

S17A202
CODELCO PRI - PROYECTO RAJO
INCA SALVADOR
 Estado de Todos

ESTADO DE REVISIÓN DE DOCUMENTO

1. Sin observaciones
 2. Con observaciones
 3. El documento requiere mayor desarrollo
 4. No revisado por CODELCO

Las observaciones indicadas son un aporte a la globalidad, en ningún caso se libera con estas, la responsabilidad de la calidad del diseño recomendado

Por	Firma	Fecha
		02-03-2018



ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO

4501751517-0000-ESPAT-00001

Handwritten initials: A-B

			<i>[Signature]</i> J. VALENZUELA / R. SWANECK	<i>[Signature]</i> C. RICKENBERG	<i>[Signature]</i> C. GÓMEZ	
P	22/02/18	SIGUIENTE FASE	J. VALENZUELA / R. SWANECK	C. RICKENBERG	C. GÓMEZ	
B	09/02/18	REVISIÓN DE CODELCO VP	J. VALENZUELA / R. SWANECK	R. VERGARA	C. GÓMEZ	
A	06/02/18	COORDINACIÓN INTERNA	J. VALENZUELA / R. SWANECK	C. RICKENBERG	C. GÓMEZ	
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	POR	REVISADO POR	APROBADO POR	APROBADO POR
			JRI INGENIERIA			CODELCO
			P251-ESP-00000-AT-001			Pág. 1 de 13
			4501751517-00000-ESPAT-00001			REV. P

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		2 de 13

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ALCANCE	4
3. OBJETIVOS	4
4. ANTECEDENTES	4
4.1 DESARROLLADOS POR CODELCO	4
4.2 DESARROLLADOS POR JRI	4
5. MODIFICACIONES A LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CORPORATIVA	5
5.1 GENERAL	5
5.2 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO SUMINISTRADA CON EQUIPOS MAYORES.....	6
5.3 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	9
6. ANEXO	13

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		3 de 13

1. INTRODUCCIÓN

La Vicepresidencia de Proyectos de Codelco (en adelante VP CODELCO) está desarrollando el proyecto de tipo estructural consistente en dar continuidad operativa a largo plazo para la División Salvador (DSAL), mediante el cambio del método de explotación minero desde subterráneo a rajo abierto, manteniendo el funcionamiento de la planta concentradora existente (con ajustes menores), remozando la planta hidrometalúrgica (LIX-SX-EW), y exportando los productos convencionales (concentrados y cátodos) por el Puerto de Barquitos, debidamente rehabilitado. Este proyecto estructural ha sido denominado Proyecto Rajo Inca (PRI).

La VP CODELCO pretende definir el complejo mina-planta a un ritmo cercano a 37 KTPD por un período de casi 50 años, para ello ha realizado diversos estudios previos (con múltiples consultores) y actualmente ha adjudicado el estudio de Factibilidad (EF) del PRI a JRI Ingeniería S.A., con el objetivo de realizar un análisis de carácter integral (mina / planta / infraestructura) para un ritmo de tratamiento entre 32 y 40 KTPD.

Cabe destacar que el PRI se caracteriza por ser un proyecto que incluye una mezcla de operaciones unitarias de tipo greenfield (mina), con múltiples operaciones de tipo brownfield (concentrador/planta de óxidos/puerto/tranque/infraestructura).

El rajo propiamente tal es una obra de minería mayor, de gran inversión y alto costo operacional, que debe ser adecuadamente optimizado para hacer rentable el PRI.

La planta concentradora DSAL tiene alrededor de 57 años de vida operacional, presentando una expansión de 24 a 32 KTPD en la década de los 80 y diversos cambios de equipos de flotación e instrumentación y control en forma posterior. Algunas de las instalaciones del Puerto Barquito tienen cerca de 90 años, la Planta de Óxidos tiene alrededor de 30 años de vida, el tranque Pampa Austral ya lleva acumulado relaves por más de 25 años, la infraestructura de aguas tiene cerca de 90 años, y la infraestructura eléctrica tiene vida útil entre 40 y 90 años. Vale decir, todas las operaciones unitarias son antiguas.

La situación anterior obliga a considerar en el EF un completo diagnóstico de las instalaciones existentes para determinar si tienen capacidad de resistir otros 50 años sin riesgos mayores de obsolescencia y/o riesgo de incumplimiento de planes operacionales.

Un aspecto relevante del proyecto radica en lograr una correcta y confiable planificación de actividades de ingeniería, adquisiciones, pre-stripping, construcciones mineras, adecuaciones en plantas e infraestructura, de modo de iniciar la operación de Rajo Inca en forma armónica con el cese de las operaciones de minería subterránea y con la mantención de la planta hidrometalúrgica.

También deberá considerarse un modelo de gestión que asegure una operación futura rentable, incluso para los bajos precios del cobre proyectados en los próximos años, que tenga una sustentabilidad adecuada (plan de permisos ambientales y sectoriales) y que el resultado del esquema global de operación minero-metalúrgico sea óptimo.

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		4 de 13

2. ALCANCE

Este documento establece la Adenda al documento corporativo N° SGP-02AUT-ESPTC-00003, “Especificación Instrumentación de Terreno”, desarrollado por la VP CODELCO, con vigencia desde agosto de 2017.

Se considera dentro de este documento, todas las definiciones, normas, procedimientos y restricciones abordados en el Documento Corporativo N° SGP-02AUT-ESPTC-00003, “Especificación Instrumentación de Terreno”, desarrollado por la VP CODELCO, con vigencia desde agosto de 2017, excepto en aquellos casos en que el presente documento de Adenda, elaborado por JRI, específicamente sustituya y/o modifique requerimientos y/o definiciones, las que en conjunto con las anteriormente señaladas establecen los requerimientos y definiciones del Proyecto Rajo Inca en su Fase de Factibilidad.

3. OBJETIVOS

El objetivo del documento es identificar las modificaciones necesarias a realizar a la especificación técnica asociada a la instrumentación de terreno, de modo que se ajusten a las características de los instrumentos (sensores, detectores, transmisores) que serán implementados en el PRI.

4. ANTECEDENTES

4.1 DESARROLLADOS POR CODELCO

- SGP-02AUT-ESPTC-00003 Especificación Instrumentación de Terreno

4.2 DESARROLLADOS POR JRI

- 4501751517-00000-CRTE-00002 Adenda Criterio de Diseño Estructural – Sísmico
- 4501751517-00000-ESPME-00001 Especificación Técnica Condiciones del Sitio

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		5 de 13

5. MODIFICACIONES A LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CORPORATIVA

5.1 GENERAL

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
6.1 Normas de Organismos Internacionales	<p>Agregar:</p> <p>NRC Nuclear Regulation Commission ATEX Atmosphères Explosives BASEEFA British Approvals Service for Electrical Equipment in Flammable Atmospheres</p> <p>Eliminar:</p> <p>FF Foundation Fieldbus</p>
6.3 Norma Chilena y Entidades Públicas	<p>Agregar:</p> <p>DS N° 132 Modificaciones al Reglamento de Seguridad Minera CCHEN Comisión Chilena de Energía Nuclear</p> <p>Modificar:</p> <p>DS N° 72, se cambia “Decreto Supremo de 1986...” por “Decreto Supremo de 1985...”</p>

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		6 de 13

5.2 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO SUMINISTRADA CON EQUIPOS MAYORES

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
3.1.1 Alcance del Suministro	Eliminar Foundation Fieldbus, DeviceNet. El PRI no considera el uso de estos buses de campo

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		7 de 13

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
8.1.2.1 Requerimientos Electrónicos	<p>Modificar:</p> <p>Se reemplaza: "...en el documento Condiciones del Sitio – Site Conditions", por "en los documentos 4501751517-00000-ESPME-00001 Especificación Técnica Condiciones del Sitio y 4501751517-00000-CRTE-00002 Adenda Criterio de Diseño Estructural – Sísmico".</p> <p>Se reemplaza: "...salida de señales según puntos d) y e)." por " salidas tipo 4-20 mA @24 Vdc + HART para señales analógicas y 120 Vac 50 Hz (contacto seco) para señales discretas".</p> <p>Se elimina: "1. Instrumentación digital inteligente, mediante Bus de Campo Foundation Fieldbus (FF). Con características de Interoperabilidad, Información integrada como diagnóstico, configuración y calibración remota, calidad de la medición, aplicación de lazos de control en los dispositivos de terreno." El PRI no contará con instrumentación inteligente.</p> <p>Se reemplaza: "...de campo, como Profibus PA y/o Devicenet..." por "...de campo, como Profibus DP..."</p> <p>Se agrega: El grado de protección será definido según los criterios de acuerdo a norma Nema 250. En caso que el proyecto defina el uso de la norma IEC 60529, deberá especificarse la equivalencia según las recomendaciones incluidas en la publicación Nema "A Brief Comparison of NEMA 250 and IEC 60529".</p> <p>Se reemplaza: "...se debe privilegiar el diseño de seguridad intrínseca." por "...se debe privilegiar el diseño de seguridad intrínseca. Los instrumentos que se instalen en interior y en áreas clasificadas según NEC (Clase I y II), serán NEMA 7 o 9, a definir específicamente según las condiciones particulares."</p> <p>Se reemplaza: "...de – 5 °C a 70 °C." por "...de -10 °C a 70 °C. En caso que el dispositivo este localizado en área expuesta a temperaturas inferiores a - 10°C, éste deberá ser alojado en interior de caja térmica con un calefactor con termostato En caso que el equipamiento quede expuesto a formación de hielo exterior, deberá tener grado de protección Nema 3R".</p> <p>Se reemplaza: "No se aceptarán instrumentos de medición y/o interruptores cuyo principio de funcionamiento se base en detección de radiaciones de isotopos radiactivos (Ejemplo; Cesio, Cobalto, etc.)" por "Se privilegiara el uso de instrumentos de medición y/o interruptores cuyo principio de funcionamiento NO se base en detección de radiaciones de isotopos radiactivos (Ejemplo; Cesio, Cobalto, etc.)".</p> <p>Se agrega: Deberá considerarse factor de derrateo por altura. Será responsabilidad del fabricante de los equipos e instrumentos, la aplicación de los factores de derrateo por altura correspondientes en sus diseños, lo cual deberá ser indicado en la especificación técnica y hoja de datos correspondiente a cada equipo.</p>

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		8 de 13

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
8.1.2.2 Requerimientos Eléctricos, Mecánicos y Cañerías	<p>Reemplazar:</p> <p>“...tendrán una conexión de ½” NPT para el conector eléctrico”, por “tendrán una conexión de ½” NPT o ¾” NPT para el conector eléctrico”.</p> <p>“...con bridas (flanged), face to face”, por “con bridas (flanged), flat face”.</p>
8.1.4 Suministro de Energía Eléctrica y Puesta a Tierra	<p>Modificar:</p> <p>Se elimina: “La Tensión de Operación de los dispositivos FF es 9 – 32 Vcc. Los 9 Vcc se refieren al mínimo, es altamente recomendable que se mantenga un margen de por lo menos 1 Vcc, es decir un mínimo de 10 Vcc”. El PRI no cuenta con instrumentación inteligente tipo FF.</p> <p>Se reemplaza: “...desde tableros de distribución fuerza instrumentos (TDFI), ubicados en las Salas Eléctricas.” por “...desde tableros de distribución fuerza instrumentos (TDFI), ubicados en las Salas Eléctricas o en terreno.”</p>
8.1.6 Calibración y Pruebas de los Instrumentos	<p>Eliminar: “Para la instrumentación bajo tecnología Foundation Fieldbus (FF), se probará la comunicación del segmento, troncal, ramal; las capacidades y funcionalidades de los dispositivos, tales como: bloques de función, diagnóstico, sintonía y ajustes soportados. Todas estas pruebas serán realizadas en el Sistema de Control suministrado por el proveedor o caso contrario desde el Sistema de Control Central.”. El PRI no cuenta con instrumentación inteligente tipo FF.</p>
8.1.7.1 Instalación	<p>Reemplazar:</p> <p>“...deben instalarse de modo de tener fácil acceso.” por “deben instalarse de modo de tener fácil acceso, siendo instalados en líneas y equipos de proceso en la ubicación más apropiada para la función específica a desarrollar.”</p> <p>“La ubicación de los transmisores se debe indicar en los planos de disposición de instrumentos y de canalización.” por “La ubicación de los transmisores e indicadores locales se debe mostrar en los planos de disposición de instrumentos y de canalización, debiendo ser situados en las cercanías del punto de medida, para facilitar tanto la lectura a los operadores como las tareas de calibración o configuración.”</p>
8.1.7.2 Tipos de Cables	<p>Modificar:</p> <p>1. Se elimina la sección. El PRI no contará con tecnología de bus de campo FF.</p> <p>2. Se reemplaza: “Para aplicaciones al interior mina subterránea, los cables deben ser libre de halógenos y retardantes a la llama. El caso de zona clasificada de riesgo en interior mina, los cables deben ser resistentes al fuego según norma IEC 60-331.” por “En general, los cables deben ser libre de halógenos y retardantes a la llama. El caso de zona clasificada de riesgo, los cables deben ser resistentes al fuego según norma IEC 60-331.”</p> <p>3. Se agrega: Todos los conductores de alimentación se diseñarán con un 20 % de holgura adicional con respecto a la potencia requerida por el proyecto</p>
8.1.7.4 Marcas y Conexiónado	<p>Incorporar: Las marcas de los conductores serán del tipo termo-contraíble.</p>

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		9 de 13

5.3 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
8.2.2.1 Ubicación y Condiciones Ambientales	<p>Modificar:</p> <p>Se reemplaza: “Especificación de Condiciones del Lugar, especificadas en el documento: Informe de definición de condiciones ambientales por áreas, emitido por el proyecto” por “documentos 4501751517-00000-ESPME-00001 Especificación Técnica Condiciones del Sitio y 4501751517-00000-CRTEs-00002 Adenda Criterio de Diseño Estructural – Sísmico”.</p> <p>Se complementa: El grado de protección será definido según los criterios de acuerdo a norma Nema 250. En caso que el proyecto defina el uso de la norma IEC 60529, deberá especificarse la equivalencia según las recomendaciones incluidas en la publicación Nema “<i>A Brief Comparison of NEMA 250 and IEC 60529</i>”.</p> <p>Se complementa: Los instrumentos que se instalen en interior y en áreas clasificadas según NEC (Clase I y II), serán NEMA 7 o 9, a definir específicamente según las condiciones particulares.</p> <p>Se complementa: En caso que el dispositivo este localizado en área expuesta a temperaturas inferiores a -10°C, éste deberá ser alojado en interior de caja térmica con un calefactor con termostato En caso que el equipamiento quede expuesto a formación de hielo exterior, deberá tener grado de protección Nema 3R”.</p>

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		10 de 13

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
8.2.3.1 Aspectos Generales	<p>Modificar:</p> <p>Se elimina: Foundation Fieldbus, Devicenet.</p> <p>Se reemplaza: "...el estándar ANSI RF." por "...el estándar ANSI RF, excepto en flujómetros (electromagnéticos / coriolis) y sellos diafragma, en cuyo caso se podrá usar flange FF según requerimiento."</p> <p>Se agrega: En lo posible, todos los transmisores que sean suministrados para un mismo proyecto, deberán ser intercambiables y operar para todos los sensores de medición de esta misma variable.</p> <p>Se agrega: El fabricante de cada instrumento deberá entregar las correspondientes instrucciones de instalación y montaje. Los transmisores, cuando sean requeridos deberán tener un visor digital local y un teclado de configuración, para ajustes de parámetros en terreno.</p> <p>Se agrega: Para el caso que el sensor y transmisor se monten separados, el proveedor deberá suministrar los cables de interconexión con un largo mínimo de 15 m.</p> <p>Se agrega: El principio de medición será el más adecuado y depende de las condiciones particulares de la variable a medir</p> <p>Se agrega: Los componentes electrónicos deberán contar como mínimo, con ajustes independientes de "cero" y "span", filtros de ruido y sistema supresor de ondulaciones ajustable (<i>Damping</i>). Además, todos los instrumentos deberán contar con capacidades de autodiagnóstico.</p> <p>Se agrega: EL proveedor deberá suministrar el <i>software</i> para la calibración HART y el software para simulación del sensor (revisión de transmisión).</p> <p>Se agrega: Los instrumentos de inmersión deberán ser suministrados con accesorios adecuados para realizar su retiro, sin detener la operación del proceso.</p> <p>Se agrega: Cada sensor y transmisor deberá traer una placa de acero inoxidable 316 con la inscripción en ella del Tag Number del instrumento. Todos los instrumentos deberán poseer su placa de identificación única en acero inoxidable (TAG). En casos cuando el sensor y el transmisor se encuentren separados, cada uno deberá contar con su propia placa de identificación.</p>
8.2.3.1 Aspectos Generales	<p>Se agrega: Los instrumentos que superen el peso que es capaz de cargar una persona, deben contar con las facilidades para ser levantados por medio de grúas, para su ubicación en el lugar de instalación. Estos pesos, según modificación a la "ley del saco" (Ley 20949) corresponden a: Hombre adulto: 25 kg; Mujer adulta: 20 kg; Menores de 18 años: 20 kg</p>

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		11 de 13

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
8.2.3.2 Requerimientos de instrumentos y equipos con Foundation Fieldbus	Se elimina la sección. El PRI no cuenta con instrumentación de terreno inteligente con tecnología FF.
8.2.3.3 Medidores de Nivel	<p>Incorporar:</p> <p>El rango del sensor de nivel deberá corresponder a lo menos a 1,3 veces el span de nivel a ser medido. El indicador deberá tener la capacidad de configurarse para la unidad de medida solicitada en la hoja de datos del instrumento requerido. El rango de operación del medidor de nivel deberá ser fácilmente cambiado sin remover el medidor del proceso.</p> <p>La resolución del instrumento debe ser de acuerdo al tipo de instrumento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0,05 % del rango programado para instrumentos de tipo Corta distancia. • 0,1 % del rango programado para instrumentos de tipo Larga distancia. <p>La exactitud del transmisor debe ser de 0,25 % del rango programado para todo tipo de instrumentos.</p>
8.2.3.4 Transmisores de Presión	<p>Incorporar:</p> <p>Estarán calculados para operar normalmente en el rango 30-70 % de plena escala.</p> <p>Poseerán protección de sobrepresión con factor de seguridad de 1,3 a 1,5 veces la máxima presión especificada en las hojas de datos.</p>
8.2.3.5 Válvulas de Control Regulatorio y Corte Abrir/Cerrar (On/Off)	Se eliminan las definiciones referentes a <i>Foundation Fieldbus</i> . El PRI no dispone de esta tecnología.
8.2.3.6 Medidores de Flujo Volumétrico	<p>Incorporar:</p> <p>Los sensores de flujo tipo electromagnéticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deberán estar diseñados con electrónica moderna, con capacidades de protección de línea vacía (<i>Empty Pipe Protection</i>). • Se preferirá sensores separados de los transmisores, con compensación de temperatura y con una precisión mínima de 0,5 % a plena escala. • Deberán ser compensados electromagnéticamente para permitir una medición precisa en flujos de proceso con contenido de magnetita <p>Los sensores de flujo tipo sonar podrán ser empleados para la medición de caudal volumétrico en pulpas, solo cuando la velocidad de sea mayor a 0.9m/s.</p>

ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		12 de 13

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
8.2.3.7 Manómetros	<p>Incorporar:</p> <p>Estarán calculados para operar normalmente en el rango 30-70 % de plena escala.</p> <p>Poseerán protección de sobrepresión con factor de seguridad de 1,3 a 1,5 veces la máxima presión especificada en las hojas de datos.</p>
8.2.3.14 Medición en base a fuentes radioactivas	<p>Incorporar:</p> <p>La fuente radiactiva deberá incluir interruptor de límite de estado de compuerta (shutter), el que deberá ser alambrado hasta el sistema de control con el objeto de implementar alarma de puerta abierta de la fuente en la estación de operación.</p> <p>Linealización automática por variaciones de diámetro de la tubería.</p> <p>Los instrumentos de medición de densidad deberán considerar soportaciones de montaje para las fuentes radioactivas y los detectores, de manera tal que estas unidades puedan ser instaladas en puntos que experimenten altas vibraciones</p> <p>La circuitería del transmisor deberá ser inmune a la saturación cuando la variable de medición se encuentre fuera del rango de calibración del instrumento.</p> <p>En lo referente al transporte, almacenamiento, instalación y operación de equipos nucleares (radiactivos), el proveedor se deberá remitir a lo impuesto por la Ley N° 18.302 (Ley de Seguridad Nuclear) en todos sus párrafos y artículos, y a lo indicado por la CCHEN.</p>
8.2.3.15. Medidores de Flujo Másico, sección c)	<p>Se agrega: La medición de peso mediante polines gravimétricos solo podrá ser realizada en correas transportadoras con accionamiento de velocidad fija.</p>
8.2.6.1 Pintura y Terminaciones	<p>Se agrega: El tipo de pintura, será según el estándar del Fabricante, el que previamente será dado a conocer al Mandante para su aprobación.</p>

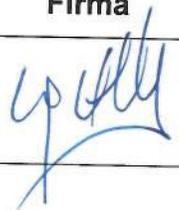
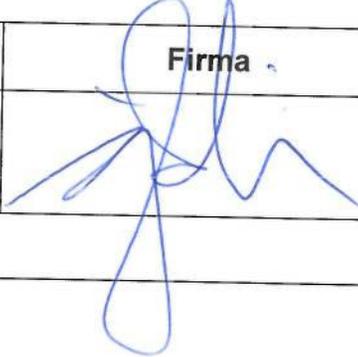
ADENDA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	4501751517-00000-ESPAT-00001	Página
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD		13 de 13

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
8.2.6.4 Preparación para Embarque	<p>Incorporar:</p> <p>Los bultos e instrumentos deberán estar provistos de accesorios adecuados que permitan su levante para facilitar su manipulación, transporte y las restricciones de espacio.</p> <p>Los instrumentos serán embalados en forma individual, aunque estos sean enviados en un mismo contenedor. Las unidades que se despachen desarmadas deben venir marcadas para permitir un fácil rearmado, embaladas adecuadamente para protegerlas de daños durante el transporte o almacenamiento, con marcas para su identificación, las que deberán concordar con el TAG asignado en las Hojas de Datos para cada instrumento. Esta identificación deberá resistir las condiciones ambientales a las que pueda ser sometido el embalaje durante su transporte y manipulación en bodega. Los repuestos se embalarán en cajas separadas debidamente identificados.</p> <p>Se deben adjuntar las instrucciones para el desembalaje, inspección e instalación en cada cajón o contenedor. Elementos o herramientas especiales para el montaje, componentes pequeños frágiles, piezas sueltas, deben ser embaladas separadamente con su identificación e instrucciones incluidas.</p> <p>Los embalajes de madera utilizados en el comercio internacional se encuentran regulados internacionalmente por la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias N° 15 (NIMF N° 15) del 28 de abril de 2009 y a nivel nacional por el Reglamento Especifico NIMF N°15.</p>

6. ANEXO

Se adjunta al documento la Especificación Instrumentación de Terreno SGP-02AUT-ESPTC-00003 de la VP CODELCO.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 1 de 60</p>

VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS			
<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;"> <p>SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p> </td> </tr> </table>			<p>SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>
<p>SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>			
Desarrollado por:	Firma	Área	
Hernán Parra Navarro	HPN	Dirección de Ingeniería Infraestructura-Planta	
Validado por:	Firma	Área	
Carlos Droguett Morales		Dirección de Ingeniería Infraestructura-Planta	
Aprobado por:	Cargo	Firma	
Gustavo Soto Loyola	Gerente		

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 2 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ÍNDICE

1.	REVISIONES	3
2.	OBJETIVO.....	3
3.	ALCANCE Y APLICACIÓN	3
3.1	INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO SUMINISTRADA CON EQUIPOS MAYORES ...	4
3.2	INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	5
4.	DEFINICIONES	5
5.	RESPONSABILIDADES.....	11
6.	REFERENCIAS	13
6.1	Normas de Organismos Internacionales.....	13
6.2	Normas y Estándares Codelco.....	13
6.3	Norma Chilena y Entidades Públicas	14
7.	DIAGRAMAS.....	16
8.	DESCRIPCIÓN	17
8.1	INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO SUMINISTRADA CON EQUIPOS MAYORES .	17
8.2	INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	31
9.	ARCHIVO DE REGISTROS.....	59
10.	ANEXOS.....	60
10.1	ANEXO 1: Unidades de Medidas	60

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 3 de 60</p>

1. REVISIONES

REVISIÓN	TIPO DE CAMBIO	FECHA
2	<p>Este documento fusiona los siguientes documentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> SGP-GI-AT-ESP-002 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO SUMINISTRADA CON EQUIPOS MAYORES SGP-GI-AT-ESP-003 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO 	31/08/2017
1	SGP-GI-AT-ESP-003	30/09/2011
0	SGP-GI-AT-ESP-002 SGP-GI-AT-ESP-003	30/10/2010

2. OBJETIVO

La presente especificación técnica se emite en cumplimiento del mandato de la Vicepresidencia de Proyectos de Codelco – Chile de elaborar un conjunto de documentos técnicos que, organizados de una manera sistemática y accesible, constituyan un marco de referencia general para la ejecución de los diseños de ingeniería de los proyectos que la Vicepresidencia de Proyectos (VP) desarrolle.

Esta especificación se sustenta en tres bases. La primera son las normas técnicas que regulan las condiciones de diseño y uso de los equipos y materiales eléctricos y de instrumentación, la segunda son las instalaciones existentes en las distintas divisiones de la Corporación, y la tercera es la amplia experiencia y lecciones aprendidas dentro de la Corporación en la selección, compra, uso y mantenimiento de equipos y materiales eléctricos y de instrumentación.

Esta especificación es general y debe entenderse como un estándar mínimo, en consideración a que no puede ser exhaustiva debido a la gran cantidad de combinaciones de requerimientos, especificidades y detalles que se pueden presentar en los distintos proyectos y a la gran variedad de condiciones ambientales y disposición del terreno de cada una de las divisiones de la Corporación, desde Chuquicamata en la segunda región hasta Sewell en la sexta. Por lo tanto, en caso de requerirse, la presente especificación puede ser ampliada en cada Proyecto, por medio de un documento complementario (Adenda), que agregue y precise los detalles y aspectos que sean necesarios.

3. ALCANCE Y APLICACIÓN

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 4 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.1 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO SUMINISTRADA CON EQUIPOS MAYORES

3.1.1 ALCANCE DEL SUMINISTRO

El proveedor del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario debe suministrar toda la Instrumentación de Terreno de acuerdo a lo establecido en esta especificación y en la especificación propia del Equipo, desarrollada por la disciplina Mecánica. Generalmente esto incluye:

- Instrumentación que está directamente asociada al Equipo.
- Instrumentación que está conectada al Proceso, ya sea: tuberías, chutes, correas, estanques, etc., suministrados por el proveedor
- Instrumentos conectados a cajas de conexiones cuando el suministro viene con o sin Sistema de Control.
- Instrumentación y Elementos de Control, no relacionados directamente con el Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario pero que sean necesarios para una operación segura, apropiada y eficiente del mismo.

El proveedor debe entregar la información completa y detallada sobre la operación de los instrumentos suministrados con el Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario, a través de diagramas de interconexiones, diagramas lógicos y diagramas elementales de control, manuales de instrumentos en el cual se muestre la secuencia de operación y los enclavamientos requeridos para la operación segura del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario. Además, se debe complementar esta información mediante una descripción detallada de la Lógica de Control.

Actualmente existen múltiples tecnologías disponibles para la transmisión de datos, entre otras se encuentran:

- Tecnología Convencional: Señales Analógicas, 4-20 mA + HART.
- Señales Digitales: HART, Foundation FieldBus, DeviceNet, ProfiBus, Ethernet, en varios formatos, etc.
- Señales Inalámbricas (Wireless), tales como: Wi-Fi (IEEE802.11b, IEEE 802.11g), WiMax (IEEE 802.16), Bluetooth, 3G, etc.

3.1.2 Exclusiones

Los siguientes suministros y trabajos no son parte del alcance del proveedor.

- Alimentación Eléctrica Externa.
- Tendido cables de comunicación y fibra óptica de la RISC, Borde y Backbone.
- Unidades Ininterrumpibles de Poder (UPS)
- Alambrado y Conexión de señales digitales (bus de campo) y/o análogas de terreno y alimentación eléctrica a equipos

La aplicación del punto anterior dependerá de las características del contrato establecido con el proveedor del Equipo Mecánico Mayor. Sí dentro del alcance se incluyen las obras de

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 5 de 60</p>

construcción y montaje, como por ejemplo contrato tipo EPC entonces las exclusiones en a) deberán ser revisadas.

3.2 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO

3.2.1 ALCANCE Y APLICACIÓN

Esta especificación define y establece los requerimientos de materiales y de diseño, necesarios para fabricar y suministrar los instrumentos de terreno.

Esta especificación se debe usar en el desarrollo de las Ingenierías Conceptual, Básicas y de Detalles, de los proyectos de la VP.

Este documento es una especificación general y debe ser complementada con lo indicado en las Hojas de Datos de Instrumentos y la Especificación Técnica de Condiciones del Lugar.

4. DEFINICIONES

CONCEPTOS	DEFINICIÓN
Alta Disponibilidad	Se define como la configuración de equipos, enlaces y aplicaciones respaldadas bajo un esquema lógico, físico o ambos, de manera que el servicio se mantenga con un UPTIME del 100% durante todo el tiempo del horizonte de planificación.
Bus (Buses de campo)	Camino para las señales eléctricas que permiten el intercambio de datos entre los componentes de un computador o sistemas (Ej. sistema de control).
Buzón	Lugar para la descarga de mineral, en general presenta la forma de embudo, permitiendo grandes flujos de entrada y una salida continua.
CAMERA RESOLUTION (Resolución de la cámara de televisión)	Expresada en píxeles, indica la calidad de la imagen de vídeo.
Confiabilidad (Reliability)	Es la probabilidad de que el sistema o componente realice la función para la que se ha destinado adecuadamente durante el período de tiempo especificado y bajo las condiciones de operación especificadas, que suele medirse como el MTBF (Tiempo medio entre fallos).
Configuración	Programación realizada en el lenguaje disponible en el sistema de control, de la lógica de control del proceso, tanto digital como regulatorio, y creación de la interface humano máquina (HMI).

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 6 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CONCEPTOS	DEFINICIÓN
DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol, Protocolo Configuración Dinámica de Anfitrión)	Protocolo de red de tipo cliente/servidor que permite asignar direcciones IP a los equipos de la red IP.
Diagrama de Bloques Funcionales (FBD, Function Block Diagram)	Representación gráfica de los algoritmos utilizados para crear y gestionar los lazos del proceso, conforme con IEC 1131-3.
ENCRYPTION (Encriptación)	Arreglo del tren de pulsos de una señal previamente codificada digitalmente, de manera sistemática para impedir el reconocimiento de la información hasta que sea restablecida con la clave de codificación correspondiente. Esta técnica es empleada en sistemas de seguridad que transmiten información en canales de comunicación públicos, para prevenir accesos no autorizados a la información enviada. Puede ser usado con voz, vídeo o datos.
Facilidades	Las facilidades son funcionalidades de los sistemas que le permiten realizar las tareas, actividades, protocolos para un objetivo específico.
Fallas	Degradación del comportamiento funcional de un componente, equipo o sistema dejando de cumplir con los objetivos para los cuales fueron diseñados y que afectan el rendimiento económico, la calidad y las utilidades o ganancias.
Foundation Fieldbus	El estándar de la ISA/IEC Foundation Fieldbus es un sistema de comunicación que se utiliza para dispositivos de medida y control instalados en terreno.
FTP (File Transfer Protocol)	Protocolo de aplicación IP para transferencia de archivos en la modalidad Cliente servidor.
Fuente de poder	Es un elemento que transforma potencia alterna en potencia continua. Generalmente energiza y carga una batería.
FULL DUPLEX	La capacidad a través del mismo medio para la transmisión y recepción simultánea de datos en ambas direcciones.
Hot Swap	Facilidad que tienen los equipos para sacar e insertar módulos sin afectar el funcionamiento global del equipo.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 7 de 60</p>

CONCEPTOS	DEFINICIÓN
HTTP (HyperText Transfer Protocol)	Protocolo diseñado para transferir lo que llamamos hipertextos, páginas web o páginas HTML (HyperText Markup Language): textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de música.
Interconexión	Son las condiciones físicas y/o lógicas de las interfaces de conexión mediante las cuales los sistemas o redes distintas pueden intercambiar datos y puedan interfuncionar.
Interfaz Humano Máquina (HMI)	Conjunto de pantallas gráficas de visualización que le permite a un operador interactuar y controlar un proceso.
Interfuncionamiento	Son facilidades que permiten a los sistemas/redes distintos comunicarse y establecer una actividad o función común.
IP (Internet Protocol o Protocolo Internet)	Protocolo del nivel 3 (red) que contiene información de dirección y de control para enrutar paquetes en la conexión de extremo a extremo.
IP/MPLS (Internet Protocol/MultiProtocol Label switching)	Mecanismo de enrutamiento flexible basado en la asignación de etiquetas a paquetes en conexiones de extremo a extremo dentro de un dominio autónomo.
IPV6	Versión 6 del protocolo Internet (Internet Protocol), un estándar en desarrollo del nivel de red, encargado de dirigir y encaminar los paquetes a través de una red.
Módulo (Module)	Conjunto de componentes interconectados que forman un dispositivo identificable, un instrumento o una parte de un equipo. Un módulo puede desconectarse, retirarse como una unidad o reemplazarse como un repuesto. Tiene características de funcionamiento definibles que le permiten que pueda probarse como una unidad.
Multicast	Servicio de red en el cual un único flujo de datos, proveniente de una determinada fuente, puede ser enviada simultáneamente a un grupo de usuarios predeterminados.
Number Tag	Una colección de atributos que se refieren bien sea a un lazo de control, una variable de proceso, una entrada medida, un valor calculado o cualquier combinación de los anteriores así como a todos los algoritmos de control y de salida asociados a éstos. Cada tag es único en el sistema.
ODBC (Open Database Connectivity)	Interfase estándar de software para acceso entre sistemas de administración de bases de datos (DBMS). El diseño del ODBC la hace independiente del lenguaje de programación, los sistemas de bases de datos y los sistemas operativos.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 8 de 60</p>

CONCEPTOS	DEFINICIÓN
OLE (Object Linking and Embedding, Enlace e Incrustación de Objetos)	Protocolo desarrollado por Microsoft para incrustar y vincular objetos (imágenes, clips de vídeo, sonido MIDI, animaciones, etc.) dentro de documentos (HMI, bases de datos, hojas de cálculo, etc.)
ONVIF (Open Network Video Interface Forum)	Foro que está desarrollando el estándar para productos de video seguridad basados en IP
OPC (OLE for Process Control, OLE para Control de Procesos)	Enlace e Incrustación de Objetos para Control de Procesos, una aplicación de software que permite la transmisión de datos entre dos aplicaciones diferentes.
OSI (Open Systems Interconnection)	Sistemas Abiertos de Interconexión. Modelo de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones. Está estructurado en siete (7) capas: Física, Enlace, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación.
Paquete de datos	Consiste en una serie de bits donde se identifica un encabezamiento (header) más una carga (payload).
Parrillas	Conjunto metálico formado por estructuras y rieles que limitan el tamaño máximo de las rocas de mineral que escurren por un buzón.
Protocolo	Es el conjunto formal de convenciones y reglas estándares que permite la comunicación y conversación entre equipos en un mismo nivel o capa.
RAG	Red de Administración General.
RAID (Redundant Array of Independent Disks, 'conjunto redundante de discos independientes')	Sistema de almacenamiento que usa múltiples discos duros, físicos o lógicos, entre los que distribuye o replica los datos. La especificación RAID original sugería cierto número de «niveles RAID» o combinaciones diferentes de discos.
Red de Proceso	Se refiere al segmento de la red general dedicado a la interconexión de los componentes del SCC en las áreas de proceso.
Red LAN	Interconexión de varios ordenadores y periféricos. (LAN es la abreviatura inglesa de Local Area Network, 'red de área local'). La cobertura estará limitada físicamente a un edificio o a un entorno de pocos kilómetros. Su aplicación más extendida es la interconexión de

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
		<p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 9 de 60</p>

CONCEPTOS	DEFINICIÓN
	ordenadores personales y estaciones de trabajo en oficinas, fábricas, etc.
Redundancia	Un sistema/subsistema con dos módulos iguales de tal manera que al producirse un fallo en uno de los módulos se produzca una transferencia automática al de respaldo, sin que se interrumpa el proceso.
RESOLUCION VGA	Video Graphics Array Tabla de Gráficos de Video Es una medida de resolución de imágenes
RISC	Red Integrada de Supervisión y Control.
Sala staging	Planta libre en las instalaciones del proveedor, en Chile, donde se ejecutarán las pruebas CAT.
SAT (Site Acceptance Test)	Prueba realizada al sistema de control después de finalizar su instalación en la planta de proceso. Requiere su energización, la configuración de los distintos componentes y la carga del programa con la lógica de control.
SDI (Sistema de Detección de Incendio)	Es un grupo de equipos compuesto de un panel de control y detectores de incendio que detectan humo, llamas y/o temperaturas que pueden generar un incendio
Servidor	Computador o Software que provee de servicios a otros Computadores o Softwares denominados clientes.
SLA (Service Level Agreement)	Documentos contractuales usualmente utilizados entre empresas y proveedores o subcontratistas que contienen los principales acuerdos establecidos entre partes para la prestación de uno o varios servicios según la calidad de servicio acordada.
SLO (Service Level Operation)	Índice de calidad de servicio de la operación, control, supervisión de las redes requeridas para sustentar el SLA ofrecidos como servicio y como red.
SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)	Protocolo Simple de Transferencia de Correo Protocolo usado en el envío o recepción de email.
SNMP (Protocolo Simple de Administración de Red)	Protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. Es parte de la familia de protocolos TCP/IP. SNMP permite a los administradores supervisar el desempeño de la red, buscar y resolver sus problemas,

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 10 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CONCEPTOS	DEFINICIÓN
	y planear su crecimiento.
Tag (Etiqueta)	Una colección de atributos que se refieren bien sea a un lazo de control, una variable de proceso, una entrada medida, un valor calculado o cualquier combinación de los anteriores así como a todos los algoritmos de control y de salida asociados a éstos. Cada tag es único en el sistema.
TCP (Transmission Control Protocol)	Protocolo que garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron. También proporciona un mecanismo para distinguir distintas aplicaciones dentro de una misma máquina, a través del concepto de puerto TCP que da soporte a muchas de las aplicaciones más populares de Internet, incluidas http, SMTP, SSH, FTP, Telnet, etc.
Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)	El tiempo medio entre fallas es el tiempo promedio en que un equipo y/o componente está operativo antes de fallar medido en horas.
Tolerancia a Fallas (Fault Tolerance)	Es la característica o conjunto de ellas que permite a un sistema continuar operando adecuadamente en caso de una falla en alguno de sus componentes. Ante una falla, otro componente o software de respaldo toman el control para evitar los efectos del fallo. Una forma de lograr tolerancia de fallas, es duplicar los componentes esenciales del sistema (tales como la CPU, fuentes de alimentación, bastidores (rack), etc.), si se produce un fallo en el dispositivo primario Hardware o Software, el de respaldo (backup) asume el control sin ninguna interrupción en el proceso.
UPS (Uninterruptible Power Supply)	Equipo que provee energía eléctrica en forma permanente, al menos para caídas de la red normal de una duración menor a un tiempo establecido.
Uptime	Se define como el tiempo de operación y disponibilidad del servicio, de la red, de los elementos de la red y de los enlaces de la red.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 11 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. RESPONSABILIDADES

UNIDAD / CARGO	RESPONSABILIDAD
Gerencia de RRHH	<ul style="list-style-type: none"> Participa y Revisa la Estructura propuesta por el Gerente de Proyecto y Dirección de RRL y Estudios, especialmente por el impacto dotacional que tiene en la dotación general de la Vicepresidencia de Proyectos.
Gerencia de Sustentabilidad Seguridad y Salud Ocupacional	<ul style="list-style-type: none"> Participa para asegurar los recursos necesarios que permita ejercer el correcto funcionamiento de la función de sustentabilidad. Brindar liderazgo en materia de Seguridad y Salud Ocupacional en el proyecto desde múltiples instancias.
Gerente del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Es responsable de velar por la aplicabilidad de esta Especificación Técnica en los Entregables del proyecto, en forma conjunta con las Gerencias Funcionales. Participa en las modificaciones y actualizaciones de esta Especificación Técnica.
Director / Jefe de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Es responsable de velar por la aplicabilidad de esta Especificación Técnica en los Entregables del Proyecto, en forma conjunta con las Gerencias Funcionales. Es responsable de las revisiones de los Entregables de Ingeniería por la aplicación de esta Especificación Técnica. Es responsable de asegurar que cuenta con las competencias y el entrenamiento de todo el personal de Ingeniería en la correcta aplicación y uso de esta Especificación Técnica en los Entregables de Ingeniería. Define el alcance y limitación del uso de la Adenda realizadas a esta Especificación Técnica por las Empresas de Ingeniería / Consultores. En concordancia con la Dirección Funcional.
Ingeniero Contraparte del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Es responsable de las revisiones y de la aplicación de esta Especificación Técnica en los entregables desarrollados para esta Especialidad, por las Empresas de Ingeniería / Consultores. Participa en las actualizaciones o modificaciones de esta Especificación Técnica en forma conjunta con los Especialistas Funcionales.
Empresas de Ingeniería / Consultores	<ul style="list-style-type: none"> Son responsables de la emisión, calidad y de la aplicabilidad de esta Especificación Técnica en los Entregables del Proyecto. Son responsable de la emisión y calidad de la Adenda a esta Especificación Técnica.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 12 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

UNIDAD / CARGO	RESPONSABILIDAD
Gerente Funcional / Estudio	<ul style="list-style-type: none"> • Es responsable en forma conjunta con el Gerente del Proyecto de la aplicabilidad de esta Especificación Técnica referenciada en los Entregables desarrollados por las Empresas de Ingeniería / Consultores, o el Proyecto. • Es responsable de la emisión y de las actualizaciones de esta Especificación Técnica. • Dirige, aprueba o rechaza el desarrollo de estudios de VIP tecnológicas, que actualizan o modifican esta Especificación Técnica en los Entregables del Proyecto, labor realizada en forma conjunta con el Gerente del Proyecto • Participa en el desarrollo de los estudios por consultas • Asegurar que los estudios de información ambiental y cultural, cumplen con los estándares de calidad, plazos y que tengan implicaciones directas o indirectas en el diseño y/o la planificación del estudio/proyecto.
Directores Funcionales	<ul style="list-style-type: none"> • Es responsable de revisar, aprobar e informar de las actualizaciones o Adenda realizadas por las Empresas de Ingeniería / Consultores al Gerente del Proyecto. • Es responsable de la emisión y de las actualizaciones de esta Especificación Técnica. • Informa a la GCTICA, la GTICA como Cliente y en su Rol Normador, de las actualizaciones y modificaciones de esta Especificación Técnica.
Ingenieros Especialistas Funcionales	<ul style="list-style-type: none"> • Participa en las revisiones de los Entregables donde esta Especificación es referenciada. • Participa en la revisión de la Adenda de esta Especificación Técnica ejecutada por las Empresas de Ingeniería / Consultores o del Proyecto • Es responsables de la emisión, actualización y modificaciones de esta Especificación.
Control de Documentos de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Almacena de manera ordenada, legible y completa, esta Especificación Técnica en el SGDOC.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 13 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6. REFERENCIAS

6.1 Normas de Organismos Internacionales

El diseño, fabricación, pruebas e instalación, como así mismo el funcionamiento de los equipos de control, Instrumentos y materiales, deberán cumplir o exceder las exigencias de la edición más reciente de las siguientes normas y códigos:

ANSI/ISA S95	Manufacturing Enterprise Systems Standards and User Resources.
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
CSA	Canadian Standard Association
EIA	Electronic Industry Association
FM	Factory Mutual
ICEA	Insulated Cable Engineers Association
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISA	International Society of Automation
ISO	International Standard Organization
FF	Foundation FieldBus
MSHA	Mine Safety and Health Administration
NEC	National Electric Code
NEMA	National Electric Manufacturers Association
NESC	National Electrical Safety Code
NFPA	National Fire Protection Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
UL	Underwriter's Laboratories
DIN	Deutsche Institut für Normung

6.2 Normas y Estándares Codelco

SGP-GI-MD-ESP-001	Especificación Técnica de Entregables de Ingeniería
SGP-02AUT-CRTTC-00001	Criterio de Diseño Automatización
SGP-02TEL-CRTTC-00001	Criterio de Diseño Telecomunicaciones
SGP-02IIN-CRTTC-00001	Criterio de Diseño Informática Industrial
CNAM 007	Condiciones estándar mínimas de estaciones de muestreo de flujos de materiales para puntos de balance metalúrgico y transferencia de productos
SGP-GT-GEO-NOR-014 (ex CNAM 014)	Sistema de Pesajes en Correas Transportadoras

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 14 de 60</p>

CNAM 016	Antecedentes Metrológicos para Proyectos
NCC 20	Estanques de Almacenamientos de líquidos combustibles e inflamables
NCC 21	Seguridad, Prevención y Protección Contra incendio en Instalaciones Eléctricas
NCC 22	Normas sobre Plantas de Extracción de Cobre por Solvente y Electro-obtención
NCC 24	Análisis de riesgos en materia de sustentabilidad para inversiones de capital de la corporación
NCC 30	Norma Corporativa de Mantenibilidad y Confiabilidad en Proyectos de Inversión.
NCC 32	Manual de Eficiencia Energética en Proyectos de Inversión
NCC 40	Seguridad Contra Incendio

6.3 Norma Chilena y Entidades Públicas

DS N° 47	Decreto Supremo del Minvu de 1992. Ordenanza General de la Ley general de Urbanismo y Construcciones.
DS N° 72	Decreto Supremo de 1986 del Ministerio de Minería. Reglamento de Seguridad Minera.
DS N°594	Decreto Supremo de 1999 del Ministerio de Salud. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
INN	Instituto Nacional de Normalización de Chile
NCH	Normativa o Legislación Nacional Chilena
SEC	Superintendencia Eléctrica y Combustibles Chile
SERNAGEOMIN	Servicio Nacional Geología y Minas de Chile

Todos los equipos deberán tener la aprobación y/o certificación, de a lo menos, una de los siguientes organismos internacionales:

BS	British Standards (Inglaterra)
CSA	Canadian Standards Association (Canada)
FM	Factory Mutual (USA)
FOC	Fire Offices Committee (Canada)
NCE	Normas de la Comunidad Europea
UL	Underwriters Laboratories (USA)

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 15 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ULC

Underwriters Laboratories (Canada)

Si existen diferencias entre las normas, se aplicará la de mayor rigor y deberá ser informado por escrito a CODELCO o sus representantes en el proyecto.

Cualquier discrepancia entre las normas usadas y la presente especificación, deberá ser expresamente indicada en la oferta, para su evaluación y análisis.

Para Diagramas de Proceso e Instrumentos (P&ID), el proveedor deberá utilizar la Simbología y Nomenclatura definida en la normas ISA. Los siguientes documentos contienen la nomenclatura que de acuerdo a la norma ISA ha emitido la VP:

- Estándares de ingeniería, simbología y nomenclatura de instrumentación estándar para planos de instrumentación y P&ID, SGP-02AUT-STDTC-00001.
- Estándares de ingeniería, simbología y nomenclatura de instrumentación estándar para planos de instrumentación típico de control de motores, SGP-02AUT-STDTC-00001.
- Estándares de ingeniería, simbología y nomenclatura de instrumentación estándar para planos de instrumentación típico control de válvulas, SGP-02AUT-STDTC-00001.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 16 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

7. DIAGRAMAS

No aplica

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 17 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8. DESCRIPCIÓN

8.1 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO SUMINISTRADA CON EQUIPOS MAYORES

8.1.1 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA Y PRESENTACIÓN DE LA OFERTA

8.1.1.1 Información Técnica entregada al Proveedor

Complementando esta especificación, se adjunta la siguiente información técnica para definir el suministro de los equipos y los servicios solicitados:

- a) Documentos
1. Descripción del Proyecto Automatización.
 2. Especificación Técnica Sistema de Control suministrado con Equipos Mecánicos Mayores SGP-02AUT-ESPTC-00002.
 3. Especificación de Condiciones del Sitio, emitida por proyecto.

8.1.1.2 Presentación e Información Técnica con la Oferta

Como una forma de unificar la Presentación de la Oferta, en beneficio del proceso de evaluación, el proveedor deberá confeccionar la propuesta técnica de acuerdo con el siguiente orden y estructura:

- Junto con su oferta, el proveedor debe entregar información técnica completa y detallada de cada Instrumento de Terreno y dispositivo suministrado con el Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario. El proveedor debe mencionar hasta qué punto la oferta cumple o no cumple con estos requisitos.

Información requerida para los Instrumentos de Terreno:

1. Hojas de Datos completas, formato ISA o similar.
 2. Calculo de Cv Válvulas de Control.
 3. Listado de Instrumentos.
 4. Diagramas P&ID.
 5. Información técnica de cada Instrumento de Terreno (catálogos).
 6. Listado de repuestos puesta en marcha.
 7. Listado de repuestos un año de operación.
- El Listado de Instrumentos deberá incluir el siguiente detalle: tipo, servicio, fabricante y número de modelo del instrumento o dispositivo de control respectivo. Además se debe indicar el número del diagrama P&ID.
 - Codelco se reserva el derecho de requerir la sustitución de cualquier fabricante de instrumentos que a su parecer, no cumplan con la calidad o estandarización requerida por la Corporación.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 18 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- La información técnica entregada con la oferta debe incluir catálogos, boletines descriptivos y si corresponde, esquemas de disposiciones generales, mostrando las dimensiones principales para todos los instrumentos.
- Si el proveedor estima necesaria la participación en terreno de especialistas propios para supervisar y/o ejecutar la instalación y puesta en marcha de la Instrumentación de Terreno y Sistema de Control suministrado, este servicio deberá ser cotizado como un ítem separado en la oferta, considerando gastos de estadía, traslado y honorarios diarios.
- Una vez firmada la orden de compra, el proveedor del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario deberá hacer entrega de los manuales de instalación, mantención y operación de cada Instrumento de Terreno. Estos manuales deberán ser entregados en archivos ópticos (CD) y deben estar escritos en español.

8.1.2 REQUERIMIENTOS TECNICOS GENERALES PARA INSTRUMENTOS

8.1.2.1 Requerimientos Electrónicos

A continuación se detallan los requerimientos técnicos generales que debe cumplir la Instrumentación de Terreno del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario suministrados por el proveedor:

- La Instrumentación de Terreno considerada en el suministro deberá necesariamente contar con:
 1. Representación y servicio técnico en Chile.
 2. Disponer de Sala Staging donde realizar las pruebas en fábrica o una instalación en Chile.
 3. Instalaciones donde entregar Capacitación y Entrenamiento.
 4. Los proveedores deberán asegurar la continuidad en el suministro de repuestos a lo menos por 10 años.
- El Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario, de preferencia, deberá ser operado en modo remoto, por lo tanto se deberá privilegiar el uso de transmisores electrónicos para medir las variables de proceso en forma continua.
- La Instrumentación de terreno deberá estar diseñada para tolerar vibraciones menores, propias de un ambiente industrial minero. Deberá trabajar en condiciones ambientales indicadas en el documento “Condiciones del Sitio – Site Conditions”, emitido por el proyecto.
- Los instrumentos deben ser del tipo electrónico en base a microprocesadores y deben tener salida de señales según puntos d) y e). La información grabada en memoria, debe permanecer en caso de falla de energía eléctrica. Los programas que aseguran la correcta operación del instrumento deben estar en un medio no volátil. Se debe privilegiar que estos posean indicación local y configuración remota (Rango de salida y/o alarma), la que debe ser protegida con clave.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 19 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Las tecnologías aplicables para instrumentación de terreno son:
 1. Instrumentación digital inteligente, mediante Bus de Campo Foundation Fieldbus (FF). Con características de Interoperabilidad, Información integrada como diagnóstico, configuración y calibración remota, calidad de la medición, aplicación de lazos de control en los dispositivos de terreno.
 2. La utilización de otros buses de campo, como Profibus PA y/o Devicenet será utilizada, de preferencia, para la comunicación entre el Sistema de Control y los equipos eléctricos.
 3. Instrumentación mediante señal Inalámbrica (Wireless), tales como: Wi-Fi (IEEE802.11b, IEEE 802.11g), WiMax (IEEE 802.16), Bluetooth, 3G, etc.

Estas tecnologías serán aplicadas a proyectos tipo Greenfield.

- Para aplicaciones en instalaciones existentes, proyectos tipo Brownfield, el proveedor podrá utilizar Instrumentación Convencional mediante señales Analógicas tipo 4 – 20 mA + HART. Para la conexión con dispositivos tipo hand held, el proveedor deberá incluir en la oferta el configurador.
- Todos los instrumentos a instalar en cada Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario deben estar diseñados para operar correctamente en las condiciones ambientales definidas en el documento “Condiciones del Sitio, Site Conditions”.
- Todos los instrumentos deben disponer de certificación respecto a que no producen problemas de salud a las personas, no contienen materiales tóxicos y no producen daño al medioambiente.
- Se debe considerar protección adicional para los instrumentos a instalar en áreas polvorosas, con fuerte radiación solar y bajos niveles de humedad, con riesgo de derrames de agua u otros líquidos, gases sulfurosos y en ambientes con mezclas ácidas.
- Todos los instrumentos de terreno, sensores, indicadores y transmisores, deben tener una exactitud mejor que $\pm 0.5\%$ del rango de medida (span) y una repetibilidad mejor que $\pm 0.1\%$. Para el caso de los instrumentos utilizados en el balance metalúrgico, se necesita una exactitud mejor o igual a 0,25% del rango de medida.
- Todos los instrumentos y el diseño de su instalación, debe considerar y cumplir con la clasificación eléctrica de áreas de riesgo en la cual los instrumentos están instalados. El grado de protección debe estar acorde con la clasificación eléctrica del área. En las áreas clasificadas, se debe privilegiar el diseño de seguridad intrínseca.
- La temperatura ambiente a considerar para el diseño de los instrumentos debe ser de -5°C a 70 °C.
- No se aceptarán instrumentos de medición y/o interruptores, cuyo principio de funcionamiento se base en detección radiaciones de isótopos radiactivos (Ejemplo; Cesio, Cobalto, etc.). De ser requeridos obligatoriamente, se requerirá de un informe aprobado por la dirección Codelco del Proyecto.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 20 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Todos los instrumentos serán productos estándares de catálogo de los fabricantes pre-seleccionados e indicados en el anexo A de esta especificación.
- Todos los instrumentos deben ser calibrados y probados por el proveedor del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario. Durante las pruebas pre-operacionales en terreno, se debe confirmar su calibración. Es de exclusiva responsabilidad del proveedor el buen funcionamiento de la Instrumentación de Terreno suministrada.
- Se debe evitar el uso de interruptores donde se pueda medir la variable de proceso en forma continua. El estado de enclavamiento o alarma (interruptor), se obtendrá en el Sistema de Control Central o en el Sistema de Control suministrado con el Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario. Las variables que típicamente presentan esta modalidad son: presión, temperatura, vibraciones, flujo de aguas de enfriamiento y aceites de lubricación.

8.1.2.2 Requerimientos Eléctricos, Mecánicos y Cañerías

El diseño de automatización y control, debe considerar y cumplir con la clasificación eléctrica de áreas de riesgo en la cual el Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario estará instalado. En las áreas clasificadas, el diseño debe realizarse específicamente de acuerdo con norma ISA-12.1 "Definitions and Information Pertaining to Electrical Instruments in Hazardous (Classified) Locations".

Todos los dispositivos sensores y selectores que posean salidas de contacto deberán ser suministrados con un contacto de reserva tipo SPDT (NC y NO con punto común), adicional al requerido por el Sistema de Control propio del Equipo Mecánico Mayor o Procesos Unitario, para propósitos de monitoreo por parte del usuario. Tales contactos deben ser cableados a una caja de conexiones con regleta de terminales, la cual deberá formar parte del suministro, para la conexión de los cableados externos en terreno.

Los contactos para alarmas y/o enclavamientos deben ser sellados herméticamente y seguirán la lógica segura de falla, es decir, están cerrados en la condición de proceso normal y se abren para indicar alarma o enclavamiento. La capacidad de corriente será de 2 A como mínimo en $120 \pm 10\%$ VAC, 50 Hz.

Cuando el Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario suministrado es precableado en fábrica, todos los Instrumentos de Terreno deben ser cableados (señales convencionales) a una regleta de terminales instaladas en el interior de una caja metálica, la cual deberá ser suministrada y montada por el proveedor, para la conexión de los alambros externos en terreno.

Todos los interruptores asociados al accionamiento de alarmas deberán operar con los contactos cerrados para condiciones normales de proceso. Las condiciones anormales del proceso causarán la apertura de los contactos y la desenergización de los relés.

Todos los Instrumentos de Terreno tendrán una conexión de $\frac{1}{2}$ " NPT para el conector eléctrico y de un $\frac{1}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " NPT para la conexión neumática. La tubería y fittings neumático deben ser de acero

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 21 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

inoxidable. No se deberá usar tubería de plástico, goma o cobre recocido. Las conexiones neumáticas entre manifold e Instrumento de Terreno serán de $\frac{3}{8}$ " a $\frac{1}{2}$ ".

Para fluidos limpios, todos los instrumentos de presión tendrán una válvula de corte de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ " para aislar el instrumento del proceso. El material de esta válvula debe ser elegido considerando las características del fluido.

La conexión a proceso en cañerías metálicas deberá ser en $\frac{1}{2}$ " NPT para aire limpio y de $\frac{3}{4}$ " NPT para agua limpia.

La conexión a proceso en cañerías plásticas deberá ser de 2", con bridas (flanged), face to face.

Todo instrumento conectado a un fluido debe tener una válvula de purga.

Todos los manómetros serán proporcionados con un sello químico adecuado para el fluido. La excepción a este estándar será en instrumentos instalados en fluidos limpios como el aire, agua y similares. El tamaño del dial de los manómetros será de 4 $\frac{1}{2}$ ". La medición de presión se estandarizará en los siguientes valores: 0-100, 0-200, 0-400, 0-600, 0-1000, 0-1500, 0-2000, 0-3000 (kPa), etc.

Cuando se requiera sello para los medidores de presión este debe ser de 2" y de 3" para pulpas.

Todos los sensores de temperatura montados en cañerías, estanques y recipientes, deberán estar protegidos por vainas o termopozos de material adecuado para la aplicación específica.

La conexión de medidores a estanques deberá ser de 1 $\frac{1}{2}$ ", con bridas (flanged), race face. Y los termopozos se deberán instalar en posición horizontal.

Cada actuador que requiera aire, debe ser proporcionado con un conjunto filtro/regulador y manómetro en la salida. Las conexiones neumáticas serán de $\frac{3}{8}$ " a $\frac{1}{2}$ " para la conexión entre la matriz (manifold) y el instrumento, y de $\frac{1}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " entre el transductor de I/P y el posicionador de la válvula.

Las válvulas de control neumáticas debe ser equipadas con posicionador electro neumático.

Las válvulas solenoides deben ser para trabajo continuo, las bobinas entonces, deberán ser clase de F., y con una conexión de salida para conduit eléctrico de $\frac{1}{2}$ " NPT de diámetro.

Las válvulas de control se instalaran con válvulas de corte y de by pass cuando la continuidad del proceso lo requiera o cuando sea un requerimiento crítico de seguridad.

Las válvulas de control deberán contar con indicación de posición y volante para operación manual. Se preferirán válvulas de tipo mariposa, bola o diafragma.

Para las válvulas de control neumáticas se utilizara posicionador electro neumático inteligente con protocolo HART, las válvulas actuaran a través de una señal continua de 4-20 mAcc, señal que estará aislada de la posición de la válvula.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página :22 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

En el caso de los interruptores de seguridad (Pull Cord) para correas transportadoras, deberán tener 2 contactos secos SPDT, 120 Vca y 10 A.

En el caso de los interruptores de desalineamiento para correas transportadoras deberán contar con 2 contactos secos, 120 Vca, 10 A. Un contacto para alarma y uno para partir, ambos con settings ajustables en su punto mecánico de operación.

En el caso de interruptores de velocidad cero, estos deberán tener la capacidad de ajustar el tiempo de retardo de los contactos secos de manera de prevenir falsas alarmas.

8.1.3 PANEL DE CONTROL LOCAL

En caso de que el Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario requiera un Panel de Control Local (PCL) para su operación, el proveedor debe tener presente, que:

- El proveedor, en base a las características técnicas del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitarios podrá considerar el suministro de una Sala o Caseta de Operación Local, que entregue las condiciones adecuadas para el montaje del PCL. Sin embargo, el proveedor deberá considerar que esta sala o caseta solo tendrá el propósito de realizar pruebas de puesta en marcha y en mantención.
La operación normal del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario será realizada desde la Sala Integrada de Operación y Gestión del Proyecto.
- La tecnología del Panel de Control Local, de preferencia, serán de tipo Terminal de Operación (MMI) o en casos justificados en base a elementos discretos tales como: botoneras, selectores, luces, alarmas, etc.
- El PCL deben instalarse de forma tal que tengan acceso seguro y no exijan sobre esfuerzo físico a personal de mantenimiento.
- El grado de protección del PCL estará de acuerdo para soportar las condiciones ambientales existente en el área donde será instalado, como por ejemplo:
 1. NEMA 12 – Salas Eléctrica,
 2. NEMA 4 – Ambiente Industrial
 3. NEMA 4X - Ambiente Industrial y Corrosivo
- Cada PCL deberá tener su propia placa de identificación de lamicoide con fondo blanco y letras en bajo relieve en color negro.

8.1.4 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y PUESTA A TIERRA

Para la operación de los Instrumentos de Terreno y Actuadores Eléctricos, el proveedor deberá considerar los requerimientos siguientes:

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 23 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- La Tensión de Operación de los dispositivos FF es 9 – 32 Vcc. Los 9 Vcc se refieren al mínimo, es altamente recomendable que se mantenga un margen de por lo menos 1 Vcc, es decir un mínimo de 10 Vcc.
- Los voltajes de alimentación para los Instrumentos de Terreno de dos (2) hilos deberá ser de 24 Vcc.
- El voltaje de alimentación para transmisores de cuatro (4) hilos deberá ser de 120 Vca monofásico y tres (3) alambres.
- La alimentación en 24 Vcc se considera suministrada por el Sistema de Control desde las fuentes de poder ubicadas en los gabinetes de entradas y salidas.
- La alimentación en 120 Vca deberá provenir desde tableros de distribución fuerza instrumentos (TDFI), ubicados en las Salas Eléctricas. En caso de ser requerido estos tableros deben ser alimentados desde Fuentes Ininterrumpibles de Poder (UPS) también ubicadas en las Salas Eléctricas.
- Aun cuando el suministro de energía sea externo al Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario, el cableado y canalización de la alimentación eléctrica a los Instrumentos de Terreno deberá ser instalada por el proveedor, suministrando los tableros de distribución fuerza de instrumentación que sean necesarios.
- El o los puntos “Tie – ins” desde donde el proveedor deberá obtener la energía eléctrica será indicado en la especificación técnica del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario.
- El proveedor deberá considerar que la malla de puesta a tierra del sistema eléctrico general, será la única malla de tierra de la instalación y deberá satisfacer la norma IEC-61000-5-2.
- Toda carcasa de instrumento debe estar conectada a la tierra de protección.
- Todas las conexiones de toma a tierra de los blindajes de los cables de conexión de los instrumentos a los módulos de entradas y salidas, deben ser concentradas en uno punto de cada gabinete de entradas y salidas y conectadas desde estos gabinetes a la malla de tierra general de la planta, en un punto alejado de las tomas de conexión a tierra de los equipos eléctricos. El cable de conexión debe ser aislado.

8.1.5 SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AIRE PARA INSTRUMENTACIÓN

Para la operación de los Instrumentos de Terreno y Actuadores Neumáticos, el proveedor deberá considerar los requerimientos técnicos siguientes:

- El aire suministrado debe ser aire para instrumentación de terreno, es decir, debe ser limpio, seco y libre de aceite según lo establece el estándar ISA-7.0.01, “Quality Standard for Instrument Air”.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 24 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- La red de aire para instrumentación operará a una presión nominal de 620 kPa (90 psig) y con un nivel de humedad correspondiente a punto de rocío de -40°C o menos.
- La distribución de aire para grupos de instrumentos cercanos, debe hacerse usando múltiples “manifold” de distribución, alimentados desde la red de aire.
- Cada instrumento que requiera aire de instrumentación debe tener su propio filtro - regulador con manómetro a la salida y con lubricador en caso que sea requerido por el instrumento. Cada punto alimentador de aire deberá contar con una válvula de corte.
- La red de aire deberá contar con un sistema de drenaje automático en estanques, pulmones y/o en cotas más bajas del recorrido de la línea de aire de instrumentación.

8.1.6 CALIBRACIÓN Y PRUEBAS DE LOS INSTRUMENTOS

- El proveedor del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario deberá proporcionar todos los sensores y transmisores calibrados para los rangos indicados en sus respectivas Hojas de Datos y Listado de Instrumentos.
- La Hoja de Calibración deberá tener como mínimo, la siguiente información:
 1. N° del instrumento (TAG).
 2. Servicio del instrumento.
 3. Modelo del instrumento.
 4. Número de Serie del instrumento.
 5. Rango de calibración.
 6. Instrumentación utilizada para la calibración.
 7. Resultados de la calibración
 8. Firma de la persona que realizó la calibración.
- Todas las herramientas y/o equipos especiales necesarios para la instalación, calibración, pruebas, mantención y servicios, deberán formar parte del suministro del equipo mayor, con el objetivo de ser utilizados durante las Pruebas Pre -operacionales.
- Durante las Pruebas Pre - operacionales:
 1. Para la instrumentación bajo tecnología Foundation Fieldbus (FF), se probará la comunicación del segmento, troncal, ramal; las capacidades y funcionalidades de los dispositivos, tales como: bloques de función, diagnóstico,, sintonía y ajustes soportados. Todas esta pruebas serán realizadas en el Sistema de Control suministrado por el proveedor o caso contrario desde el Sistema de Control Central.
 2. Todas las válvulas de control con posicionador para señal análoga, serán probadas en la abertura y cierre con una señal de 4-20 mA en los puntos 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Todas las válvulas deben ser provistas con un certificado de calibración.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 25 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Todas las válvulas abrir/cerrar (ON/OFF), accionadas por válvulas pilotos tipo solenoide, deben ser probadas en el abrir y en el cerrar, y comprobar la posición de los interruptores de válvula abierta y cerrada.
4. En caso de ser necesario recalibrar algún instrumento, ésta será realizada de acuerdo con los manuales de instrucción del fabricante y antecedentes anexos del proveedor del Equipo Mecánico Mayor o Proceso Unitario. Los manuales y antecedentes anexos deben estar en idioma Español.
5. Todos los interruptores serán probados para la operación en el rango especificado.

8.1.7 INSTALACIÓN Y CANALIZACIONES DE INSTRUMENTACIÓN

8.1.7.1 Instalación

- Los instrumentos en general, deben instalarse en soportes, a menos que deban ir instalados directamente al equipo de proceso. Cuando exista vibración excesiva de la cañería o equipo, el instrumento deberá ser suministrado como un conjunto formado por el elemento primario y transmisor separado, con lo cual el transmisor se instala en forma remota. El transmisor debe ser ubicado cerca de su elemento primario.
- Todos los elementos de control final y en general todos los instrumentos que tengan indicación local o requieran algún tipo de ajuste, calibración o que posean algún tipo de accionamiento manual, deben instalarse de modo de tener fácil acceso. En el caso de que esto no sea posible, el diseño de ingeniería deberá considerar escaleras y plataformas de acceso.
- Los instrumentos y actuadores deberán instalarse de tal manera que no constituyan peligro para las personas, que tengan una adecuada protección ante algún daño físico y no se interfieran entre sí. Se deberá considerar un área de mantenimiento en torno al instrumento.
- La ubicación de los transmisores se debe indicar en los planos de disposición de instrumentos y de canalización. Los detalles de instalación se deben indicar en los planos de detalles de montaje.

8.1.7.2 Tipos de Cables

Para el tendido y alambrado de cables entre el Sistema de Control y la Instrumentación de Terreno se utilizarán:

1. Cables para Señal Digital como Foundation Fieldbus (Bus de Campo)
 - Para buses de campo tales como: Foundation Fieldbus (FF) el cable será del tipo par apantallado. El estándar FF-816 define cuatro tipos de cables y la máxima longitud del segmento permitido. Sin embargo, en nuestro caso solo se consideran dos tipos.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 26 de 60</p>

Tipo	Longitud (m)	Impedancia (Ω)	Resistividad	Atenuación (db/km)	Descripción
A	1.900	100	22	3	Par individual apantallado
B	1.200	100	56	5	Multipar trenzado, con blindaje

Donde:

Cable Tipo A, es el recomendado para las instalaciones en terreno, conduit o bandeja. Excelente inmunidad al ruido.

Cable Tipo B, el cual es indicado para instalaciones en gabinetes ubicados en las salas de control o eléctricas.

- La Tensión de Operación de los dispositivos FF es 9 – 32 Vcc. Los 9 Vcc se refieren al mínimo, es altamente recomendable que se mantenga un margen de por lo menos 1 Vcc, es decir un mínimo de 10 Vcc.

2. Cables para Señales Análogas y Discretas

- El cable para señales análogas de terreno, exceptuando los cables integrales suministrados para conexión de elementos primarios, será con conductores de cobre de temple blando, tipo hilo múltiple, con blindaje por par y total, en el caso de multipares, con conductor de drenaje a tierra, de acuerdo con:

Un par torcido: #18 AWG, 90°C, 300 V.

Multipar torcido: #20 AWG, 90°C, 300 V.

Aislamiento: Cloruro de polivinilo con retardante a la llama, coloreado, 90°C, resistente a los rayos solares apto para tendido en escalerillas y banco de ductos, sin protección adicional.

- El blindaje de los cables de señal será conectado a tierra en un punto solamente, de preferencia en el gabinete de terminaciones de Entradas y Salidas del Sistema de Control. Los colores serán los siguientes:
 - Señal-positivo (+) negro.
 - Señal-Negativo (-) Blanco.
- El cable de control, es decir para señales digitales, debe ser número 16 AWG, para 600 V de aislamiento y para temperatura de servicio 90°C. Los conductores deben ser cobre con temple blando tipo hilo múltiple, cubierta retardante a la llama y resistente a los rayos solares.
- La alimentación eléctrica a los Instrumentos de Terreno que lo requieran, será con multiconductor 1x3c N° 12 a 16 AWG, tipo PVC + PVC, aislamiento para 600V, temperatura de servicio 90°C, conductores de cobre de temple blando tipo hilo múltiple, cubierta retardante a la llama y resistente a los rayos solares.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 27 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Se deberá utilizar cable de los siguientes colores, tanto para alimentación como para control:

- Rojo para la fase.
 - Blanco para el neutro.
 - Verde con amarillo para tierra de alimentación.
- Todos los conductores deberán identificarse en ambos extremos, utilizando marcas permanentes adheridas a ellos, tipo manguitos preimpresos, del diámetro adecuado al cable utilizado.
 - Todas las conexiones deberán efectuarse mediante terminales rectos tipo “espada” o “bayoneta”. Se podrá instalar un máximo de dos terminales por cada borne en equipo o en regleta.
 - Para aplicaciones al interior mina subterránea, los cables deben ser libre de halógenos y retardantes a la llama. El caso de zona clasificada de riesgo en interior mina, los cables deben ser resistentes al fuego según norma IEC 60-331.

8.1.7.3 Canalizaciones Eléctricas

Las canalizaciones eléctricas considerarán el suministro de escalerillas porta cables y conduits, cuyo suministro deberá cumplir con los siguientes requerimientos técnicos:

- Escalerillas porta cables
 1. En general se emplearán escalerillas porta-conductores, con tapa, para canalizar cables de señal digital (bus de campo), cables de señales análogas, cables control y cables de fuerza desde terreno hacia las Salas Eléctricas y en áreas donde las condiciones de terreno lo permitan.
 2. Las escalerillas para los cables de instrumentación y control eléctrico, deben ser canalizadas separadas de las escalerillas de cables eléctricos de fuerza.
 3. Las escalerillas y fittings deberán ser galvanizadas en caliente y de acero respectivamente y para trabajo pesado.
 4. En áreas corrosivas deben emplearse escalerillas de poliéster reforzado con fibra de vidrio FRP.
 5. En las zonas donde exista riesgo de caída de materiales ó de daño mecánico sobre los cables, se instalará sobre la escalerilla superior una tapa de 2 aguas, de espesor mínimo de 1,5 mm y del mismo material de la escalerilla.
 6. La cantidad de cables que se instalen en las escalerillas debe estar en estricta conformidad con las normas NEC.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 28 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Conduits
 1. Los conduits para canalizaciones de cables señal digital, control y cables de señales análogas de instrumentación, expuesto a la vista, deben ser de acero galvanizado en caliente, ó de PVC Schedule 80 para bancos de ductos, ó Schedule 40 en canalizaciones subterráneas ó en losas armadas. En áreas corrosivas y a la intemperie emplear PVC Schedule 80. En áreas corrosivas sujetas a eventuales daños mecánicos, se debe utilizar conduit de acero recubierto con PVC.
 2. La cantidad de cables que se instalen en los conduits deben estar en estricta conformidad con las exigencias del NEC.
 3. En general, los cables de comunicaciones, se canalizarán en conduits separados.
 4. Los conduits instalados expuestos a la vista deben incluir cajas de paso, y cada tramo no debe exceder 20 m con un máximo de 2 curvas de 90°, ó un total de 180° acumulados en curvas.
 5. Si aplica, los conduits de PVC directamente enterrados serán Schedule 80 y deben ser dispuestos sobre una capa de arena limpia y cubiertos con el mismo material con una capa de 150 mm. Sobre ese nivel finalmente se dispondrá una capa de hormigón pobre coloreado en la parte superior con color rojo como medida de protección mecánica. El espesor mínimo de esta capa de hormigón debe ser de 500 mm u otro espesor aprobado por la Dirección del Proyecto.

8.1.7.4 Marcas y Conexionado

Todos los conductores deberán identificarse en ambos extremos, utilizando marcas permanentes adheridas a los conductores.

Todos los conductores deben ser numerados, así como también los cables.

Todas las conexiones deberán efectuarse mediante terminales rectos tipo "espada" o "bayoneta". Se podrá instalar un máximo de dos terminales por cada borne en equipo o en regleta.

Todos los instrumentos deben estar conectados a tierra de protección.

El blindaje de los conductores de señal deben conectarse a tierra de instrumentación solamente en los gabinetes del Sistema de Control (punto único).

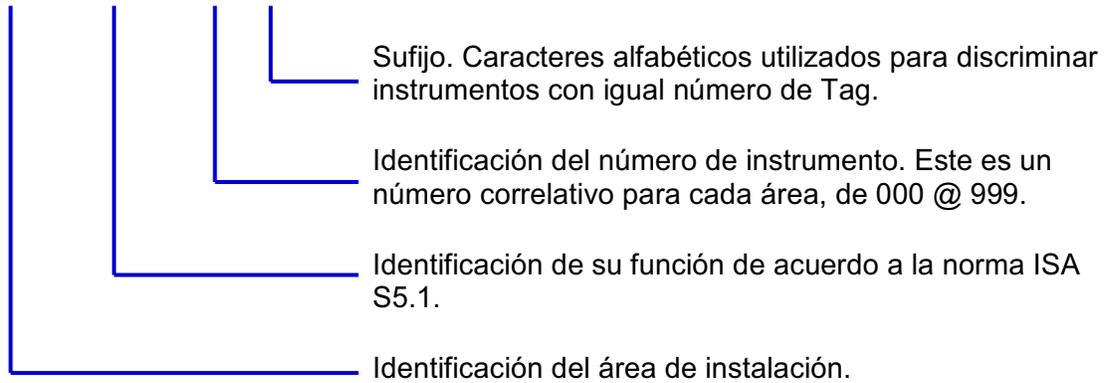
Se recomienda el uso de bornes libres de mantención para las señales de instrumentación análoga y señales de control eléctrico.

8.1.8 IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 29 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

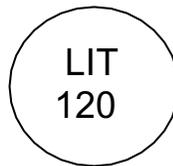
Todos los instrumentos son identificados con un código alfanumérico denominado **TAG**, el cual contiene la siguiente información:

XXX-YYYY-ZZZZNN



Por ejemplo: El TAG de un transmisor de Nivel, es **LIT-120A**

Y su representación en el P&ID, área Chancado Primario es:



Y en el listado de Instrumentos se identifica como:

3110 – LIT – 120, donde el número 3110 corresponde al WBS del área Chancado Primario.

Para la instrumentación de terreno suministrada con Equipos Mecánicos Mayores o Procesos Unitarios deben ser identificados de la misma manera. Queda bajo la responsabilidad de Ingeniería del proyecto, quien otorgue esta identificación a los proveedores.

8.1.9 GARANTÍAS TECNICAS

El Proveedor del equipo mayor será responsable de todo el suministro, inclusive el que subcontrate con terceros.

Los instrumentos y accesorios deberán ser garantizados sin restricciones y para un cumplimiento satisfactorio de todas las condiciones de operación especificadas. El Proveedor del equipo mayor garantizará el instrumento suministrado respecto de la calidad de materiales y fabricación defectuosa, por un período de doce (12) meses a contar de la fecha de puesta en servicio, o no menor de 18 meses a contar de la fecha de embarque. En la oferta, el Proveedor deberá señalar detalladamente el procedimiento de como operará la garantía de los equipos.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página :30 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cualquier eventual error en el suministro de los equipos y sus componentes, por parte del Proveedor, será de su completa responsabilidad.

Ante fallas de los instrumentos o sus accesorios, durante el período de vigencia de las garantías, el recambio pertinente será suministrado por el Proveedor en el más breve plazo.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 31 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8.2 INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO

8.2.1 DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO

8.2.1.1 Responsabilidades del Proveedor

El Proveedor es responsable de la calidad de los materiales, diseños y del correcto funcionamiento de los instrumentos suministrados.

El Proveedor debe verificar y confirmar que los materiales especificados en la Hoja de Datos, sean los adecuados para el servicio en que operarán los instrumentos. En caso contrario, debe recomendar los materiales que, según su experiencia, cumplan en mejor forma con las condiciones de operación impuestas por el proceso.

El Proveedor debe suministrar los instrumentos como una unidad completa, de acuerdo a esta Especificación y a las Hojas de Datos, e incluir todos aquellos elementos complementarios que se requieran para garantizar una operación precisa, segura, continua y confiable.

El Proveedor debe indicar claramente todas las excepciones o discrepancias entre la presente especificación y su oferta.

El Proveedor también debe establecer claramente en su oferta cualquier requerimiento especial y/o restricción en la fabricación y construcción de los instrumentos, para su evaluación y análisis.

Cualquier diferencia entre esta especificación y la requisición debe ser informada en la cotización.

El Proveedor en Chile debe ser un representante y debe proveer de servicio técnico con personal de habla hispana.

El proveedor deberá demostrar, a lo menos, cinco años de experiencia en el diseño, instalación y suministro de instrumentación en aplicaciones de minería.

8.2.1.2 Exclusiones

Los siguientes ítems están específicamente excluidos del alcance del Proveedor:

- Estructuras de montaje y fijación, excepto las suministradas en forma estándar por el proveedor, para el tipo de montaje especificado en las correspondientes hojas de datos.
- Alambrado eléctrico y canalización entre el instrumento y caja de conexión o gabinetes de Entradas y Salidas del Sistema de Control Central (SCC).

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 32 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8.2.2 CONDICIONES GENERALES DE OPERACIÓN

8.2.2.1 Ubicación y Condiciones Ambientales

Todos los sensores de estado e instrumentos análogos a instalar en terreno, deben estar diseñados para operar correctamente en las condiciones ambientales definidas para el proyecto (Especificación de Condiciones del Lugar, especificadas en el documento: Informe de definición de condiciones ambientales por áreas, emitido por el proyecto).

En general, todo el diseño de la instrumentación análoga y discreta debe considerar y cumplir con la clasificación eléctrica de áreas de riesgo en la cual los instrumentos serán instalados, el grado de protección de los instrumentos de terreno debe ser a prueba de polvo y agua, tipo NEMA 4, NEMA 4X para áreas corrosivas y de seguridad intrínseca (explosion proof), donde la clasificación del área es de riesgo.

El Proveedor debe analizar si se requiere protección adicional a la ya definida en las Hojas de Datos para los instrumentos a instalar en áreas polvorientas, con riesgo de derrames de agua u otros líquidos, gases sulfurosos y en ambientes con mezclas ácidas, tales como Chancado, Concentración, y Flotación, Lixiviación, Extracción por Solventes, Fusión/Conversión, Refinación y Moldeo de ánodos, Electro refinación y Electro obtención, y en otros procesos de la gran minería de cobre.

8.2.2.2 Condiciones de Trabajo

Los instrumentos cubiertos por la presente especificación, deben ser considerados para aplicaciones de medición continua de variables de proceso, los 365 días del año, en las condiciones ambientales definidas para el proyecto en la Especificación de Condiciones del Lugar.

8.2.2.3 Alimentación Eléctrica

El suministro de energía eléctrica disponible para la alimentación de los instrumentos y sus accesorios que lo requieran es el siguiente:

- 120 ± 10% VAC, 50 ± 2,5 Hz, monofásico
- Los transmisores de dos alambres, es decir, de 24 Vcc, en general serán alimentados desde el gabinete del sistema de control.
- Excepcionalmente se podrá especificar otros niveles de tensión a los indicados, los que se detallarán en la hoja de datos respectiva. (Ejemplo: caso de instalaciones remotas con alimentaciones tales como paneles solares)

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página :33 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8.2.2.4 Suministro de Aire

El suministro de aire para la alimentación de la instrumentación, será el recomendado por la Norma ISA - 7.0.01, sin perjuicio de lo cual, las válvulas de control serán adquiridas con filtro/regulador y lubricador cuando lo requiera.

- Presión mínima de operación: 550 kPa (80 PSI)
- Presión máxima de operación: 690 kPa (100 PSI)
- Punto de condensación: -30°C a 690 kPa

8.2.3 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

8.2.3.1 Aspectos Generales

Las tecnologías requeridas para la instrumentación de terreno son:

- Tecnología Convencional: Señales Analógicas, 4-20 mA + HART.
- Señales Digitales: Foundation FieldBus (Alimentado por el mismo bus de comunicación en 24 Vcc, mediante fuentes acondicionadoras ubicadas en los gabinetes del sistema de control), DeviceNet, ProfiBus, Ethernet, IP, HART, etc.

La aplicación de una u otra tecnología estará definida por el tipo de Proyecto (Greenfield o Brownfield) a desarrollar, tipo de aplicación, condiciones del sitio, etc.

Para cualquiera de las tecnologías anteriores se puede usar “Wireless Transmitters” con “Base Radio Receptor” cuando las condiciones de instalación lo requieran (Señales Inalámbricas (Wireless), tales como: Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n), WiMax (IEEE 802.16), Bluetooth, 3G, etc.).

Los instrumentos deben ser del tipo electrónico en base a microprocesadores y deben tener salida de señales según se indica en el párrafo anterior y en las Hojas de Datos respectivas. La información grabada en memoria, debe permanecer en caso de falla de energía eléctrica. Los programas que aseguran la correcta operación del instrumento debe estar en un medio no volátil.

Los equipos e instrumentos deben ser inmunes a interferencias por radio frecuencia (RFI) o interferencia electromagnética (EMI), cuando se instalen en ambientes industriales en los complejos mineros. Por otra parte, los instrumentos y equipos suministrados, no deben ser a su vez, fuentes de RFI o EMI, debiendo cumplir con las normas de la FCC, parte 15 y 18.

Los transmisores deben tener indicación local tipo digital para disponer en terreno del valor de la variable de proceso en unidades de ingeniería (SI) o en porcentaje según se indique en la Hojas de Datos. Cuando sean instalados expuestos al sol, se debe emplear pantallas protectoras adecuadamente orientadas a evitar la incidencia directa de los rayos del sol sobre la pantalla del instrumento.

Los sensores, transmisores y en general, los instrumentos cubiertos por la presente especificación serán de fabricación estándar y deben operar con señales normalizadas y estarán de acuerdo a los estándares ISA.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 34 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Todos los instrumentos de terreno, sensores, indicadores y transmisores, deben tener una exactitud mejor que +/- 0.5% del rango de medida (span) y una repetibilidad mejor que +/- 0.1%. Para el caso de los instrumentos utilizados en el balance metalúrgico, se necesita una exactitud mejor o igual a 0,25% del rango de medida.

La temperatura ambiente a considerar para el diseño de los instrumentos debe ser de -20°C a 70 °C.

Todos los instrumentos deben disponer de certificación respecto a que no producen problemas de salud a las personas, no contienen materiales tóxicos y no producen daño al medioambiente.

Los proveedores deben asegurar la continuidad en el suministro de repuestos a lo menos por 10 años.

Todos los instrumentos serán productos estándares de catálogo de los fabricantes pre-seleccionados e indicados al final de esta especificación.

La conexión eléctrica de los instrumentos debe ser mediante bornes atornillados.

En todos los casos en que el instrumento o equipo esté diseñado para montaje con flanges, se deberá usar el estándar ANSI RF.

8.2.3.2 Requerimientos de instrumentos y equipos con Foundation Fieldbus:

- L.A.S. (Link Active Scheduler)
- Deberán permitir su configuración en línea sin afectar el segmento de red al que pertenezcan.
- Deberán mantener su configuración en una memoria no volátil, manteniendo así sus parámetros en caso de pérdida del suministro eléctrico.
- Deberán tener, al menos, las siguientes características:
 1. Actualización del firmware en línea.
 2. Incluir al menos 20 VCRs (Virtual Communication Relationships) y 20 enlaces (Links)
 3. Incluir al menos 20 bloques de funciones
 4. Ejecución de bloques estándares
 5. Terminales de conexión insensibles a la polaridad
 6. Corriente consumida menor a 20 mA (cuando no se amplifica una señal, quiescent current)
 7. Última versión de los ITK tests.
 8. Configuración a través de software que cumpla con el estándar IEC 61804
 9. Deberán contener los siguientes bloques de funciones: Entrada análoga, Salida Análoga, Lazo PID, Selector de entrada, Aritmético, Caracterizador de señal, Integrador, Selector de Control, Divisor de salidas (output Splinter), Entrada Discreta, Salida Discreta, Razón, Cargador Manual y Bias.
 10. Los bloques de función deberán tener un tiempo de ejecución máximo de 20ms.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 35 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

11. Deberán contar con la función para deshabilitar los bloques de función que no se utilicen, de modo de minimizar el tiempo de ejecución.
12. Deberán proporcionar los medios para generar alarma de la variable de proceso, directamente en su bloque de entrada análoga. Dicha alarma deberá estar disponible en formato lógico (cierto/falso) y debe ser posible su conexión a otro bloque de función.
13. Deberán soportar como mínimo los siguientes métodos:
 - Ajuste de Cero.
 - Ajuste de Trim alto y bajo.
 - Recuperación de datos de fábrica.
 - Actualización del firmware.

8.2.3.3 Medidores de Nivel

Los medidores de nivel podrán ser Ultrasónicos, Láser, Radar, Transmisores de Presión Diferencial (D/P Cell), etc. Las Hojas de Datos (HD) definen el tipo o tipos de medidores de nivel a usar, sin embargo, el Proveedor podrá proponer otro tipo al definido en la HD basado en su experiencia y la experiencia de fábrica.

Los medidores de nivel deben estar constituidos por un conjunto emisor/receptor y un transmisor electrónico de tecnología basada en microprocesadores para el procesamiento de la señal y para hacer cambios de rango de calibración por medio de un teclado alfanumérico.

El montaje del transmisor debe ser remoto respecto del sensor. El o los cables necesarios para la conexión del emisor/receptor ultrasónico al transmisor, deben ser suministrados por el Proveedor con un largo mínimo de 10 m.

El emisor y el receptor deben ir alojados en un solo cuerpo o según se indique en la Hoja de Datos.

La electrónica debe proveer un algoritmo de medición o sistema para filtrar la señal de retorno y así eliminar ruidos, con el objeto de minimizar los efectos de superficie agitada, espuma o manto espumoso, vapor de agua, y debe también mantener el último valor de la salida analógica.

Estos instrumentos deben poseer compensación automática de los efectos sobre la medición a causa de la variación en la temperatura ambiente.

Los Instrumentos deben ser inmunes a las interferencias de RF y ruidos acústicos originados por equipos industriales de procesamiento de mineral como correas transportadoras, agitadores, bombas y otros equipos eléctricos o mecánicos.

Los transmisores deben entregar una salida de las características indicadas en la Hoja de Datos.

El transmisor debe tener indicación local de tipo digital, en unidades de % del nivel máximo.

8.2.3.4 Transmisores de Presión

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 36 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Los sensores de presión deben ser del tipo celda capacitiva. El Proveedor podrá ofrecer otro principio de funcionamiento basado en su experiencia y recomendaciones de Fábrica acorde con la aplicación, la aprobación de su uso será por parte de Codelco.

Los transmisores deben ser electrónicos de tecnología HART o digitales, salvo que se indique lo contrario en la Hoja de Datos. En el caso de transmisores de salida análoga, deben ser de dos alambres, con una impedancia de carga mínima de 600 Ohm y para una alimentación de 24 Vcc.

Los transmisores deben tener indicador local del tipo digital, con lectura directa en unidades de ingeniería (SI), de acuerdo al rango de calibración indicado en la Hoja de Datos.

Todos los transmisores deben tener ajustes de cero y "span". Para efectuar dichos ajustes no debe requerirse dispositivos especiales de programación, tipo "handheld".

Todos los instrumentos deben ser inmunes a golpes y vibraciones, y estar diseñados para operar bajo las condiciones generales descritas en el Capítulo 6 de la presente especificación, y las particulares descritas en el documento condiciones de Sitio, emitido por el proyecto.

La conexión a proceso, cuando se trate de aire y agua limpia, debe ser de ¾" NPT, a menos que se indique algo diferente en la Hoja de Datos.

Los transmisores de presión para los servicios con exceso de impureza o fluidos corrosivos deben tener un sello de diafragma de 2 ó 3", según se indica en las Hojas de Datos. La conexión de salida del sello de diafragma al transmisor será de ½" NPT, por la parte inferior del cuerpo del instrumento, de acuerdo a lo indicado en las Hojas de Datos.

Todos los elementos conectados a proceso mediante flanges, utilizarán flanges normalizados ANSI 150# RF, salvo indicación contraria.

Todas las partes en contacto con el proceso deben ser de SS-316, a menos que se indique algo diferente.

Los transmisores deben tener secciones separadas para la electrónica y la conexión eléctrica. Ellas deben ser selladas para impedir la entrada de humedad.

Todos los instrumentos deben suministrarse con los elementos y accesorios necesarios para satisfacer el tipo de montaje especificado en las Hojas de Datos y, además, adjuntar el certificado de calibración del instrumento.

Se deberá considerar una válvula manual de 2 o 3 vías, dependiendo si se trata de un transmisor de presión simple o uno diferencial. Esta válvula debe aislar el transmisor de presión para efectos de calibración. El material de esta válvula y sus accesorios debe ser compatible con las características corrosivas o erosivas del fluido a medir.

8.2.3.5 Válvulas de Control Regulatorio y Corte Abrir/Cerrar (On/Off)

- a) Generalidades

 VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS	CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	SGP-02AUT-ESPTC-00003 Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 37 de 60
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

Las válvulas cubiertas por la presente especificación son utilizadas para el control de flujo en cañerías de proceso de agua industrial, reactivos, pulpa de mineral de cobre, soluciones electrolíticas, combustibles, aire comprimido, etc.

Cada válvula debe ser de fabricación estándar, para servicio continuo y de diseño probado para ser usada en las condiciones ambientales indicadas en la Especificación de Condiciones de Sitio emitida por el proyecto y para el tipo de fluido cuya caracterización física y química se especifica en la Hoja de Datos.

Las válvulas deben ser suministradas con las partes y accesorios necesarios para satisfacer el tipo de montaje definido en las Hojas de Datos.

Todos los accesorios de las válvulas, tales como posicionadores, válvulas solenoides, etc., especificados en las Hojas de Datos deben suministrarse montados sobre la válvula y/o actuador, interconectados y probados en fábrica.

La posición de falla de las válvulas es especificada en la Hoja de Datos respectiva, de acuerdo con la aplicación.

Todas las válvulas deben tener un volante de accionamiento manual.

Cualquier dispositivo necesario para la calibración y/o mantención de la válvula debe ser incluido como parte del suministro, en cualquier caso, para efectuar dichos ajustes no debe requerirse dispositivos especiales de programación, tipo "handheld".

b) Diseño y Construcción

El Proveedor, con los antecedentes entregados en las Hojas de Datos, debe seleccionar la válvula, su tamaño y el material de construcción para cada aplicación. No obstante, el Ingeniero, revisará la propuesta del Proveedor y hará los cambios que procedan.

El Proveedor debe incluir como parte de su oferta, la memoria de cálculo de dimensionamiento para todas las válvulas de control incluidas en la oferta, incluyendo condiciones de flujo restringido y predicción de nivel de ruido para las condiciones de operación indicadas en las Hojas de Datos.

Los sellos del vástago deben ser de material y tipo adecuado a las condiciones de operación especificadas en las Hojas de Datos.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 38 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

c) Cuerpo

El cuerpo de cada válvula se debe especificar en la Hoja de Datos respectiva. El Proveedor podrá cotizar en forma alternativa, un cuerpo que, según su experiencia, satisfaga en mayor grado cada requerimiento.

Las válvulas estarán agrupadas en los siguientes tipos de válvulas de control regulatorio:

- Válvulas de control regulatorio: Estas válvulas serán del tipo “Diafragma”, “Globo”, “Bola” o tipo “Mariposa”, etc.
- Válvulas de corte abrir/cerrar: Estas válvulas serán del tipo “Diafragma”, “Globo”, “Bola”, “Mariposa”, tipo “Cuchillo”, etc.

d) Actuadores

El Proveedor de la válvula también es el responsable por la selección y dimensionamiento del actuador, basado en los requerimientos normales de torque y carrera de la válvula, para las condiciones de proceso señalados en las Hojas de Datos.

Los actuadores deben estar diseñados para su montaje directo sobre la válvula, sin necesidad de incurrir en modificaciones en el diseño original de la válvula.

Los actuadores pueden ser del tipo neumático, hidráulico o eléctrico, según se indique en las Hojas de Datos.

En el caso de las válvulas de control regulatorio, el actuador incluirá un posicionador adecuado para operar con comunicación digital o con una señal de 4-20 mA cc, a fin de modular en forma continua la posición de la válvula, desde completamente cerrada a completamente abierta. Estas válvulas deben incorporar un transmisor de posición que entregue una señal digital vía bus de campo o una señal análoga aislada 4 - 20 mA + HART, para monitorear en forma remota la posición de la válvula. En caso de comunicación digital, la señal de posición se transmite por el cable de comunicación o vía inalámbrica:

- Foundation Fieldbus
- Profibus
- DeviceNet
- Ethernet

Los actuadores que son parte de un lazo de control regulatorio deberán soportar, a lo menos, 1200 arranques por hora.

Los actuadores neumáticos para válvulas de corte deben operar con aire de instrumentación de 620 kPa (90 Psi), punto de rocío (dewpoint) 3°C, libre de polvo y humedad, equivalente a la Clase 4 de la Norma ISO 8573.1.

Los actuadores neumáticos para las válvulas de control regulatorio deben ser del tipo diafragma.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 39 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

La condición de falla (F.O. / F.C.) es especificada en forma particular para cada válvula e indicado en las Hojas de Datos.

Los interruptores de límite deben ser del tipo magnético para indicar posición abierta/cerrada de la válvula, cuando sean especificados, deben tener dos (2) contactos SPDT para 2 Amp, 120 Vca, con protección NEMA 4X y con entrada para conduit eléctrico de ½" NPT.

8.2.3.6 Medidores de Flujo Volumétrico

Los medidores de flujo volumétrico podrán ser Ultrasónico, Pitot promediador, Parshall (medición de flujo en canales abiertos, generalmente en base a medición de nivel ultrasónico), Sonar, Vortex, Magnético, Turbina, Placa Orificio, Doppler, etc. Las Hojas de Datos (HD) definen el tipo o tipos de medidores de flujo volumétrico a usar, sin embargo, el Proveedor podrá proponer otro tipo al definido en la HD basado en su experiencia y la experiencia de fábrica, para la aprobación por Codelco.

A continuación se describen aspectos generales de algunos de medidores de flujo volumétrico:

- Pitot promediador
 1. El material de construcción del tubo Pitot promediador será recomendado por el proveedor de acuerdo a las características del flujo dado a conocer en la Hoja de Datos.
 2. Debe ser del modelo con válvula de corte para permitir sacarlo sin necesidad de parar el proceso donde ha sido instalado.
 3. Debe tener todos los accesorios que permitan la conexión del "tubing" de acero inoxidable al transmisor de presión diferencial.
 4. Igualmente debe traer la copla de tipo soldada para conectarlo a la cañería de proceso.
- Medidores de Flujo Tipo Magnéticos
 1. Usados para líquidos, todos los Flujómetros Magnéticos deben ser de fabricación estándar y deben operar con señales normalizadas (digitales o análogas) y de acuerdo a lo solicitado en la información técnica indicada en la Hoja de Datos.
 2. Los rangos de operación y las características específicas de cada Instrumento se indican en la información técnica contenida en la Hoja de Datos.
 3. Los flujómetros deben tener su unidad electrónica remota de tecnología basada en microprocesador, con indicación digital y totalización, en unidades de ingeniería (SI), además deben tener respaldo de la configuración, al menos por un período de seis (6) meses en caso de una falla en la alimentación eléctrica o cuando esté en servicio de mantenimiento. También deben incorporar un teclado alfanumérico para ajuste de rango.
 4. Cualquier dispositivo necesario para la calibración y/o mantención del instrumento, debe ser incluido como parte del suministro en la oferta, incluyendo su precio. De todas

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 40 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

maneras se preferirá que el transmisor tenga un teclado dedicado, no removible, para este objeto.

5. Los Flujómetros Magnéticos deben operar con una conductividad mínima del fluido de 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
6. La exactitud mínima aceptable es de $\pm 0,5\%$ para un flujo entre el 10% y el 100% del flujo máximo.
7. Los transmisores deben ser digitales o análogos de tecnología HART, según se indique en la Hoja de Datos. En el caso de transmisores análogos de dos o cuatro alambres, deben tener una impedancia de carga mínima de 600 Ohm, aislada y salida de pulso configurable para totalización.
8. Los tubos de medición deben ser excitados con pulsos de corriente continua desde el transmisor, salvo que la aplicación recomiende otra tecnología según experiencia del Proveedor y Fábrica.
9. Todos los instrumentos deben ser calibrados en fábrica de acuerdo a los rangos y características del fluido señalados en la información técnica indicada en la Hoja de Datos. El rango de calibración debe ser fácilmente cambiado sin retirar el flujómetro desde el proceso. El Proveedor indicará los métodos de calibración del instrumento.
10. Los instrumentos deben ser suministrados con partes y accesorios necesarios para satisfacer el tipo de montaje indicado en la Hoja de Datos.
11. En caso de requerirse, se deben incluir anillos de conexión a tierra o electrodos de referencia.
12. La unión del sensor a la línea de proceso, se debe realizar mediante flanges normalizados (ANSI B.16.5), según se indique en la Hoja de Datos. El tubo sensor en lo posible, será soportado solamente desde estos flanges.
13. El tubo debe permitir el cambio de los electrodos sin necesidad de cortar el flujo de la solución. El Proveedor debe establecer para qué diámetros está disponible esta opción.
14. Las bobinas deben estar impregnadas con material epóxico y ser inmunes a inmersiones accidentales.
15. Los instrumentos deben soportar la presión estática y temperatura que se indica en la Hoja de Datos. Las empaquetaduras, en caso de ser necesarias, deben ser provistas con el instrumento.
16. Los cables de interconexión entre el sensor y transmisor deben ser suministrados por el Proveedor con un largo mínimo de 20 m.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 41 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

17. El espesor y el tipo de material del tubo (en caso de requerirse) debe ser el que recomienda el Proveedor para las condiciones de operación y del fluido de proceso. Este tipo de material debe recubrir todo el tubo, incluyendo los flanges.
18. Los flujómetros deben operar en forma correcta independientemente de la dirección del fluido.
19. Los flujómetros deben tener ajuste automático del cero y auto diagnóstico permanente.

8.2.3.7 Manómetros

El elemento sensor de presión de los manómetros debe ser del tipo Bourdon helicoidal. El material del sensor y las partes en contacto con el fluido del proceso se deben seleccionar conforme a las características del fluido a medir. Para propósito general se prefiere acero inoxidable SS-316. Para ácido clorhídrico se prefiere diafragma de tantalio y partes en contacto de Hastelloy B. Con cloruro férrico se prefiere diafragma de tantalio y partes en contacto de Hastelloy C. El material seleccionado deberá ser especificado en la Hoja de Datos.

Los manómetros para los servicios con exceso de impurezas o fluidos corrosivos deben tener un sello de diafragma, según se indique en las Hojas de Datos.

Los manómetros deben tener un dial de 4" ó 100 mm, con escala calibrada en kPa/Psi. Los números y escalas serán de color negro sobre fondo blanco.

La exactitud del instrumento debe ser como mínimo del 1% de la escala total.

El líquido de relleno para atenuar vibraciones o pulsaciones deberá ser silicona o glicerina.

8.2.3.8 Interruptores de Nivel

Los interruptores de nivel, según su aplicación y el tipo de material o fluido, podrán ser Capacitivos, de Conductancia, Tilt, Flotador, Microondas, Presión, Vibración, etc. Las Hojas de Datos (HD) definen el tipo o tipos de interruptor de nivel a usar, sin embargo, el Proveedor podrá proponer otro tipo al definido en la HD basado en su experiencia y la experiencia de su fábrica, para la aprobación por Codelco. A continuación se especifican detalles del interruptor tipo capacitivo por el buen desempeño en las plantas de beneficio de la Gran Minería del Cobre.

- Interruptores de Nivel Capacitivo
 1. Los interruptores de nivel están compuestos por sondas de nivel tipo capacitivas y una unidad electrónica remota.
 2. La unidad electrónica debe tener una salida de alarma con dos contactos secos tipo punto común y doble salida (SPDT: Single pole double throw) con una capacidad de 2 A, 120 Vca. Esta unidad debe tener una indicación luminosa del estado del relé de alarma.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 42 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. La unidad electrónica debe estar protegida por un gabinete NEMA 4 o 4X, siendo su clasificación de área eléctrica de propósito general, al menos que se especifique otra en las Hojas de Datos.
 4. Los interruptores de nivel deben tener compensación por la acumulación de material en la sonda.
- Interruptor tipo microondas
 1. La unidad electrónica debe ser de tipo remoto, no incorporada en una unidad con el emisor y el receptor.
 2. La unidad electrónica deberá tener al menos dos contactos secos tipo SPDT, con capacidad 2A, 120 Vca. Los contactos deben operar con una frecuencia de hasta 1Hz y deberán tener una vida útil superior a 10^5 conmutaciones a plena carga.
 3. La potencia máxima de la señal producida por el emisor no deberá exceder los 100mW e.i.r.p (equivalent isotropically radiated power).
 4. La unidad electrónica deberá estar protegida en un gabinete NEMA 4 o NEMA 4x, según su ubicación.
 5. El cuerpo del emisor y del receptor deberá ser de acero inoxidable 316 (SS-316).
 - Interruptores Tipo Tilt
 1. Este tipo de instrumento debe estar compuesto por un interruptor que, al ser inclinado, actúa cerrando su contacto eléctrico.
 2. La unidad electrónica debe ser capaz de detectar falsos cierres del contacto (rebotes), como también detectar el tiempo de permanencia del contacto eléctrico en posición cerrado, con el objeto de considerar el estado como válido.
 3. En estos tipos de interruptores, la unidad electrónica debe tener una salida de alarma con dos contactos secos tipo SPDT con una capacidad de 2 A, 120 Vca. Esta unidad debe tener una indicación luminosa del estado del relé de alarma. El estado a transmitir como estado de alarma debe ser contacto abierto.
 4. La unidad electrónica debe estar protegida por un gabinete NEMA 4 o 4X, siendo su clasificación de área eléctrica de propósito general, al menos que se especifique otra en las Hojas de Datos.
 - Interruptores de Nivel Tipo Flotador
 1. El flotador de este tipo de interruptor debe ser del material indicado para soportar el fluido definido en la hoja de datos. El interruptor, al ser inclinado el flotador, actúa cerrando su contacto eléctrico.
 2. La unidad electrónica debe ser capaz de detectar falsos cierres del contacto (rebotes), como también detectar el tiempo de permanencia del contacto eléctrico en posición cerrado, con el objeto de considerar el estado como válido.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 43 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. La unidad electrónica debe tener una salida de alarma con dos contactos secos tipo SPDT con una capacidad de 2 A, 120 Vca. Esta unidad debe tener una indicación luminosa del estado del relé de alarma. El estado a transmitir como estado de alarma debe ser contacto abierto.

8.2.3.9 Medidores de Temperatura

Los principales elementos primarios de medición de temperatura utilizados actualmente en Codelco son las termocuplas y las termoresistencias (RTD). La utilización de sensores en base a radiación (dos colores), emisión infraroja y fibra óptica deberá ser estudiada caso a caso.

- Termopares
 1. Características generales
 - a) Los termopares a usar deben cumplir la norma ANSI/ISA MC 96.1.
 - b) La termocupla se define por lo general según el rango de temperatura que se quiere medir, y las condiciones del medio donde se instalará el elemento sensor.
 - c) Deben llevar en el extremo más frío del termopar el nombre del fabricante de origen y el tipo de termopar de que se trate, grabado de forma indeleble.
 - d) El conductor del termopar, para un diámetro exterior de la funda de 6 mm ó ¼" será el siguiente:
 - 16 AWG (1,29 mm de diámetro) para termopares simples
 - 19 AWG (0,91 mm de diámetro) para termopares dobles
 - La funda o vaina (termopozo) de protección se define en cada caso en las Hojas de Datos, dependiendo del servicio del instrumento, sea este servicio en fluidos corrosivos, abrasivos o ambos:
 - e) El tipo y material de la funda o vaina deberá estar estampado en el extremo de sujeción al cabezal.
 2. Caja de conexiones del Termopar
 - a) La cabeza de conexiones del termopar debe ser preferentemente en aluminio fundido con pintura adecuada para la protección galvánica y corrosión. En los lugares donde la temperatura ambiental sea muy alta, se podrá sustituir el material de la cabeza del termopar por hierro fundido o cerámica.
 - b) La cabeza del termopar dispondrá de tornillos de toma de tierra, tanto en el interior como en el exterior de la caja.
 - c) El conjunto termopar cabeza debe permitir conexiones estancas (mínimo de IP-65) y ser antideflagrante, dependiendo de la Clasificación eléctrica del área donde deba

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 44 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

instalarse. El conjunto debe venir unido por medio de una cadena de 5 cm mínimo y de material adecuado a las condiciones ambientales de instalación.

- d) Los conductores del termopar deben conectarse en el cabezal sin empalmes ni soldaduras. Estos conductores deben ser identificados y aislados en tubo termorretráctil con los colores normalizados.

3. Certificados

- a) Los termopares se suministrarán con los certificados de calidad y de calibración del fabricante del termopar.
- b) Las pruebas se realizarán de acuerdo con las normas ASTM E 230 y ASTM E 235.
- c) Una vez realizadas las pruebas, se debe comprobar el aislamiento entre los hilos del termopar y la funda, el cual no debe ser inferior a 100 Megohm a una tensión de prueba de 100 V cc. Después de realizar la prueba en caliente con una temperatura de referencia, se procederá a una nueva prueba de aislamiento entre los hilos del termopar y la funda, donde las medidas obtenidas no deben ser inferiores a 5 Megohm, para una tensión aplicada de 50 V cc.

4. Cables de compensación

Cuando sea necesario llevar la señal del termopar desde el cabezal hasta el instrumento de medición, se debe usar conductores de compensación. Estos conductores de compensación deben tener la misma composición del material de los hilos del termopar, ó, que tengan las mismas características termoeléctricas que los hilos del termopar.

Los cables de compensación o extensión a utilizar deben tomar como referencia la norma ANSI / MC 96.1.

- Termoresistencia (RTD)

1. Características generales

Para proteger los conductores de la vaina, el aislante a considerar puede ser el Óxido de Magnesio extrudido.

Los conductores de extensión desde de la RTD al cabezal, deben ser de Constantán con una sección mínima de 0,2 mm² y eléctricamente soldadas a la RTD.

Los colores de los conductores de la RTD, debe ser de acuerdo con la norma IEC 751.

Para aplicaciones normales se utilizarán RTD de tres hilos y para cuando se requiera una mayor precisión se utilizarán RTD de cuatro hilos.

2. Caja de conexiones de termoresistencias

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 45 de 60</p>

El cabezal de la RTD debe ser preferentemente en aluminio fundido con pintura adecuada para la protección galvánica y corrosión. En los lugares donde la temperatura ambiental sea muy alta, se podrá sustituir el material de la cabeza de la RTD por hierro fundido o cerámica.

La cabeza de la RTD dispondrá de tornillos de toma de tierra, tanto en el interior como en el exterior de la caja.

El bloque de terminales será cerámico y con un montaje flotante que permitirá extraer el elemento sin sacar la cerámica.

3. Certificados

Las RTD se suministrarán con los certificados de calidad y calibración del fabricante, según la norma IEC 751.

Una vez realizadas las pruebas, se comprobará el aislamiento entre los hilos de la RTD y la funda, el cual no debe ser inferior a 100 Megohm con una tensión de prueba de 100 V cc. Después de realizar la prueba en caliente con una temperatura de referencia se procederá a una nueva prueba de aislamiento entre los hilos del termopar y la funda y las medidas obtenidas no serán inferiores a 5 Megohm para una tensión aplicada de 50 V cc.

- Vaina de temperatura

1. Características generales

Las vainas deben ser construidas de forma general en acero inoxidable ASTM A 276 TP 316 ó 316L, salvo que no se especifique lo contrario en las Hojas de Datos.

Las vainas deben ser construidas en las calidades de material que a continuación se indican, teniendo en cuenta la temperatura de servicio:

Hasta 500° C	AISI 316L	Vaina en A-479	Tp 316L	Brida en A-182	Tp 316L
500° C a 850° C	AISI 316	Vaina en A-479	Tp 316	Brida en A-182	Tp 316
850° C a 1000°C	AISI 446	Vaina en A-479	Tp 446	Brida en A-182	Tp 446
-100° C a 0° C	AISI 304	Vaina en A-479	Tp 304	Brida en A-182	Tp 304

Se estampará en la brida el tipo y grado de material de que está construida.

2. Certificados

Las vainas se deben suministrar con certificados de calidad y pruebas, a saber:

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 46 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Certificado de materiales
Certificado de prueba hidráulica
Procedimiento de soldadura homologado
Certificado de pruebas con líquidos penetrantes

8.2.3.10 Transmisores de temperatura (mV/I, RTD/I)

- Características generales
 1. Los transmisores de temperatura de mV a Corriente, deben ser transmisores HART ó digital Foundation Fieldbus o Profibus de dos alambres.
 2. Los transmisores deben de preferencia para montaje remoto con o sin indicación local según se indique en la Hoja de Datos.
 3. Los ajustes de cero y máximo, deben ser independientes y sin interacción entre ambos y no ser accesibles desde el exterior.
 4. Los indicadores locales serán del tipo digital y alimentados por los 24 V cc del propio lazo de dos hilos y deben ser configurables para poder ajustar los rangos de medición.
- Caja del Transmisor
 1. Dispondrá de dos entradas de cables independientes usando con hilo 1/2" NPT cada una. Una para la entrada del cable de extensión termopar o RTD, y otra para el cable de la señal de salida.
 2. Dentro de la caja se dispondrá de bornes independientes para la conexión del cable de extensión del termopar o RTD y el cable de señal de salida.
 3. La caja debe disponer de tornillo de puesta a tierra en su interior y su exterior.
 4. El transmisor se suministrará con el accesorio adecuado para el montaje sobre tubo de 2", o montaje en panel según se indique en las Hojas de Datos

8.2.3.11 Medidor de pH

El medidor de pH debe estar formado por la Sonda de Medición y el Transmisor de la señal de pH. Este transmisor debe ser para instalación remota.

- Sonda de Medida
 1. La sonda debe ser para uso industrial y para el fluido e instalación indicado en la Hoja de Datos.
 2. La sonda debe considerar sensor de temperatura para compensar por temperatura la medición de pH.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p>
	<p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 47 de 60</p>

3. El electrodo de medida y el de referencia, deben ser de rápido cambio y sin necesidad de cambiar el cable de conexión con el transmisor de señal de pH.

- Transmisor de señal

1. La señal de salida de transmisor, es decir, la señal de la medida de pH, debe ser digital y conectada a bus de campo o de 4 - 20 mA, según se indique en la Hoja de Datos.

2. En caso de transmisor análogo, debe ser de dos (2) hilos y alimentado en 24 V cc, salvo que en la Hoja de Datos se indique otra cosa.

3. La impedancia mínima de salida del transmisor debe ser de 600 Ohmios.

8.2.3.12 Termómetros

- Generalidades

1. A parte de las Normas y Códigos indicadas el capítulo 4, se deben considerar específicamente, las indicadas a continuación:

- API RP 551 Processing Measurement Instrumentation
- ANSI B.1.20.1 Pipe threads, general purpose
- ANSI B.16.5 Pipe flanged and flanged fitting
- ASTM E 230 Limites de temperatura

2. Para la medición local de temperaturas, existen dos modos típicos, uno es usando termómetros bimetalicos, la otra alternativa es el uso de termómetros de bulbo lleno. Sus características, las principales, se muestran en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICA	BIMETAL	TERMICO (Bulbo lleno)
Rango de medida ° C	-75@540° C	0@300° C
Margen de calibración mínimo	50° C	28° C
Exactitud	±1% (0,5 a 11° C)	±0,5 a ±2% (±2,75° C)
Repetibilidad	±0,25%	±0,25%
Linealidad	Buena	Buena para clases I, III y V. Clase II no lineal.
Atmósferas de trabajo	No afecta	Depende del material del bulbo.

3. Para las indicaciones locales se usarán preferentemente termómetros bimetalicos.

4. Todos los termómetros, independientemente del tipo que sean, deben llevar una vaina termométrica que estará en contacto con el fluido de proceso. El material de fabricación de la vaina será de acero inoxidable AISI-316, salvo que se especifique otro tipo de material en la Hoja de Datos.

5. La exactitud de los termómetros debe ser menor o igual +/- 1% del fondo de escala.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 48 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6. Las escalas de temperatura serán las siguientes:

-70 @ +30, -50 @ +50, -30 @ +50, -20 @ +60, 0 @ +60, 0 @ +80, 0 @ +100,

0 @ +120, 0 @ +160, 0 @ +200, 0 @ +250, 0 @ +300, 0 @ +400, 0 @ +500 y 0 @ +600 °C

- Termómetros bimetálicos
 1. La conexión de la vaina de medida al termómetro debe ser por la parte posterior y articulada.
 2. La temperatura máxima aconsejable para los termómetros bimetálicos es de 400° C y no se deben usar para temperaturas por debajo de 0° C.
- Termómetros de bulbo
 1. Los termómetros de bulbo pueden ser del tipo de dilatación de líquido o de presión de gas inerte.
 2. El capilar de los termómetros irá protegido con armadura flexible de SS-316. La longitud máxima del capilar no debe superar los 6 m.
 3. Los termómetros de bulbo de gas se utilizan para medir temperaturas muy alejadas de la temperatura ambiente.

8.2.3.13 Medidor de Conductividad

- Sonda de Medida

Las características básicas de una sonda de medida de Conductividad deben ser las siguientes:

1. Independiente de cual sea el principio de medición utilizado, la sonda debe ser de inmersión.
2. Para una lectura más exacta, la sonda debe considerar la medición de temperatura para compensar la medición.
3. El proveedor, debe revisar y definir claramente las condiciones máxima y mínima de funcionamiento de la sonda de medida, considerando:
 - Presiones (máxima y mínima) de trabajo de la sonda de medida.
 - Temperaturas (máxima y mínima) de trabajo de la sonda de medida.
 - Incompatibilidades mecánicas o químicas de la sonda con el fluido de proceso.

- Transmisor

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 49 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

1. La señal de salida del transmisor debe ser digital (vía bus de campo) o de 4 - 20 mA con protocolo HART, según se indique en la Hoja de Datos.
2. En caso de transmisor análogo, debe ser de dos hilos y alimentado en 24 V cc, y con una impedancia de salida mínima de 600 Ohm como mínimo.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 50 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8.2.3.14 Medición en base a fuentes radioactivas

En general el criterio de diseño de automatización no recomienda el uso de instrumentación en base a emisiones ionizantes, e indica la obligatoriedad de demostrar que no existe otra alternativa de medición. A la fecha en el caso de medición de densidad en cañerías que transportan pulpas abrasivas, no se conoce otra solución, por lo cual se acepta el uso de densímetros nucleares, en tanto el mercado no disponga de otra alternativa.

- Requerimientos a cumplir por los densímetros nucleares
 1. Se deberá utilizar una fuente radioactiva de Cesio 137, la cual debe estar doblemente encapsulada en plomo y cada encapsulamiento con protección de acero inoxidable 316. El encapsulamiento deberá permitir la radiación solo en una dirección, sin exceder los 5 mR/hr en todas las demás direcciones.
 2. El encapsulamiento de la fuente radioactiva debe contar con dispositivo de cierre y un candado de seguridad para bloquear las emisiones en toda dirección.
 3. El detector deberá estar diseñado y construido conforme a lo especificado por la OSHA (Occupational Safety & Health Administration).
 4. La radiación fugitiva en la superficie del emisor y/o detector no deberá exceder los 5 mR/hr.
 5. El transmisor deberá contar con compensación automática del decaimiento de la fuente radiactiva.
 6. El transmisor deberá detectar automáticamente la condición de cañería vacía y entregar la alarma respectiva.
 7. El instrumento deberá ser calibrado en fábrica para el fluido a medir, y dentro del rango especificado (incluida la condición de cañería vacía). El fabricante deberá proveer láminas de calibración para 25%, 50%, 75% y 100% del rango de operación solicitado, que respondan fielmente al rango de medida especificado.
 8. El transmisor deberá ser digital, con comunicación por bus de campo, a menos se indique 4-20mA en Hojas de Datos.
 9. Los accesorios para montaje del emisor y del detector deberán ser parte del suministro.

8.2.3.15 Medidores de Flujo Másico

Aparte de las Normas y Códigos indicadas el capítulo 4, se deben considerar específicamente, las indicadas a continuación:

- API 550, Sect. 1 / API 551
- API / MPMS (Manual of Petroleum Measurement Standards).
 - a) Medidor de flujo másico tipo Coriolis
 1. Donde sea requerido, el transmisor debe especificarse para entregar las señales de salidas de caudal volumétrico, el caudal másico, la temperatura, densidad y de pulsos para totalización del flujo.
 2. La señal de salida del transmisor debe ser digital (vía bus de campo) o de 4 - 20 mA con protocolo HART, según se indique en la Hoja de Datos.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 51 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. En caso de transmisor con salida análoga, la impedancia de salida mínima del transmisor debe ser de 600 Ohm.
- b) Medidor de Flujo Másico tipo Térmico
1. El transmisor debe ser de dos hilos y alimentado en 24 V cc.
 2. La señal de salida del transmisor debe ser digital (vía bus de campo) o de 4 - 20 mA con protocolo HART, según se indique en la Hoja de Datos.
 3. En caso de transmisor con salida análoga, la impedancia de salida mínima del transmisor debe ser de 600 Ohm.
 4. Este tipo de medidores se basa en el efecto de dispersión térmica y miden directamente el caudal másico por inferencia.
 5. Deberá usar un tubo sensor de acero inoxidable 304 como mínimo.
 6. El principio de medición debe ser tal que no requiera compensación por temperatura o presión.
- c) Medición de Peso de Mineral en Correas Transportadoras
1. La medición del flujo másico en correas transportadoras se debe realizar con pesómetros del tipo gravimétrico.
 2. El Transmisor/Integrador de tonelaje debe ser para instalación remota, con comunicación digital vía bus de campo o de 4 - 20 mA con protocolo HART, según se indique en la Hoja de Datos.
 3. El número de polines del puente de pesaje dependerá del uso del pesómetro, para control o balance metalúrgico.
 4. La medición de peso de mineral para control se hará mediante pesómetros gravimétricos de uno o dos polines, con una precisión de 0,5%.
 5. La medición de peso para fines de balance de material se hará mediante pesómetros gravimétricos de cuatro polines, con una exactitud de 0,25% a 0,125%. Su instalación incluirá un sistema de calibración.
 6. Todos los pesómetros para balance metalúrgico deben ser provistos de cadena de calibración, huinche eléctrico y sistema de soporte, en cambio, los pesómetros requeridos para control deben ser provistos de barra de calibración.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 52 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7. Para el diseño del puente, elección de la celda de carga y cadena, se debe considerar que el valor del tonelaje nominal de correa debe quedar entre el 60 a 80% del rango máximo de instrumento.
8. Se deberá considerar en el suministro, el medidor de velocidad de la cinta, de tipo óptico y salida digital.

8.2.3.16 Analizadores de Gases

Los analizadores de gas (conjunto sonda, equipo de preparación de muestra, detector y transmisor) se utilizarán para control ambiental (protección de las personas), para información como variable de proceso y para información de emisiones de gas según regulaciones medioambientales.

Entre otros, se deberán considerar los siguientes componentes a medir:

- Monóxido de carbono (CO)
- Óxido de nitrógeno (NO₂)
- Monóxido de nitrógeno (NO)
- Óxido de azufre (SO₂)
- Hidrocarburos totales (THC)
- Hidrocarburos no metálicos (NMHC)
- Componentes orgánicos totales (TOC)

Según la medición de gas a efectuar, se definirá el tipo de instrumento y sus canales de detección. Para aplicaciones de control de condiciones ambientales, existen instrumentos compactos de 2 o 3 canales, siendo posible especificar el gas a medir en cada canal. Para mediciones en el proceso o a la salida de chimenea, se instalará sistemas multicanal conforme al proceso a monitorear (ejemplo: HCl, HF, H₂O, CO, CO₂, SO₂, NOX, NH₃, N₂O, O₂, TOC y NMHC, como ejecución estándar y otros gases a pedido). Tanto en el caso de las mediciones para control de proceso como las requeridas por regulaciones medioambientales, el equipo de medición deberá incluir otras variables y sus respectivos detectores (Humedad, temperatura, flujo de gas, etc.).

Los instrumentos deberán cumplir con las siguientes características:

- a) Cumplir con las normas nacionales e internacionales respecto de la aplicación específica donde son requeridos.
- b) Su fabricación deberá ser de calidad reconocida, aprobados por UL, FM, CSA o equivalente.
- c) Su sensibilidad y diseño serán compatibles con las condiciones y tipo de ambiente del sitio donde se instalarán (temperatura, humedad, altitud, atmosfera corrosiva, etc.).
- d) Tener un grado de protección según las condiciones ambientales del sitio, definidas en el respectivo documento emitido por el proyecto.
- e) Contar con aprobación NFPA 720.
- f) Contar con salida digital vía bus de campo o análoga de 4-20mA + HART, según se indique en la hoja de datos.
- g) Incluir como opcional una salida con contacto seco (SPDT), para 120Vca, 5A.
- h) En el caso de medición de gases requeridos por regulaciones medioambientales, aparte de cumplir la normativa chilena al respecto, debe contar con servidor OPC DA y/u otro protocolo de comunicación estándar.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página : 53 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- i) Ser inmunes a la interferencia de radiofrecuencias (RFI) desde una distancia de al menos 30cm.
- j) Ser insensibles a transientes del voltaje de alimentación, para evitar falsas alarmas y asegurar su estabilidad y confiabilidad.
- k) Incorporar un display LCD de al menos 3x16 caracteres para propósitos de indicación de valor medido, alarmas y configuración.
- l) Considerar en su programación y lógica de cálculo la densidad de los gases a ser controlados.

En la Hoja de Datos respectiva, se definirá cada uno de los medidores de gases, según la aplicación para la que será instalado.

8.2.3.17 Rotámetros

Aparte de las Normas y Códigos indicadas en el capítulo 6, se deben considerar específicamente, las indicadas a continuación:

- API RP 550, Sect. 1-8 / API RP 551.
- API / MPMS (Manual of Petroleum Measurement Standards).
- ISA RP 16.5 Installation, Operation, Maintenance Instructions for Glass Tube Variable Area Meters.
- ISA RP 16.6 Methods and Equipment for Calibration of Variable Area Meters.

Para los servicios de medida con transmisores de presión, los rotámetros, deben disponer de un regulador diferencial con válvula de aguja situada en la entrada del rotámetro cuando se trate de líquidos, y en la salida del rotámetro en el caso de gases. De esta manera se mantiene estable el caudal del fluido en el rotámetro.

8.2.3.18 Analizador en Línea de Leyes en Pulpas y Soluciones de Cobre

Este sistema tiene por objetivo medir en línea las concentraciones de elementos en las pulpas y soluciones, disminuyendo así los tiempos de medición, facilitando de este modo la oportunidad de controlar prácticamente en línea el proceso.

- **General**

Se ha descartado el uso de analizador de inmersión con cabeza de isótopo radiactivo, se prefiere el espectrómetro de fluorescencia de rayos X al cual converjan los flujos de pulpas primarias, pulpas de concentrados y soluciones de cobre.

- **Alcances**

El sistema deberá ser suministrado incluyendo todos los elementos necesarios para su correcta instalación y operación.

El Sistema de Análisis de Leyes en Línea será de funcionamiento automático. El Proveedor deberá garantizar una disponibilidad mínima de 98 %.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página :54 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

El suministro contendrá las siguientes partes, materiales y servicios:

1. Cortadores de Muestras de Pulpas y Soluciones de Cobre
2. Transporte de Muestras
3. Espectrómetro (Completo)
4. Construcción, montaje y Puesta en Marcha
5. Repuestos
6. Pruebas, Capacitación y Documentación

- **Mediciones**

A modo de referencia, el equipo deberá entregar mediciones de Cu, Mo, Fe, As, Ni, Bi, % sólido, cuyo detalle se indicará en Hoja de Datos. El Proveedor debe indicar la cantidad de canales adicionales que pueden ser incorporados en forma modular.

- **Condiciones de Operación**

Todo el diseño del sistema debe considerar y cumplir con la clasificación eléctrica de áreas de riesgo en el cual será instalado. En las áreas clasificadas, se privilegiará el diseño de seguridad intrínseca y deberá operar correctamente en las condiciones ambientales del sitio de la instalación y de acuerdo a los requerimientos definidos por el proyecto.

Los equipos e instrumentos operarán a la intemperie o interior según el lugar de muestreo, 24 horas diarias, siete días por semana y 365 días al año, en trabajo de servicio pesado (Heavy Duty). El proveedor debe incluir en su suministro las protecciones y/o casetas para instalación y/u operación local.

El equipo y sus accesorios deberán protegerse contra la corrosión en ambiente húmedo agresivo con pinturas adecuadas al servicio.

- **Protocolo de comunicaciones**

El analizador deberá contar con interfase de comunicación vía bus de campo o mediante OPC Server DA.

8.2.4 REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD

Los equipos e instrumentos deben tener considerados los aspectos de seguridad desde su diseño, con el objeto de asegurar dispositivos seguros en las etapas de fabricación, instalación, puesta en marcha y operación.

8.2.5 REQUERIMIENTOS DE MANTENIBILIDAD Y CONFIABILIDAD

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página :55 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Los equipos e instrumentos deben tener considerados los aspectos de mantenibilidad y confiabilidad desde su diseño, con el objeto de asegurar dispositivos mantenibles y confiables en las etapas de fabricación, instalación, puesta en marcha y operación.

La información que debe proporcionar el proveedor está contenida en el documento Información requerida de los proveedores de equipos, para el análisis de mantenibilidad y confiabilidad de los proyectos de inversión, VCP-GPMM-BT-001.

Además, el proveedor deberá dar cumplimiento a lo establecido en el documento “Requerimientos de Mantenibilidad y Confiabilidad” emitido por el Proyecto.

Ambos documentos serán entregados a los proveedores adjuntos a las bases de licitación.

8.2.6 CONDICIONES DE ENTREGA

8.2.6.1 Pinturas y terminaciones

Todas las partes del instrumento expuestas al ambiente deben estar protegidas con un tratamiento de pintura adecuado para las condiciones ambientales definidas para el proyecto.

El tratamiento de pintura, es decir, la preparación de superficies y el pintado, debe ser hecho en fábrica de acuerdo a especificaciones estándares del fabricante, las que deben ser indicadas en la oferta.

8.2.6.2 Inspección y pruebas

El Proveedor debe proporcionar toda la información necesaria y suficiente al Cliente o Representante del Cliente, que certifique el plan de control y aseguramiento de calidad del diseño, fabricación y calibración de los instrumentos.

El proveedor debe entregar certificado de las pruebas de comunicación de los instrumentos suministrados.

Los instrumentos y equipos suministrados serán completamente probados y calibrados en fábrica antes del embarque, de acuerdo con los procedimientos estándares del fabricante y las normas señaladas en el Capítulo 6 para garantizar el funcionamiento apropiado en los rangos y condiciones indicadas en las Hojas de Datos.

El Proveedor debe entregar todos los documentos de certificación que correspondan, en cuanto al cumplimiento de las normas, calidad de los materiales, pruebas y calibración de los instrumentos.

El Proveedor debe avisar con la debida anticipación antes del embarque o la entrega de los instrumentos, para coordinar la inspección final en fábrica o en dependencias del representante. Las inspecciones parciales no eximen al Proveedor de su garantía sobre los instrumentos y accesorios suministrados.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 56 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Si un instrumento no cumple en operación los requerimientos especificados, el Proveedor debe efectuar todas las correcciones necesarias en un plazo máximo de 48 horas.

8.2.6.3 Información Técnica, Herramientas y/o equipos especiales

El Proveedor deberá entregar por cada equipo e instrumento un manual de calibración, operación y mantenimiento en idioma español.

El proveedor deberá entregar toda la información relacionada con el suministro de los instrumentos y equipos en idioma español.

El proveedor deberá suministrar junto con los instrumentos y equipos solicitados, todas las herramientas y/o equipamientos especiales necesarios para la instalación, calibración, mantenimiento y servicio.

El proveedor proporcionará toda la información técnica, planos, y documentos correspondientes a los instrumentos y equipos suministrados, de acuerdo a los requerimientos indicados en el formulario Compromiso de planos y documentos del proveedor ("Vendor drawing and data commitment), preparado por el proyecto y entregado al proveedor.

Todos los planos y documentos que entregue el Proveedor utilizarán las unidades de medida del Sistema Internacional (SI).

Al menos la documentación indicada a continuación deberá ser enviada al comprador para su revisión:

1. Estándares de montaje típicos del proveedor.
2. Dimensiones y peso de los instrumentos o equipos.
3. Lista de materiales con cubicaciones (Bill of material: BOM), incluyendo materiales propios y de terceros.
4. Manual de instalación y de mantenimiento.
5. Manual de operación del equipo o instrumento.
6. Manual de calibración.

8.2.6.4 Preparación para embarque

Los instrumentos suministrados deben tener una placa de identificación metálica, de acero inoxidable sujeta con remaches al cuerpo del equipo, esta placa tendrá grabado el número de TAG asignado al instrumento, con letra de 10 mm de alto, además se deberá indicar marca, modelo y número de serie del instrumento. El rango de calibración, alimentación eléctrica, señal de salida y demás características técnicas, deberán ser indicadas en la Hoja de Datos del instrumento que deberá ser llenada y/o completada por el proveedor.

 VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS	CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	SGP-02AUT-ESPTC-00003 Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 57 de 60
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

Los cables proporcionados con los instrumentos deben ser etiquetados en ambos extremos, indicando el instrumento al que pertenecen y el conector en el que se enchufarán.

El Proveedor debe proteger y embalar los instrumentos y accesorios suministrados, de acuerdo a los requerimientos de un embarque de exportación, a fin de prevenir cualquier daño físico durante el transporte.

Cada instrumento y sus accesorios deben ser despachados como unidades completas y serán enviados en cajas cerradas a prueba de agua, capaces de soportar el manejo duro durante su transporte. Los equipos contenidos en una caja deben ser cuidadosamente fijados y acomodados dentro de ella. Si por su tamaño y peso resulta de difícil manipulación por personas, la caja debe ser montada sobre una parrilla de madera (pallet) adecuada para ser levantada y transportada por una grúa horquilla.

El conjunto embalado debe garantizar suficiente rigidez y resistencia para soportar el transporte de los equipos por vía terrestre, marítima o aérea y las operaciones de carga, descarga y almacenamiento en bodega. Las partes que puedan ser afectadas por humedad, deben ser selladas con material impermeable y disponer en su entorno elementos higroscópicos.

Los equipos deben ser enviados al nombre y dirección indicada en la Orden de Compra.

Las cajas de embalaje estarán marcadas en forma clara e indeleble con número de orden de compra y marcas con instrucciones para carga y descarga durante el embarque y transporte. Además, deben contener una lista de partes de su contenido, señalando el número de la orden de compra, el número del equipo o TAG, y su descripción. Los repuestos, planos y catálogos (incluyendo manual de instalación, operación y mantenimiento) deben ser embalados separadamente, con la identificación adecuada.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p>ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p>SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2</p> <p>Vigencia : 31/08/2017</p> <p>Página :58 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

8.2.7 GARANTÍAS

El Proveedor será responsable de todo el suministro, inclusive el que subcontrate con terceros.

Los instrumentos y accesorios deben ser garantizados sin restricciones y para un cumplimiento satisfactorio de todas las condiciones de operación especificadas. El Proveedor garantizará el equipo o instrumento fabricado respecto de la calidad de materiales y fabricación defectuosa, por un período de doce (12) meses a contar de la fecha de puesta en servicio, o no menor de 18 meses a contar de la fecha de embarque. En la oferta, el Proveedor debe señalar detalladamente el procedimiento de cómo operará la garantía de los equipos.

Cualquier eventual error en el suministro de los equipos y sus componentes, por parte del Proveedor, será de su completa responsabilidad.

Ante fallas de los instrumentos o sus accesorios, durante el período de vigencia de las garantías, el recambio pertinente será suministrado por el Proveedor en el más breve plazo.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD</p> <p align="center">ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO</p>	<p align="right">SGP-02AUT-ESPTC-00003</p> <p>Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 59 de 60</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

9. ARCHIVO DE REGISTROS

Identificación	Indexación	Responsable de Archivo	Almacenamiento		Acceso	Tiempo de Mantenimiento	Disposición Final
			Lugar	Medio			
(Arial 8)							

 CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS	CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCTIBILIDAD	SGP-02AUT-ESPTC-00003 Rev. : 2 Vigencia : 31/08/2017 Página : 60 de 60
	ESPECIFICACIÓN INSTRUMENTACIÓN DE TERRENO	

10. ANEXOS

10.1 ANEXO 1: Unidades de Medidas

Las unidades de ingeniería usadas en planos, documentos, especificaciones y hojas de datos de instrumentos, estarán basadas en el sistema internacional de unidades (S.I.) de la International Standard Organization (ISO), incluyendo las de uso más frecuente en proyectos de instrumentación.

Se aplicarán las siguientes unidades de medidas:

<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Símbolo</u>
Acidez/Alcalinidad	Unidades de pH	pH
Concentración	Gramos por litro	g/l
Conductividad	Micro Siemens por centímetro	$\mu\text{S}/\text{cm}$
Densidad	Kilogramos por metro cúbico	kg/m^3
Flujo volumétrico	Metros cúbicos por hora	m^3/h
Flujo másico	Toneladas por hora	t/h
Presión	KiloPascuales	kPa
Temperatura	Grados Celsius	$^{\circ}\text{C}$
Corriente eléctrica	Ampere	A
Voltaje eléctrico	Volts	V
Voltaje Corriente Alterna	Volts	Vac
Voltaje Corriente Continua	Volts	Vcc
Energía	Joule	J
Resistencia eléctrica	Ohm	Ω
Potencia eléctrica	Watts	W
Potencia aparente	Volt Ampere	VA
Potencial Redox	Milímetros volts	mv
Factor de potencia	Sin unidades	-
Frecuencia	Hertz	Hz
Torque	Newton-metro	Nm
Turbidez	NTU ¹	NTU, g/l
Viscosidad	Pascal - segundo	Pa-s
Velocidad angular	Radian por segundo	rad/s
Velocidad lineal	Metros por segundo	m/s
Vibración	Milímetros	mm
Largo (Nivel)	Metros	m
Peso	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s

¹ NTU: *Nefelometric Turbidity Unit*