

B	04-09-2026	Cliente	SEDIMA	C.Pedraza	O.Escorcia
Rev	Fecha	Emitido Para	Elaboró	Revisó	Aprobó

INGENIERÍA DETALLADA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN AUTÓNOMO PARA LA LÍNEA TEMPORAL SAMORÉ: CRUCE “LA CHINA”



ESPECIFICACIONES DE MONTAJE Y PRUEBAS DE INSTRUMENTOS Y ELEMENTOS DE CONTROL (1749-SP-I-442)

CLIENTE:



+57 3507268200



info@sedima.com.co



www.sedima.com.co

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO	3
2. ALCANCE.....	3
3. NORMAS Y ESTÁNDARES APLICABLES	3
4. UNIDADES DE MEDIDA	5
5. IDIOMA.....	5
6. SISTEMA DE NUMERACIÓN DE DOCUMENTOS.....	5
7. FORMATOS	6
8. ARCHIVOS MAGNÉTICOS	6
9. SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA	7
10. CODIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS	7

ESPECIFICACIONES DE MONTAJE Y PRUEBAS DE INSTRUMENTOS Y ELEMENTOS DE CONTROL

1. OBJETO

La presente especificación tiene como objeto, dar a conocer los parámetros de alistamiento, calibración, montaje y pruebas de instrumentos y elementos de control, los cuales deberán ser desarrollados por el constructor de la obra o instalador de acuerdo con:

- La solución de ingeniería detallada entregada por el Cliente
- Las normas, requisitos y lineamientos que se encuentran en esta especificación.
- Las instrucciones de calibración, procedimientos internos del cliente, montaje, pruebas y puesta en funcionamiento dadas por los fabricantes de los instrumentos a montar.
- Otros documentos contractuales y prácticas correctas de construcción y montaje.

2. ALCANCE

En términos generales, los trabajos que deberá ejecutar el constructor de la obra o el Instalador para el montaje de instrumentos y elementos de control incluyen:

- El movimiento, empaque, almacenamiento temporal, manejo y control de inventarios de todos los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos.
- Instalación de los instrumentos relacionados en la Lista de Instrumentos ó identificados en las planimetrías de montaje entregados en la ingeniería, de acuerdo con los típicos de montaje.
- Conexión y tendido de los cables que se requieran de acuerdo con lo indicado en los planos y especificaciones.
- Realización de todas las pruebas necesarias para demostrar la terminación mecánica y eléctrica del montaje.
- Montaje de los tableros de control local de las unidades paquete.
- Identificación y marquillado de todos los cables de acuerdo con los diagramas ó tablas de conexionado.
- Identificación de todos los instrumentos de acuerdo con los TAG indicados por El Cliente.
- Prefabricación y montaje de la soportería para la tubería conduit y tubería de conexión al proceso que requiera la instrumentación.
- La conexión eléctrica a los instrumentos, que incluye entre otras las siguientes labores:

- Conexión de conduit y accesorios desde la salida del conduit enterrado hasta el instrumento, de acuerdo con los típicos de montaje.
- Conexión del cable al instrumento y marquillado.
- Pruebas de aislamiento y continuidad.
- Cuando un instrumento requiere alimentación neumática, el Instalador hará dicha conexión ejecutando entre otras las siguientes labores:
 - Tendido de tubing de material y diámetro especificado en los planos, o el establecido por procedimiento interno del cliente o el fabricante del instrumento.
 - Instalación ángulo portatubing y bandeja portatubing.
 - Conexión con tubing y accesorios del instrumento a proceso.
 - Soplado y limpieza.
 - La rosca de los acoples tales como niples y conectores deberá ser acondicionada con cinta de teflón o su equivalente líquido.
 - Todos los dobleces de los tubing, independiente del ángulo de doblaje serán realizado con la herramienta apropiada doblatubing.
 - Otras indicadas en las especificaciones técnicas y en las instrucciones del fabricante del instrumento.
- El Instalador debe suministrar todo el material necesario para completar la obra (así no hagan parte del suministro de **El Cliente**) pero no limitado a:
 - Materiales de consumo tales como:
 - Pinturas, grasas, soldadura, grafito, lubricantes, y cualquier otro material necesario para la terminación de los trabajos.
 - Tubería para la construcción de niples.
 - Algunos tipos de cables.
 - Material para soportería como tubos, perfilera, ángulos, tornillos, ángulos y tuercas para el tablero e instrumentos de campo, tubería, conduits y bandejas portacables.
 - Marquillas metálicas y/o plásticas tipo Panduit.
 - Material para la soportería de los capilares de los instrumentos.
 - Borneras y conectores eléctricos.
 - Embudos fabricados con lámina de acero para el drenaje de todos los instrumentos de nivel.
 - Números y letras para la identificación de los conductores.
- El control de calidad de los trabajos, de acuerdo con los planos de inspección y pruebas desarrollados por el Instalador y aprobados por **El Cliente**
- El retiro de todos los excedentes de material de trabajo y limpieza general del sitio de obra.

3. NORMAS DOCUMENTOS O CÓDIGOS

Los siguientes códigos y normas serán de estricto cumplimiento en el desarrollo de los trabajos:

- Código Eléctrico Nacional de Colombia
- National Electric Safety Code 1990
- National Electric Code 1996
- API RP 550, 551, 1990
- IEEE C-62-92-2 1989 Neutral/Grounding in Electric Utility System
- AGA ASME Report #6 1986

Los trabajos serán desarrollados conforme se indica en los diseños entregados por **El Cliente**:

- Diagramas de tubería e Instrumentación P&ID.
- Típicos de Instalación de Instrumentos.
- Listados de Materiales por típico.
- Planimetría de Tubería.
- Listados de Instrumentos.

En caso de encontrarse discrepancias o contradicciones en estos documentos, prevalecerá aquel que contenga criterios más conservativos (de mayores factores de seguridad), siempre bajo el conocimiento y aceptación de **El Cliente**.

4. DEBERES Y RESPONSABILIDADES DEL INSTALADOR

Los deberes y responsabilidades indicados en la presente especificación y/o mencionados en las cláusulas pertinentes del correspondiente contrato, son de responsabilidad exclusiva del constructor de la obra o instalador quien los acepta y se compromete a llevarlos a cabo.

- Proteger con medios idóneos aprobados por **El Cliente** los aparatos o equipos de la planta instalados por él, o instalados por otros que puedan sufrir daños durante las labores de montaje.
- Controlar que la ubicación de los instrumentos indicados en las planimetrías sea la mejor. Cualquier eventual cambio tendrá que ser aprobado por **El Cliente**
- Ejecutar todas las pruebas necesarias, para garantizar la terminación mecánica de la obra. Con este propósito, el Instalador suministrará todos los aparatos y equipos necesarios con la debida antelación de manera que la realización de las mencionadas actividades, coincidan con el programa general de trabajo.
- Todos los dispositivos y aparatos necesarios para las pruebas serán suministrados por el Instalador.
- El correcto uso y destinación de todos los materiales suministrados por **El Cliente**

- Todos los soportes para instrumentación serán pintados por el Instalador con pintura anticorrosiva igual a la utilizada para pintar las estructuras metálicas, y pintura de acabado según se especifica para montaje de tubería
- En especial, antes de cortar la cantidad efectiva a instalar, el Instalador deberá efectuar un control teniendo en cuenta que la longitud indicada en la "Lista de Cables" o documentos similares es aproximada.
- Cuando se lo requiera **El Cliente**, el Instalador proporcionará una lista actualizada de los cables ya instalados y la longitud de cable disponible.
- Suministrar, además de cuando sea requerido en los varios documentos contractuales, toda clase de equipos, instrumentos y materiales necesarios para las pruebas de comportamiento y de calidad del trabajo hecho.
- El Instalador no deberá emprender por su cuenta ninguna modificación que sea contraria a los documentos contractuales y será responsable ante **El Cliente** de los resultados de dicha acción.

Cualquier adición o modificación deberá ser previamente aprobada por **El Cliente**

- Además de la correcta ejecución de las instalaciones, **El Cliente** aprobará los materiales a emplear de suministro del Instalador. Para este efecto el Instalador, con debida anticipación, deberá presentar muestra de todos los materiales a emplear, antes de comprarlos. Materiales comprados sin aprobación de **El Cliente** serán a riesgo del Instalador.

5. MANEJO Y CONTROL DE MATERIALES

Se entiende en esta sección como materiales todos los instrumentos y elementos de control, tuberías, accesorios, tornillos, empaques, válvulas de todo tipo, etc., suministrados por **El Cliente** o por el Instalador, necesarios para la ejecución de los trabajos objeto de este contrato.

Cada instrumento deberá tener en todo momento la numeración que le corresponda. Durante la etapa de fabricación ésta deberá ser legible e imborrable. El constructor de la obra o Instalador contarán con un sistema que permita cuando se lo requiera, disponer de la siguiente información:

- Total de material retirado del almacén e imputado a cada instalación.
- Total del material recibido y del existente en almacén en ese momento.
- Listado del material faltante.
- Total de instrumentos enviados a campo para instalación, indicando su número identificación.
- Fecha de salida del almacén y número del remito.
- Certificado mensual instrumentos instalados.

El movimiento de materiales a cargo del Instalador incluye las siguientes actividades:

- El eslingue de materiales y/o piezas y/o guacales.
- El suministro de los medios de transporte.

- El cargue, descargue y transporte desde las bodegas o sitios indicados por **El Cliente** hasta los sitios de montaje.
- El suministro de medios de transporte adicionales para que los materiales lleguen al sitio de montaje.
- Puesta del material en el sitio según las instrucciones indicadas por **El Cliente**.

Los camiones donde se carguen los instrumentos deberán tener altura suficiente para alojar en forma segura los materiales a transportar. Cada carga de materiales deberá ir acompañada del remito respectivo donde se deberá indicar como mínimo:

- Descripción de la carga
- Inventario completo de los materiales transportados
- Peso total
- Nombre de la empresa de transporte.
- Nombre del transportador con su número de documento.
- Número de chasis y número de placa.

6. CONDICIONES GENERALES DE MONTAJE

Los instrumentos deberán instalarse de tal manera que permita al operador realizar las medidas y ajustes de rutina sin necesidad de herramientas, equipos o vestidos especiales, andamios o escaleras portátiles o temporales.

La instalación de los instrumentos deberá realizarse de tal manera que permita el mantenimiento de éstos según los procedimientos internos del cliente y las buenas prácticas recomendadas por el fabricante.

Los instrumentos que requieren mantenimiento sin ser removidos deberán ser localizados de tal forma que permita al técnico realizar tal servicio en el sitio. Los instrumentos que requieren removerse para su mantenimiento deberán ser localizados de tal manera que no se necesiten medidas extraordinarias para removerlos. Se deberán instalar escaleras o plataformas permanentes si existen necesidades especiales para tener acceso al equipo para su mantenimiento. No se deberán instalar instrumentos donde no haya accesibilidad desde el piso o una plataforma o una escalera permanente.

Se deberán instalar todos los elementos necesarios para realizar de una forma segura la despresurización, drenaje, venteo y aislamiento eléctrico. La instalación deberá ser diseñada para que no sea necesario soldar o cortar para remover o reinstalar el instrumento o instalar partes nuevas diferentes a los empaques o sellos como parte del mantenimiento de rutina.

No se deberán montar instrumentos o gabinetes en sitios que interfieran el paso del personal en las pasarelas, escaleras o donde impidan la operación o el mantenimiento de otros instrumentos, gabinetes, u otros equipos. Igualmente, la instalación no deberá interferir con otros dispositivos,

barandas, elementos estructurales, tubería, tanques, conduits, bandejas, aislamiento, pisos, escaleras, o paredes.

Los gabinetes deberán localizarse e instalarse con suficiente espaciamiento para que permita abrir sus puertas al menos 90°.

No se deberán instalar instrumentos electrónicos cerca de fuentes de interferencia eléctrica, magnética o electrónica las cuales puedan llegar a impedir su correcto funcionamiento; tales fuentes incluyen gabinetes corta circuitos, motores, transformadores, cables de potencia, antenas transmisoras de radio o microondas.

No se deberán instalar instrumentos o gabinetes en sitios con condiciones ambientales que excedan las condiciones para las cuales fueron diseñados. Estos elementos deben ser a prueba de polvo, agua, o resistentes a la corrosión donde se requiera y tener el rango apropiado según la clasificación de área.

Todos los instrumentos como indicadores o manómetros deberán ser localizados de tal manera que permitan al operador verlos sin necesidad de posiciones especiales o el uso de escaleras portátiles. Los gabinetes que tengan información de alarmas o estados importantes deberán localizarse de tal forma que puedan ser vistos inmediatamente desde la entrada principal del cuarto o área donde se encuentren.

Los instrumentos deberán localizarse tan cercanos como sea posible al sensor o al equipo que controla. Las longitudes de las líneas que conducen la señal de proceso, conduits eléctricos, y bandejas portables deberán minimizarse por medio de una localización optimizada de los instrumentos a menos que no puedan cumplirse los requisitos anteriores.

Los instrumentos que puedan agruparse para usar un soporte, una línea de señal, o cabezal o conduit común deberán ser instalados de esa manera.

7. CONEXIONES DE TUBING, TUBERÍA Y ELECTRICAS

Será responsabilidad del Instalador el diseño detallado de las conexiones de tubing, tubería y eléctricas necesarias para una correcta instalación, siguiendo en lo posible los típicos de instalación de instrumentos entregados por **El Cliente** y los requisitos mínimos que a continuación se mencionan.

- Las tomas de tubería para señales de proceso serán en 3/4" roscadas (NPT) o para soldar "Socket Weld" cédula 80 como mínimo. Se deberá utilizar cédula 160 para el montaje directo de instrumentos sobre la línea de proceso, a menos que el servicio requiera conexión soldada.
- Los tubing que conducen señales con longitudes mayores a 2 metros deberán ser soportados.
- En las líneas que conducen señales de proceso que están sujetas a taponamiento debido a solidificación del fluido de proceso, corrosión, o acumulación de mugre de la tubería deberán instalarse "tes" con tapón en la salida de la válvula de aislamiento de tal manera que pueda quitarse el tapón y limpiar la tubería con una sonda. Se pueden usar válvulas de instrumentación siempre que permitan introducir una sonda para limpieza del tubo.
- Dos o más instrumentos pueden ser conectados a una misma válvula de aislamiento únicamente si tales instrumentos son operativamente dependientes entre sí.

- Para servicios tales como paradas Automáticas por Emergencia, cada instrumento deberá tener su toma a proceso y su válvula de corte independiente.
- En aquellos instrumentos que por su localización, no permitan ver la válvula de aislamiento o quede fuera del alcance del operador, deberá instalarse otra válvula de aislamiento en las proximidades de dicho instrumento.
- Las líneas que conducen señal deberán tener una inclinación con una pendiente mínima de 1 en 15 bajando hacia el instrumento para servicios en líquidos y subiendo hacia el instrumento para servicios en gases o vapores no condensables.
- Las válvulas de drenaje o venteo para las líneas de señal de proceso a alta presión deberán tener el tubing o la tubería conectada para dirigir el fluido a un dispositivo o sitio seguro o a un venteo o drenaje de proceso. Las líneas de venteo deberán subir y las de drenaje bajar hacia el sifón o línea de drenajes conservando la pendiente mínima de 1 en 15.
- El sitio de los venteos de las líneas que conducen señal, venteos de analizadores, drenajes de toma-muestras y en general instalaciones de inyección o tomas de muestras, no deberá presentar peligro al personal o al equipo.
- Las conexiones eléctricas y el cableado asociado deberá marcarse con el número del cable y conexión asignado en las listas de cables y diagramas de conexión, usando mangas termoencogibles ya sea como protector transparente o como elemento sobre el cual se imprime la identificación. Cada conductor deberá marcarse en cada uno de sus extremos; igualmente para los cables multiconductores. Deberán aislarse todas las partes expuestas de los blindajes donde se haya removido la chaqueta externa.
- Cada vez que se abra un cable multipar o multitriada, cada uno de los pares o triadas deberá aislarse separadamente y proteger el par y su blindaje ó drenaje.
- Para cada uno de los instrumentos que tienen cables terminales deberá instalarse una conduleta con un conjunto de borneras fijada a ésta. Los cables del instrumento deberán rotularse y conectarse a un lado de la bornera. Al otro lado de la bornera se conectará y rotulará el cable que llevará la señal. Los blindajes de estos cables no se conectarán y deberán aislarse. Se deberá incluir suficiente número de borneras para acomodar cada par de conductores.
- Todos los instrumentos que no están montados directamente sobre la línea de proceso, tanque, panel u otro equipo deberán tener soportes independientes. El instrumento y su correspondiente línea de conexión, tubing o conduits, deberá estar soportado de tal manera que al remover o al desconectar cualquier componente principal no resulte en carga excesiva sobre las conexiones de los elementos restantes.
- Ningún instrumento deberá estar soportado por las líneas de señal. Se deberá proveer el soporte adecuado a cada instrumento. Se usarán los soportes típicos donde aplique.
- La base de apoyo de los instrumentos deberá soldarse o atornillarse a un soporte construido con tubo o acero estructural donde sea práctico. Ningún miembro del soporte deberá soldarse a la tubería de proceso, tanque o equipo. Si algún equipo tiene las platinas para montar instrumentos, entonces el soporte deberá asegurarse con tornillos.
- Los soportes para instrumentos deberán diseñarse para soportar el peso del instrumento y sus líneas asociadas, múltiples, y sus accesorios sin que vibren o se doblen. Ningún soporte será

instalado sujetado a un pasamanos; sin embargo, en caso de que un soporte necesite un refuerzo, éste podrá asegurarse al poste vertical del pasamanos con una mordaza atornillada. La elevación normal de un instrumento deberá estar entre 135 cm. y 175 cm. sobre el piso o plataforma.

- Los soportes para instrumentos que tienen tubos capilares largos deberán tener placa de metal con perforaciones soldadas al tubo de apoyo para asegurar el exceso de longitud del tubo capilar enrollado. Para proteger el capilar en su bajante, se debe soldar un perfil de hierro en ángulo o canal al tubo de apoyo. Igualmente se deberán soldar los perfiles necesarios para soportar accesorios o válvulas múltiples que no se encuentran montadas directamente sobre el instrumento. El tubo del soporte deberá tener sus extremos tapados. Todos los bordes extremos con filos deberán ser redondeados y quedar suaves.
- Los venteos y drenajes de las válvulas solenoides deberán ser dirigidos a un sitio seguro para evitar peligros al personal o equipo. Si es necesario, deberá instalarse un tramo de tubing con su accesorio en la salida de la válvula.

8. MONTAJE DE INSTRUMENTOS

ELEMENTOS DE PRESIÓN

- Los manómetros deberán instalarse con el mínimo de accesorios y tan cerca de la toma de proceso como sea posible.
- Se deberán incluir conexiones de drenaje y venteo con sus respectivas válvulas y tapones para todas las líneas de señal excepto para aire y nitrógeno.
- Las conexiones y accesorios en tubería para instrumentos en servicios de alta presión deberán ser soldadas. Las conexiones de venteo y drenaje deberán llevarse a lugares seguros usando el mismo tipo de tubería o tubing y accesorios que los usados en la línea de señal primaria. No deberán usarse tapones o tapas al final de los tubos que conducen el venteo y drenaje. Si es necesario, al final de las líneas de venteo y drenaje largas deberá instalarse una segunda válvula sin tapón. El diseño de los soportes de las líneas de drenaje en aplicaciones con alta presión, deberá tener en cuenta el efecto de reacción debido a la alta velocidad de descarga.
- Cuando un instrumento de presión esté localizado lejos de la válvula de aislamiento primaria de tal forma que ésta quede fuera del alcance del operador desde la misma plataforma de donde se acceda al instrumento, entonces se deberá instalar una segunda válvula de aislamiento en la tubería cerca al instrumento.
- Los tubos capilares de los sellos de diafragma remotos deberán soportarse en bandejas. El exceso de capilar deberá enrollarse. Se soldará al pedestal del soporte una platina de metal, cuadrada de 12" de lado, con huecos para asegurar el exceso de capilar enrollado. Los sellos de diafragma y capilares asociados no deberán pasar cerca de fuentes de calor o vibración excesiva.
- Los ajustes de calibración de los instrumentos deberán ser accesibles sin necesidad de quitar o mover ningún soporte u otro dispositivo. No deberá obstruirse la tapa de los terminales, cubierta, o cualquier elemento removible utilizado para el mantenimiento local del instrumento.
- Los manómetros deberán orientarse para que la carátula sea fácilmente visible al operador.

- Normalmente, los manómetros deberán conectarse directamente a la válvula de aislamiento de la tubería de proceso, la cual deberá tener un extremo roscado y tomas laterales para sangrado. Las tomas sin conexión deberán tener tapones. En montajes verticales el manómetro deberá instalarse en la toma del extremo de la válvula de aislamiento instalada en tubería horizontal. En tubería vertical, el manómetro deberá instalarse en la toma lateral superior de la válvula montada horizontalmente. Si no es posible la conexión directa a la válvula de aislamiento debido a interferencias con tuberías u otros equipos, entonces deberán usarse los accesorios necesarios para localizar el manómetro en una posición apropiada.

TRANSMISORES

- Los transmisores remotos deberán localizarse tan cerca como sea posible del elemento primario siempre y cuando satisfagan los requerimientos de visibilidad y accesibilidad para el mantenimiento. Los transmisores no deberán localizarse donde haya excesivo calor, vibración o interferencia eléctrica que puedan afectar su adecuado funcionamiento. Mientras sea posible, los transmisores deberán agruparse usando soportes comunes.
- Los transmisores remotos que tengan indicadores deberán orientarse de forma que puedan ser fácilmente leídos por el operador.
- Los transmisores deberán instalarse con las líneas de señal horizontales. Se deberá seguir un diseño adecuado para dar la pendiente correcta de acuerdo con el tipo de fluido medido. Las líneas de señal deberán orientarse hacia abajo en aplicaciones donde es crítico que el transmisor sea autodrenante.
- Las conexiones eléctricas y neumáticas de los transmisores no deberá obstruirse con tubería, líneas de señal, o soportes que impidan la desconexión y reconexión necesarias para realizar el mantenimiento.

TABLEROS DE INSTRUMENTOS / TABLEROS CONCENTRADORES DE SEÑALES

- Los gabinetes de los tableros deberán instalarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los gabinetes no deberán localizarse cerca de fuentes de ruido eléctrico o equipos de radiocomunicaciones. Los gabinetes deberán localizarse con suficiente separación que permita la apertura de las puertas 90° o más.
- Los gabinetes deberán tener entradas separadas para los cables de instrumentos y los de potencia. Estos cables deberán instalarse dentro del gabinete lo más separadamente posible y siempre se conducirán por bandejas separadas.
- Los cables de comunicaciones deberán instalarse en tubería conduit o en bandejas con separador y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Todas las derivaciones o tomas deberán localizarse en sitios accesibles o en cajas de empalme con borneras. Las canales de comunicaciones redundantes deberán canalizarse por rutas diferentes.
- Todos los gabinetes deberán tener sistema de puesta a tierra.

- En los gabinetes que tienen entrada de cables por la parte superior no deberán instalarse conduits u otros equipos que interfieran con el paso del cable.
- Los multicables se colocarán paralelamente el uno del otro en los ductos o bandejas y se marcarán claramente. Cuando sea necesario por razones de espacio, los cables se pueden colocar en más capas; en el caso de que se adopte esta solución, debe ser posible inspeccionar y reconocer los cables instalados en las capas inferiores.
- La instalación de los cables de instrumentos en el mismo ducto ocupado por los cables de potencia no será permitida.
- Donde quiera que se empleen conductores flexibles, las conexiones eléctricas a los sistemas de temperatura y alarmas y/o las borneras se llevarán a cabo por medio de terminales, asas o agarraderas BURNDY pre-aisladas (o su equivalente).
- El Instalador marcará los conductores eléctricos con marquillas apropiadas que él mismo suministrará.
- Los cables apantallados llevarán la pantalla a tierra en un solo extremo preferiblemente en el cuarto de control. (Se exceptúan los cables coaxiales)
- En la instalación de cables debe respetarse la máxima tensión de hálamiento y los mínimos radios de curvatura recomendados por el fabricante.
- Los tableros de equipo mecánico paquetizado separados del equipo principal, deberán instalarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Los instrumentos de equipo mecánico paquetizado que son enviados separadamente para ensamble final en campo deberán instalarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- Los gabinetes requeridos como interfase local con el operador deberán instalarse cerca al equipo controlado. Deberán ser apropiados para la clasificación eléctrica de área del sitio donde se instalen.
- Se deberá dejar como mínimo 1.2 mts de espacio enfrente de los gabinetes que tengan controles y avisos orientados al operador.
- Los tableros y gabinetes de instrumentos deberán protegerse del polvo y humedad durante el período de almacenamiento antes de su instalación.
- Los tableros y gabinetes deberán levantarse únicamente de las orejas o soportes previstos para ello, y moverse sobre ruedas o rodillos apoyados en miembros estructurales. No deberá ejercerse fuerza alguna sobre las paredes, puertas o caras del tablero o gabinete.
- Todos los dispositivos internos deberán protegerse de virutas abrasivas producidas al perforar o pulir; las superficies pintadas y las caras de los instrumentos deberán protegerse de ralladuras u otros daños.

MONTAJE DE VÁLVULAS ESDV

- Las válvulas con actuador ESDV deberán instalarse de acuerdo con la dirección del flujo impresa o fundida en el cuerpo de la válvula, consistente con el flujo mostrado en los P&IDs.

- La tubería conectada a la válvula deberá ser autosoportada de forma que la válvula pueda desmontarse sin necesidad de soportes de tubería temporales.
- Las válvulas que requieran acceso de los dispositivos internos por la parte inferior, deberán instalarse de forma que quede suficiente espacio debajo del cuerpo de la válvula para permitir el desensamble de éstos con la válvula en su sitio.
- Las válvulas deberán instalarse con el actuador vertical y arriba del cuerpo de la válvula salvo casos aprobados en forma escrita por **El Cliente**
- Deberá dejarse suficiente espacio alrededor de la válvula para retirar el actuador sin desmontar tubería, soportes u otros equipos.
- Los indicadores de posición de la válvula, los rótulos del actuador y de la válvula y demás dispositivos deberán ser visibles al operador estando en la plataforma, piso o escalón.
- Los interruptores de la válvula, volantes y otros dispositivos manualmente accionados deberán ser fácilmente accesibles al operador desde el nivel del piso o sobre una plataforma local permanente.
- Los reguladores pilotados, restricciones y otros dispositivos deberán instalarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las indicadas en esta especificación. Tales dispositivos deberán ser removibles sin requerir desarmar las líneas de señal ni el aislamiento o purga de la línea de proceso. Deberán incluirse válvulas de venteo y drenaje para este propósito
- Todos los tornillos de ajuste y válvulas manuales deberán ser fácilmente accesibles al operador.

9. CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS DE CAMPO

El constructor de la obra o Instalador desarrollará y presentará para aprobación de **El Cliente**, un completo plan de control de calidad y un plan de pruebas de campo, en los cuales describirá detalladamente los procedimientos, equipos, frecuencias de inspección y sistemas de control que llevará a cabo en las verificaciones visuales, pruebas hidrostáticas, calibración de instrumentos, pruebas de funcionamiento, puesta en servicio y activación de la instrumentación. El Instalador identificará tanto las variables a controlar como los equipos de medición y/o calibración y mantendrá tales equipos a disposición de sus inspectores y del personal de **El Cliente**.

- Todos los instrumentos y los aparatos de regulación y control montados en obra por el Instalador o por el fabricante sobre unidades paquete, se deben probar y calibrar antes de la recepción final.
- Las pruebas de calibración serán efectuadas a cargo del Instalador, por parte de su personal y con sus propios equipos. **El Cliente** se reserva el derecho de presenciar todas las pruebas de todos los sistemas de control, por lo que se deberá advertir por escrito por lo menos con una semana de anticipación respecto a la fecha prevista para la prueba.

En las pruebas podrán estar presentes representantes del fabricante de los elementos o equipos instalados.

- **El Cliente** se reserva el derecho de establecer la secuencia en que las partes de instalación se someterán a las pruebas, en función de su propio programa de arranque de planta y de acuerdo con los procedimientos aprobados al Instalador.
- Para la realización de las pruebas, el Instalador deberá acordar con **El Cliente** la cantidad y la calificación del personal que se aplicará y la fecha de disponibilidad de los aparatos y del personal en la obra.
- Antes de comenzar las pruebas y calibración en los sistemas de instrumentación o en partes de éstos, se deberá proceder a una minuciosa verificación a fin de constatar el estado de completamiento de la instalación y su correspondencia con los planos y las instrucciones de **El Cliente**.

APARATOS E INSTRUMENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS

- El Instalador deberá disponer de todos los aparatos y de todos los instrumentos necesarios para la realización de pruebas de ensayo.
- Dichos aparatos deberán ser suministrados por el Instalador y estarán debidamente certificados por la autoridad competente, en lo referido a su precisión y correcta operabilidad.
- El Instalador deberá poner a disposición cualquier otro instrumento que resulte necesario para las pruebas que son objeto del contrato de construcción.

PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA

En los párrafos siguientes se listan las inspecciones, pruebas y ensayos que se deben realizar para determinar la funcionalidad de la instrumentación.

Las pruebas y los ensayos en los instrumentos de campo y de tablero se realizarán en una secuencia de tres fases:

- I Fase: Control de las Instalación
- II Fase: Control y prueba de calibración
- III Fase: Activación de los instrumentos

El Instalador deberá acordar con **El Cliente** un programa detallado de las 3 fases en el respecto de los procedimientos de arranque. Las operaciones correspondientes a la primera y segunda fase se incluirán en las actividades de completamiento mecánico: Las operaciones de la tercera fase, en cambio, deben ser consideradas como actividades de "Precommissioning".

ACTIVIDADES DE LA 1A. FASE (CONTROL DE LA INSTALACIÓN)

En esta fase, el Instalador deberá realizar la prueba hidráulica ó neumática para verificar la ausencia de escapes en las conexiones al proceso. Durante la prueba, los instrumentos deberán quedar oportunamente aislados mediante válvulas de bloqueo.

Al mismo tiempo se deberá dejar registro en una lista de chequeo de que se realizaron las inspecciones visuales para comprobar entre otros que:

- El instrumento apropiado esté en la posición correcta.
- Las conexiones mecánicas y eléctricas estén de acuerdo con lo previsto por el Proyecto.
- Drenajes, descargas, y válvulas de aislamiento estén correctamente instaladas.
- Todos los transmisores hayan sido montados de acuerdo con las especificaciones.
- Las válvulas de bloqueo y "By-Pass" estén instaladas de acuerdo con la Ingeniería de Detalle.
- Las conexiones con el proceso sean correctas por lo que se refiere a pendiente y aislamiento.
- Los posicionadores estén correctamente conectados con el vástago de la válvula de control.
- Las conexiones con el proceso estén de acuerdo con los listados de materiales por lo que se refiere al tubo o tubing, los racores y las válvulas.
- Las cajas de unión estén cableadas adecuadamente y estén instaladas en la posición planimétrica prevista.
- Ductos de Conduit sellados donde se requiera
- Durante esta fase, el Instalador es responsable de suministrar mano de obra adecuada, en cuanto a número y calificación, que asistirá al personal que realiza las pruebas, a fin de que se corrijan y/o reparen eventuales carencias o errores de montaje dentro y no más allá de los tiempos programados.

Durante esta primera fase, el Instalador deberá además realizar las siguientes pruebas y completar las siguientes actividades:

- Control de la continuidad de los cables de señalización de la instalación a la sala de control.
- Identificación de todos los cables de acuerdo con las especificaciones y los esquemas de cableado.
- Control de la resistencia de aislamiento en los cables de señalización.
- Deberá comprobarse una resistencia mínima de 2 mega - ohm entre los conductores, y entre éstos y la tierra.
- Los resultados de las pruebas mencionadas se registrarán en los formularios suministrados por el Instalador y aprobados por **El Cliente**. (Protocolos).

- El Instalador tendrá cuidado de desconectar totalmente los cables antes de hacer la prueba de aislamiento.

ACTIVIDADES DE LA 2A. FASE (CONTROLES DE CALIBRACIÓN)

Los controles y las pruebas correspondientes a esta segunda fase tienen por objeto comprobar que el Fabricante ha hecho las calibraciones correctamente y detectar eventuales daños que hayan ocurrido durante el transporte y/o almacenamiento de los instrumentos:

El Instalador, en esta fase, deberá también constatar que:

- Los rangos y características estén correctos y de acuerdo con las especificaciones.
- Todos los instrumentos (controladores, transmisores, etc.) estén de acuerdo con las especificaciones del suministro.
- El Instalador tomará nota e informará a **El Cliente** de toda desviación respecto de las especificaciones así como las eventuales irregularidades comprobadas durante la ejecución de las calibraciones.
- El Instalador realizará las reparaciones y correcciones necesarias. En caso que resulte necesaria la sustitución de partes o componentes, el Instalador acordará con **El Cliente** las modalidades de empleo de las piezas de repuesto disponibles.
- Las actividades de calibración podrán realizarse ya sea antes o después de la instalación de los instrumentos. Este aspecto se acordará en la Obra, entre **El Cliente** y el Instalador.
- En caso que las actividades de calibración comiencen con los instrumentos ya instalados, el Instalador se hará cargo de retirar los instrumentos de la instalación, y volver a instalarlos una vez que se haya hecho la calibración.

Después de la inspección inicial de cada instrumento referente a su identificación y correspondencia con las hojas de datos y sin daños aparentes, se procederá a la verificación de su funcionalidad.

Cada instrumento deberá calibrarse o verificar su calibración en el banco de pruebas en el sitio de la obra.

Mientras sea posible, los instrumentos deberán probarse usando aire, nitrógeno, mezcla de agua y glicol, u otro fluido estándar fácilmente disponible que semeje lo más cercano el fluido de proceso.

Los instrumentos neumáticos deberán probarse usando aire o nitrógeno regulado ajustado a las presiones previstas en el diseño. Se deberán utilizar manómetros de precisión para confirmar las señales de entrada y salida.

Se deberá proveer una fuente de potencia (DC o AC) que suministre los niveles de diseño de los instrumentos con transmisores electrónicos. Se deberá usar un calibrador digital de precisión para confirmar las señales de salida.

Los calibradores de precisión digitales o análogos deberán usarse para simular señales de los transductores.

- Los seguros mecánicos y topes que se utilizaron para el transporte y se quitaron para pruebas deberán reinstalarse si hay transporte posterior.
- Los tableros y gabinetes de instrumentos deberán verificarse en forma visual únicamente.
- Se deberán hacer pruebas en los instrumentos suministrados separados del equipo paquetizado.
- Los instrumentos montados permanentemente en el patín del equipo paquetizado deberán inspeccionarse en forma visual.
- Los instrumentos montados en el patín del equipo paquetizado pero que se desmontaron para su transporte al sitio de la construcción deberán probarse excepto en los casos que el suministrador del paquete expresamente indique que se afecta la garantía.
- La tubería y tubing de suministro de aire deberá presurizarse con aire a la presión de diseño para verificar fugas y luego despresurizarlo para realizar la conexión final de los instrumentos neumáticos.
- El tubing que lleva señales neumáticas (3-15 psig) deberá presurizarse con aire a 20 psig para verificar fugas excepto el tubing para servicios a presiones mayores el cual deberá probarse a la presión de diseño.
- Deberá verificarse que no haya rutas inadecuadas o puntos de interferencia de la instalación de la tubería y el tubing.
- Todas las conexiones eléctricas en los instrumentos y gabinetes de instrumentos deberán inspeccionarse teniendo en cuenta que estén correctos los siguientes puntos:
 - a. Identificación del cable y sus conductores
 - b. Terminales en cada conductor
 - c. Blindajes terminados en alambre o cable
 - d. Aislamiento del cable de drenaje de los blindajes
 - e. Conexiones apretadas
- Todos los circuitos de alimentación eléctrica deberán verificarse para confirmar que los voltajes son correctos y que las fuentes fueron conectadas.
- Deberá verificarse que no haya rutas inadecuadas o puntos de interferencia innecesarios en la instalación de las bandejas de cables, conduits, y cables
- Todos los materiales y equipos de **El Cliente** recibidos en las instalaciones de fabricación o ensamblaje de los paquetizadores y otros materiales suministrados por otros proveedores que hacen parte permanente de un equipo paquetizado deberán recibir las mismas pruebas preliminares indicadas en las secciones anteriores, donde aplique.
- Las calibraciones deberán realizarse usando el equipo de prueba listado en el presente procedimiento. Todos los instrumentos deberán calibrarse dentro de la tolerancia indicada por el fabricante del equipo. Todas las calibraciones, sin excepción, deberán ser atestiguadas por un representante de **El Cliente**. Se deberá emitir el registro formal para todas las calibraciones en formatos previamente aprobados. Se deberá colocar una marca o rótulo que identifique los instrumentos que han sido satisfactoriamente calibrados como forma de prevenir que los ajustes

realizados al instrumento sean modificados por personal no autorizado. Los proveedores deberán suministrar técnicos calificados para calibrar en campo todos los componentes suministrados por ellos en forma equivalente a la realizada en la fábrica o sitio de ensamblaje.

- Deberá suministrarse el equipo de prueba, certificado recientemente (no superior a un año) por una autoridad reconocida por **El Cliente** y disponible para la calibración de instrumentos. Todo el equipo de prueba deberá estar operativo y tener la certificación correspondiente.

INSTRUMENTOS DE PRESIÓN

– TRANSMISORES DE PRESIÓN

Verificar que el número de identificación del instrumento coincida con el de la hoja de datos.

Usando el probador de peso muerto o el calibrador neumático, según el rango a medir, aplique una presión igual al 0, 25, 50, 75, 100% del rango en forma ascendente y descendente. Verificar que la salida de corriente del transmisor es correcta para los cinco puntos.

Ajuste y repita cuantas veces sea necesario para lograr la tolerancia requerida.

Cuando se alcancen las tolerancias indicadas por el fabricante marque el transmisor con la fecha y certificado de calibración y devuélvalo al sitio inicial.

– MANÓMETROS O INDICADORES DE PRESIÓN

Verificar que el número de identificación del instrumento coincida con el de la hoja de datos.

En principio se calibrarán todos los manómetros, pero si la cantidad de indicadores que requirieron ajustes es baja entonces podrá reducirse el porcentaje de manómetros a calibrar. Todos los manómetros adyacentes o juntos a transmisores ciegos con servicio de parada automática por emergencia de cualquier dispositivo deberán calibrarse.

Conectar el probador de peso muerto a la entrada del manómetro y aplicar presión igual al 0, 25 50, 75, 100% de rango del indicador en forma ascendente y descendente. Verificar que las lecturas están dentro de la tolerancia ofrecida por el fabricante; en caso contrario, ajustar y repetir cuantas veces sea necesario. Registrar las lecturas.

Cuando se alcancen las tolerancias indicadas por el fabricante marcar el indicador con la fecha y certificado de calibración y devolverlo al sitio inicial.

– OTROS INSTRUMENTOS

Los instrumentos que no se encuentren relacionados anteriormente se deberán calibrar siguiendo las instrucciones del fabricante.

ACTIVIDADES DE LA 3A. FASE (PUESTA EN SERVICIO Y ACTIVACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN)

Para esta fase, el Instalador suministrará el personal para realizar los controles funcionales de la instrumentación, y con ese fin deberá contar en la instalación con energía eléctrica.

En esta fase, las actividades de la primera y segunda fases deben estar casi completas (estado de avance al 90-95%).

Las actividades de prueba y ensayo correspondiente a la puesta en servicio de la instrumentación se pueden subdividir en dos tipos fundamentales:

- a) Actividades de preparación.
- b) Pruebas de secuencia de los lazos de control.

- **ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN**

Antes de proceder a la ejecución de los controles en secuencia de los lazos de control, el Instalador deberá realizar las siguientes operaciones:

Retiro de los eventuales retenes de todos los instrumentos, incluso los instalados por terceros (por ejemplo rotámetros)

Control de la orientación correcta de los niveles de vidrio y su eventual corrección.

Energización de los circuitos de alimentación eléctricos y control del nivel de tensión.

Control y ajuste del cero de los transmisores y ajuste de la señal de salida.

Control de continuidad eléctrica y aislamiento.

- **PRUEBAS EN SECUENCIA DE LOS LAZOS DE CONTROL**

Tras haber completado las actividades descritas en el anterior párrafo, el Instalador procederá al control en secuencia de la continuidad en cada uno de los lazos de control, introduciendo una señal simulada del transmisor al receptor y desde este último al elemento final de control. Al mismo tiempo, se pondrán en condiciones de funcionamiento todos los componentes auxiliares de la cadena principal (alarmas, interbloqueo, etc.).

En cada sistema de emergencia o bloqueo, se realizarán comprobaciones en secuencia individuales. La señal de salida del elemento primario (transmisor o interruptor) se obtendrá simulando la variable de proceso directamente en las conexiones de proceso del elemento primario.

Una vez accionado el elemento primario, se realizará un control simultáneo de todos los componentes del sistema en los diversos centros de control (estaciones, cuartos de control y tableros locales)

- FORMULARIOS (PROTOCOLOS) PARA PRUEBAS Y ENSAYOS

Independientemente de la presencia o no de los representantes de **El Cliente**, el Instalador deberá registrar todos los resultados de las pruebas en los formularios (protocolos) previamente desarrollados por el Instalador y Aprobados por **El Cliente**.

10. CONTROL DE CAMBIOS.

REVISIÓN	FECHA	EMITIDO PARA
Rev A.	14/08/2026	Revisión interna
Rev B.	04/09/2026	Revisión cliente