍSTICAS Y NORMALIZACIÓN

Los materiales que se determinen para la fabricación de las válvulas de control, atenderán a dos tipos de exigencias fundamentales:

- Las impuestas por el proceso.
- Las impuestas por principios puramente mecánicos.

Cada componente de la válvula de control requiere una atención especial en cuanto a los materiales a emplear en su fabricación.

- Cuerpo.

Es la parte principal de la válvula, que debe resistir las condiciones impuestas por el proceso y sujetar los restantes componentes.

Debe estar construido de un material que satisfaga las condiciones de presión, temperatura y agresividad del proceso. La selección de los materiales vendrá determinada por sus características físicas y/o químicas, de acuerdo con el código ASTM.

Para la mayoría de las aplicaciones como vapor, hidrocarburos, gases, etc., que no superen los 450°C, será utilizado acero al carbono.

Otras aleaciones o aceros inoxidable, serán utilizados en el caso de procesos a alta temperatura, salinos, corrosivos, etc.

En cualquier caso, el fabricante recomendará el material más adecuado a las exigencias del proceso, según se indica en las hojas de datos.

De acuerdo con las aplicaciones y tipos de válvulas, los cuerpos podrán ser bridados o para su instalación entre bridas (tipo wafer).

- Obturador y asiento.

Son los componentes fundamentales para ejercer la principal función de la válvula de control: la regulación del flujo.

Los asientos podrán ser simples o dobles y, junto con el obturador, determinan la característica de la válvula. El acabado superficial y la precisión del acoplamiento de ambos, determinará la "clase" de fugas de la válvula. El material más adecuado para estos componentes viene determinado por la presión, temperatura, corrosión y caída de presión en la válvula. Para la mayoría de las aplicaciones será empleado el acero inoxidable AISI-316, siempre que la pérdida de carga no supere los 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

Si existen partículas abrasivas, habrá que cuidar la selección del material desde 3 Kg/cm<sup>2</sup>. Cuando las probabilidades de erosión o erosión-corrosión sean altas, se empleará la aleación "stellite" para el endurecimiento superficial de estos componentes.

- Estopada.

Es el elemento que determinará el grado de estanqueidad con el exterior. Los materiales a emplear estarán en función de las condiciones del proceso, la velocidad de desplazamiento del vástago y su acabado superficial. Debe ser capaz de soportar el fluido del proceso sin contaminarlo.

- Otros materiales.

Otros componentes de la válvula como tapas, vástago, casquillos, prensaestopas, etc., estarán contruidos con los materiales más adecuados a su función y según los materiales seleccionados para el cuerpo y el conjunto asiento-obturador.

- Accesorios.

En las hojas de datos se indicará, para cada válvula de control, los accesorios que debe incorporar. Normalmente, estos accesorios irán montados sobre el cuerpo de la válvula o el actuador y podrán ser:

a) Posicionador:

Es un dispositivo que determinará el grado de apertura o cierre de la válvula con independencia de las condiciones del proceso y determinados efectos de histéresis o rozamiento en las partes móviles, siendo esa posición dependiente únicamente de la señal de control. Será instalado en todas las válvulas, excepto las que su función o característica sea todo-nada.

b) Volante manual: Es un elemento de gobierno manual que no impedirá el funcionamiento en automático. Estará diseñado para abrir o cerrar la válvula con un esfuerzo razonable.

c) Válvula solenoide: Es un dispositivo con mando eléctrico, cuya función será llevar a la válvula de control a una posición extrema, según los condicionamientos de seguridad. Puede ser de varios tipos (según nº. de vías y bobinas), de acuerdo con el actuador y tipo de válvula de control. Sus características particulares se indicarán en las hojas de datos.

d) Relé de posición: Es un dispositivo neumático que permite, en fallo de aire, mantener la última posición de la válvula durante un tiempo, función de la estanqueidad de las conexiones neumáticas.

e) Filtro manorreductor: Es una pequeña válvula autorreguladora de presión, que permite ajustar la presión de aire de alimentación a la válvula. Lleva incorporado un filtro de aire.

f) Manómetros: Se trata de un conjunto de tres manómetros instalados, normalmente, en el posicionador, con las funciones siguientes:

- Presión de alimentación (Salida del manorreductor).
- Señal de control (Salida del convertidor I/P).
- Señal a válvula (Entrada al actuador).

g) Final de carrera. Son dispositivos eléctricos (interruptores), cuya función es detectar los extremos del recorrido del vástago, con el fin de señalar a distancia la posición de la válvula de control.

h) Engrasador: Consiste en un elemento que permite introducir un lubricante en la estopada que facilite el deslizamiento del vástago. Será indicado cuando la agresividad del fluido pudiera afectar la operación de la válvula.



## 10 ESPECIFICACIÓN PARA CABLES DE INSTRUMENTACIÓN

### 10.1 FAMILIAS DE CABLES

Los cables normalizados, se engloban en 2 clases diferentes:

Clase 1: Cables de extensión de termopares

Clase 5: Cables y multicables para señales y alimentaciones eléctricas a instrumentos.

### 10.2 CONDUCTORES

Los conductores convencionales e hilos de drenaje estarán formados por varios alambres de cobre electrolítico recocido, estructurados de acuerdo con la Norma UNE-21022. En el caso de cables de extensión y compensación de termopares estos serán rígidos (Clase 1), y estarán formados por un solo alambre de sección 1,3 mm<sup>2</sup> (AWG 16). En los cables de extensión tipo K los materiales de los conductores serán de cromel-alumel, tal como se indica en la HD.

La formación de los cables en función de su sección será la siguiente:

Sección del conductor	0,50 mm <sup>2</sup>	0,75 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	2,50 mm <sup>2</sup>
Formación del conductor	7x0,30mm	7x0,37mm	7x0,52mm	7x0,67mm

La "Clase" que, de acuerdo con UNE se requiera, será definida en la HD correspondiente. Cuando se trate de conductores de cobre, sus características físicas, mecánicas y eléctricas, estarán de acuerdo con UNE-20.003 y UNE-21.011.

### 10.3 AISLAMIENTO

El aislamiento de los conductores estará elaborado con materiales termoplásticos, resistentes a la humedad, cuyas características mecánicas y eléctricas sean adecuadas a las exigencias de servicio del cable.

El material tanto de la cubierta externa como de la interna será de PVC, y el espesor del aislamiento será el indicado en la Hoja de Datos correspondiente.

Los colores del aislamiento será el indicado en la Hoja de Datos correspondiente. En general, serán tenidos en cuenta los siguientes factores:

- Constante dieléctrica.
- Resistencia de aislamiento.
- Temperatura de servicio.
- Estabilidad mecánica.
- Comportamiento ante el fuego.
- Resistencia a los agentes químicos.
- Resistencia a la radiación.

#### 10.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

En las HD se expresará el tipo de identificación para cada caso particular, no obstante, en general se tendrá en cuenta:

- a) Cuando se trate de multiconductores, sobre el aislamiento de cada conductor será impreso un número de orden con tinta indeleble que contraste con el color del aislamiento. (Normalmente blanco sobre negro).
- b) Cuando se trate de multipares, multiternas o multicuadretes (en adelante multipaquetes), se marcarán todos los hilos de cada paquete con el mismo número y de la forma indicada en el apartado anterior.

#### 10.5 CONDUCTORES AUXILIARES

Para cada paquete, se trenzarán los conductores para obtener un "paso" máximo que se indica en la HD. Cuando se trata de multiconductores o multipaquetes, se especifica un "paso total" máximo que igualmente se indica en la HD.

#### 10.6 CABLEADO DE LOS CONDUCTORES

Una vez definida la estructura del cable, los conductores sueltos o agrupados en paquetes, serán reunidos en una o varias coronas, según el número de conductores o paquetes que compongan el cable. Con el fin de evitar interferencias entre paquetes, se prestará especial atención al paso de cableado, principalmente cuando no existen pantallas individuales.

Para cada paquete, se trenzarán los conductores para obtener un "paso" máximo que se indica en la HD. Cuando se trata de multiconductores o multipaquetes, se especifica un "paso total" máximo que igualmente se indica en la HD.

#### 10.7 PANTALLAS

En la HD se indicará cuando se requiere esta protección, que según su función podrá ser de los dos tipos siguientes:

- Pantalla individual

Su función es reducir al mínimo la influencia mutua entre paquetes. Normalmente estará constituida por una cinta de aluminio-poliéster y un hilo de cobre estañado de 0,5 mm<sup>2</sup>. de sección (drenaje). La cinta se aplicará al conjunto de conductores-hilo de drenaje de tal manera que los cubra por completo, solapándose y asegurando un continuo contacto del aluminio con el hilo de drenaje. El poliéster asegurará el aislamiento entre pantallas. El hilo de drenaje servirá para la conexión de los extremos.

- Pantalla colectiva

Su función es reducir al mínimo las influencias externas derivadas de campos eléctricos y/o magnéticos. Será aplicada a todo el conjunto, estando constituida de igual manera que la pantalla individual. Se instalará con independencia de si los componentes individuales del multicable cuentan o no con pantalla individual.

#### 10.8 CUBIERTAS INTERMEDIAS Y ARMADURAS

La función de las cubiertas intermedias y armaduras, será proteger al cable contra:

- Tensiones mecánicas.
- Humedad.
- Ataques de agentes químicos.
- Corrosión.

-Interferencias electromagnéticas.

- Cubiertas intermedias de PVC.

Estas cubiertas harán las funciones de relleno y homogeneización de la superficie externa del conjunto cableado, sirviendo al mismo tiempo de asiento a otras cubiertas adicionales o a la armadura. Esta cubierta de PVC será estanca y resistente al aceite mineral e hidrocarburos. El espesor de la cubierta interna será de 1 mm. en cables individuales y en multicables. El color de la cubierta interna será el mismo que tenga la cubierta externa.

- Cubierta adicional de protección contra aromáticos.

Solo cuando se solicite expresamente, se incluirá una capa de protección especial contra determinados agentes químicos, como aromáticos concentrados o alifáticos, sirviendo además como protección antihumedad y pantalla. Será prescrita en el caso de instalación subterránea cuando se tenga constancia de la presencia de estos hidrocarburos en el terreno o grandes posibilidades de su existencia. Esta protección adicional se hará por medio de una capa protectora con cinta de materiales compuestos de aluminio y polietileno (p. ej. la serie Hypron de Nexans). Se debe evitar el uso de funda de plomo como capa protectora contra aromáticos. En caso de utilizarse, el suministrador debe contar con aprobación expresa de LA PROPIEDAD. En este caso, la funda de plomo será aplicada por extrusión, consiguiendo un tubo continuo sin fisuras, e irá recubierta de una capa de PVC para asiento de la armadura. Esta funda tendrá entre 1,3 mm. de espesor en función del diámetro del cable.

- Armadura.

La armadura estará formada por una corona de hilos de acero galvanizado, con una cobertura mínima del 90%, cuyo diámetro será definido en la HD en función del tamaño resultante de la composición del cable. La función principal de la armadura será la de proteger mecánicamente el cable, sirviendo además, para dotarlo de una protección equipotencial de tierra, sin renunciar al efecto pantalla que ofrece.

#### 10.9 CUBIERTAS

La cubierta o parte exterior del cable, reunirá una serie de propiedades que le permitan hacer frente a los efectos adversos derivados de la instalación a la intemperie, en Plantas en las que predominan agentes químicos derivados del petróleo y condiciones ambientales extremas. El material a utilizar para su elaboración será PVC resistente a hidrocarburos no aromáticos, con un buen comportamiento ante la temperatura, humedad y radiación solar. Además, habrá superado la prueba de no propagación de incendio, prevista en la Norma UNE-20432.

#### 10.10 PARÁMETROS ELÉCTRICOS TÍPICOS

Los valores de resistencia de las distintas secciones de cable de cobre serán:

Cable de 0,5 mm<sup>2</sup> : 36 Ω/Km

Cable de 1,5 mm<sup>2</sup> : 12 Ω/Km

Cable de 2,5 mm<sup>2</sup> : 7 Ω/Km

La capacidad de los componentes no excederá de 150 nF/Km La inductancia de los componentes no excederá de 1 mH/Km El ratio L/R de los multicables de seguridad intrínseca se mantendrá inferior a 50μH/Ω.

El grado de aislamiento de cualquier par de conductores y/o pantallas entre si será como mínima de 500 V.

#### 10.11 CABLES RESISTENTES AL FUEGO.

Los cables resistentes al fuego deben estar diseñados para poder transmitir energía eléctrica o señales en las condiciones más extremas que se pueden presentar en un

incendio prolongado, garantizando el servicio hasta las instalaciones de seguridad, por un espacio de tiempo de 90 minutos y con temperaturas de 800 °C.

Los cables resistentes al fuego se especificarán en cada caso particular por la Ingeniería, debiendo ser aprobados por LA PROPIEDAD, la especificación y los suministradores. Se pueden utilizar cables con aislamiento mineral o siliconas.

Como normas de referencia para este tipo de ejecución se usarán la IEC 60.331 y la UNE – EN – 50.200.

Los cables resistentes al fuego basados en aislamientos minerales son bastante frágiles, cortocircuitándose con relativa facilidad si no se respetan los radios de curvatura, lo que debe ser tenido en cuenta.

También debe considerarse que, tras un incendio, estos cables requieren habitualmente ser reemplazados, ya que sus propiedades de resistencia mecánica y aislamiento se degradan. La cubierta exterior debe ser de color naranja.

Arahal, abril de 2013.

Fdo. D. Hermenegildo Rodríguez Galbarro

Ingeniero Industrial.